



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

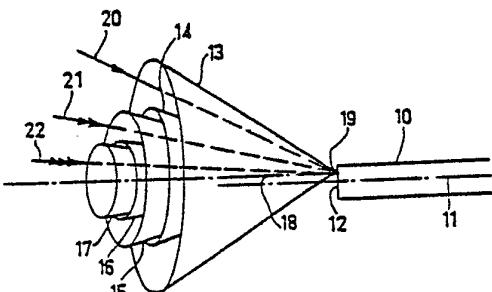
(51) Classification internationale des brevets ³ : G02B 7/26	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 82/02956. (43) Date de publication internationale: 2 septembre 1982 (02.09.82)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/NL82/00004 (22) Date de dépôt international: 17 février 1982 (17.02.82) (31) Numéro de la demande prioritaire: 81/03527 (32) Date de priorité: 23 février 1981 (23.02.81) (33) Pays de priorité: FR (71) Déposant (DE GB JP seulement): N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN [NL/NL]; Pieter Zee-manstraat 6, NL-5621 CT Eindhoven (NL). (71) Déposant (FR seulement): LABORATOIRES D'ELECTRONIQUE ET DE PHYSIQUE APPLIQUEE L.E.P. [FR/FR]; 3, avenue Descartes, F-94450 Limeil-Brevannes, (FR).	(72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): HUNZINGER, Jean-Jacques [FR/FR]; 19, avenue du Général Leclerc, F-75014 Paris (FR). (74) Mandataires: COBBEN, Louis, Marie, Hubert etc.; Internationaal Octrooibureau B.V., Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL). (81) Etats désignés: DE (brevet européen), FR (brevet européen), GB (brevet européen), JP, US.	Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>

(54) Title: METHOD FOR THE MULTIPLEXING OF TRANSMISSION CHANNELS ON OPTICAL FIBERS WITH INDEX JUMP AND IMPLEMENTING DEVICE

(54) Titre: PROCEDE DE MULTIPLEXAGE DE VOIES DE TRANSMISSION SUR FIBRE OPTIQUE A SAUT D'INDICE ET DISPOSITIF DE MISE EN ŒUVRE

(57) Abstract

According to this method, each channel is comprised of light rays propagating inside the fiber (10) by total successive reflections at the interface core-sheath, said rays being grouped as a function of their angle with respect to the axis of the fiber (11), so as to be located, for each channel, at any point (19) of the fiber, between two cones having as a common apex said point and of revolution about a common axis (18) parallel to the axis (11) of the fiber and defining the angular opening fraction affected to each channel. The opening fractions affected to all channels are at the most juxtaposed with respect to each other. The device for implementing such method comprises, in addition to the fiber, at the inlet of the latter, injection means for injecting light into each channel and, at the outlet, reception means, those means being specific to the opening fraction affected to each channel. Application to transmissions by optical channel.



(57) Abrégé

Selon ce procédé, chaque voie est constituée de rayons de lumière se propageant à l'intérieur de la fibre (10) par réflexions totales successives à l'interface cœur gaine, lesdits rayons étant groupés en fonction de leur angle avec l'axe de la fibre (11), de telle sorte à être situés, pour chaque voie, en tout point (19) de la fibre, entre deux cônes ayant pour sommet commun ledit point et de révolution autour d'un axe commun (18) parallèle à l'axe (11) de la fibre et définissant la fraction d'ouverture angulaire affectée à chaque voie. Les fractions d'ouverture affectées à toutes les voies sont au plus juxtaposées les unes par rapport aux autres. Le dispositif de mise en œuvre comporte, outre la fibre, à l'entrée de celle-ci des moyens d'injection de lumière dans chaque voie et, en sortie, de réception, spécifiques de la fraction d'ouverture de ladite voie. Application aux transmissions par voie optique.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	KP	République populaire démocratique de Corée
AU	Australie	LI	Liechtenstein
BE	Belgique	LK	Sri Lanka
BR	Brésil	LU	Luxembourg
CF	République Centrafricaine	MC	Monaco
CG	Congo	MG	Madagascar
CH	Suisse	MW	Malawi
CM	Cameroun	NL	Pays-Bas
DE	Allemagne, République fédérale d'	NO	Norvège
DK	Danemark	RO	Roumanie
FI	Finlande	SE	Suède
FR	France	SN	Sénégal
GA	Gabon	SU	Union soviétique
GB	Royaume-Uni	TD	Tchad
HU	Hongrie	TG	Togo
JP	Japon	US	Etats-Unis d'Amérique

PROCEDE DE MULTIPLEXAGE DE VOIES DE TRANSMISSION SUR FIBRE OPTIQUE
A SAUT D'INDICE ET DISPOSITIF DE MISE EN OEUVRE

La présente invention concerne un procédé de multiplexage de voies de transmission d'information par onde lumineuse au moyen d'une seule fibre optique à saut d'indice et un dispositif optique de mise en oeuvre dudit procédé.

5 Par fibre optique à saut d'indice, on entend dans ce qui suit que la fibre est constituée d'un matériau de "coeur" d'indice de réfraction de la lumière sensiblement uniforme, ledit coeur étant entouré d'une gaine d'indice de réfraction également sensiblement uniforme mais inférieur à celui du cœur. On sait qu'il s'ensuit que tout rayon faisant avec l'axe de la fibre un angle inférieur à l'angle d'ouverture de la fibre (égal à la moitié de l'angle dit d'acceptance), fonction des valeurs respectives des indices de réfraction des matériaux de cœur et gaine, se propage à l'intérieur de la fibre par réflexions totales multiples et successives à l'interface cœur gaine, l'angle du rayon avec l'axe de la fibre se conservant après chaque réflexion au cours de la propagation.

10

15

Il est connu de multiplier le nombre de voies de transmission sur une telle fibre optique en utilisant pour chacune d'elles une onde lumineuse de longueur d'onde particulière et différente d'une voie à l'autre. Un tel procédé demande un filtrage spectral de la lumière aussi bien lors de son injection dans la fibre que lors de sa réception en sorties de fibres. Ce procédé, de par son principe même, ne limite pas le nombre de modes de propagation générés dans la fibre, si bien que la bande passante de la



transmission ne s'en trouve pas améliorée.

Le procédé selon l'invention présente de ce point de vue bon nombre d'avantages. D'une part, la lumière utilisée a même longueur d'onde pour toutes les voies de multiplexage. D'autre part, 5 de par son principe, dans chaque voie, le nombre de modes de propagation se trouve limité, si bien qu'il en résulte un accroissement de la bande passante dans chaque voie.

Le procédé se fonde sur la conservation pour chaque rayon de lumière de son angle avec l'axe de la fibre au cours de sa propagation au sein de la fibre. L'invention pense alors à former des 10 voies de transmission à l'intérieur de la fibre à l'aide de rayons de lumière groupés en fonction des valeurs de leur angle avec l'axe de la fibre, chaque voie étant munie de moyens d'injection de lumière à l'entrée de la fibre et de moyens de réception en sortie, spécifiques 15 de ces valeurs d'angle.

Pour chaque voie de transmission, la valeur de l'angle des rayons est comprise entre deux valeurs assez proches l'une de l'autre, si bien que les rayons relatifs à chaque voie de transmission se trouvent compris en tout point de la fibre entre deux cônes ayant pour sommet commun ledit point et de révolution autour d'un même axe 20 parallèle à l'axe de la fibre, leur angle au sommet ayant pour valeur respectivement l'une des deux valeurs dites assez proches. En tout point de la fibre les paires de cônes relatives à chaque voie de transmission s'emboîtent l'une dans l'autre, les valeurs d'angles au sommet relatives à chaque paire étant choisies de manière que lesdites 25 paires de cônes soient juxtaposées ou, mieux, séparées par des espaces vides de rayonnement actif.

La mise en œuvre dudit procédé nécessite la possibilité d'injection simultanée et différenciée de flux lumineux en tout point 30 de la face d'entrée de la fibre dans les ouvertures angulaires comprises entre les deux cônes correspondant aux différentes voies de transmission et la réception simultanée et différenciée, en sortie de fibre, de ces flux lumineux en provenance de ces différentes voies dans lesdites mêmes ouvertures.

35 A cette fin, le dispositif de mise en œuvre du procédé proposé par l'invention comporte, outre une fibre à saut d'indice,



à chaque extrémité de celle-ci, une optique multiaxe formée d'optiques élémentaires présentant chacune un seul axe, le nombre des axes étant égal au nombre des voies de transmission dans la fibre, les optiques élémentaires formant de l'extrémité de la fibre, dans l'espace objet, autant de conjuguées qu'il y a d'axes. Chaque optique élémentaire possède une pupille annulaire dont le contour géométrique est centré sur l'axe de la fibre, laquelle pupille fixe la fraction d'ouverture efficace de chaque voie de transmission. Les pupilles annulaires de l'ensemble des optiques élémentaires s'imbriquent avec ou sans juxtaposition les unes dans les autres de manière que, toutes ensemble, elles remplissent sensiblement la pupille totale de la fibre. A l'entrée de la fibre pour l'injection de lumière, des sources de lumière sont placées sur les conjuguées de la face d'entrée de la fibre, lesquelles sources envoient chacune dans l'une des voies du flux utile à travers la pupille annulaire qui lui correspond. En sortie de fibre, pour la réception, des récepteurs remplacent les sources de lumière sur les conjuguées de la face de sortie de la fibre par chacune des optiques élémentaires.

Selon un premier mode de réalisation, l'optique multiaxe a une structure zonée qui consiste en l'assemblage concentrique d'anneaux lenticulaires (chaque anneau constituant une optique élémentaire) dont les centres optiques sont distincts, la structure zonée jouant elle-même le rôle de pupille de cette optique multiaxe. A l'inverse des centres optiques non confondus, le centre mécanique des anneaux lenticulaires se trouve sur l'axe de la fibre. A l'entrée de la fibre, les sources sont placées en coïncidence avec les conjuguées de la face d'entrée de la fibre déterminées par les divers centres optiques, c'est-à-dire les divers anneaux lenticulaires. En sortie de fibre, des récepteurs sont placés aux mêmes emplacements que les sources dans le dispositif d'injection.

Selon un second mode de réalisation, l'optique multiaxe comprend en fait deux parties, à savoir une première constituée d'une ou plusieurs lentilles centrées sur un seul axe suivie d'une seconde constituée d'un élément à structure zonée multiaxe, semblable à celui utilisé dans le premier mode de réalisation, ce qui permet de répartir la convergence nécessaire à la formation



des images sur plusieurs éléments et de maîtriser ainsi plus facilement les aberrations géométriques dans la formation d'image.

Selon un troisième mode de réalisation, l'optique multi-axe comprend encore deux parties, à savoir une première partie possédant toute la convergence optique et centrée sur un seul axe, et une seconde partie à structure zonée qui, à la différence de celle selon le second mode de réalisation, ne consiste pas en anneaux lenticaux ayant leur puissance optique propre mais en anneaux de lame prismatique, d'orientations différentes, assurant de cette façon, par le principe de la déviation, la multiplication de l'axe optique.

Selon une première variante, les parties convergente et zonée sont distinctes, tandis que selon une seconde variante, la partie zonée est incluse dans la partie convergente. Dans ce dernier cas, la partie zonée peut être située en particulier dans l'espace optique intérieur à la partie convergente comportant au moins deux éléments, à l'endroit où l'image de la face d'entrée de la fibre est rejetée à l'infini. L'avantage de cette disposition est de faire fonctionner l'élément à structure zonée en faisceau parallèle, c'est-à-dire sans aberration géométrique.

Selon un quatrième mode de réalisation, qui, en fait, peut être considéré comme une variante des trois modes précédents, l'élément à structure zonée peut être réalisé par des procédés holographiques qui lui assurent les mêmes propriétés et caractéristiques qu'aux éléments zonés utilisés dans les modes de réalisation précédents.

Selon un cinquième mode de réalisation, l'optique d'injection peut être une optique catoptrique constituée par exemple de parties annulaires de miroirs concaves imbriqués les uns dans les autres, ayant leurs centres de courbure non confondus, cependant que les centres mécaniques des parties annulaires sont confondus et situés sur l'axe de la fibre. Cette disposition assure, pour chaque anneau réfléchissant, une image distincte de la fibre sur laquelle sont installés la source ou le récepteur correspondant à l'une des différentes voies. En particulier, selon une variante, les miroirs sont disposés de manière à former les images des sources ou des



récepteurs au grandissement -1 sur la fibre, ce qui présente l'intérêt d'obtenir des images aplanétiques.

Selon un sixième mode de réalisation, analogue au précédent, l'optique multiaxe est catadioptrique, donc constituée d'une partie réfléchissante et d'une partie réfringente, l'une des deux pouvant être utilisée pour la réalisation de l'élément à structure zonée, la combinaison de la réflexion et de la réfraction pouvant être utilisée pour l'obtention d'images très nettes à un grandissement nettement différent de -1, ce qui permet de mieux séparer matériellement la localisation des sources par rapport à la fibre.

L'invention propose aussi la combinaison du multiplexage angulaire indiqué précédemment avec le multiplexage de l'art connu par multiplication du nombre de bandes spectrales utilisées.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante de quelques modes de réalisation, donnés à titre d'exemple, ladite description étant accompagnée de dessins qui représentent :

figure 1 un schéma montrant le principe du procédé de multiplexage selon l'invention.

figure 2 une vue en coupe, par son plan de symétrie, d'un premier mode de réalisation du dispositif de mise en œuvre de ce procédé.

figure 3 une vue en coupe, par son plan de symétrie, d'un second mode de réalisation du dispositif de mise en œuvre de ce procédé.

figure 4 une vue en coupe, par son plan de symétrie, d'un troisième mode de réalisation du dispositif de mise en œuvre de ce procédé.

figure 5 une vue en coupe, par son plan de symétrie, d'un quatrième mode de réalisation.

figure 6 une vue en coupe, par son plan de symétrie, d'un mode de réalisation combinant le multiplexage par multiplication du nombre de bandes spectrales de lumière utilisées avec le multiplexage selon la figure 1.

Sur la figure 1, est représentée en 10 une fibre à saut d'indice, limitée, pour simplifier, au matériau de cœur. L'axe



de cette fibre est 11, l'une de ses faces, dite d'entrée par la suite, est 12. Sont représentés sous les repères 13, 14, 15, 16, 17, un certain nombre de cônes de révolution d'axe et de sommet respectivement communs, à savoir, l'axe 18 parallèle à l'axe 11 de la fibre, et le sommet 19 situé sur la face d'entrée 12. Ces cônes s'emboîtent les uns dans les autres, leur demi-angle au sommet allant en décroissant du cône 13 au cône 17, celui du cône 13 étant au plus égal à l'angle d'acceptance ou dit d'ouverture de la fibre. On supposera l'existence de pareils cônes d'axe parallèle à celui de la fibre et ayant pour sommet tout autre point de la face d'entrée 12. Ces cônes délimitent des fractions disjointes ou au plus juxtaposées d'ouverture de la fibre, à savoir les fractions d'ouverture comprises entre les cônes respectivement 13 et 14 puis 15 et 16 et à l'intérieur du cône 17. D'après la propriété de la fibre concernant la conservation de l'angle d'un rayon avec l'axe de la fibre au cours de sa propagation dans la fibre, tout flux de lumière envoyé en tout point de l'entrée de la fibre selon des rayons tels que 20, 21 ou 22 à l'intérieur de l'une des fractions d'ouverture angulaire précédemment déterminées émerge, en sortie de fibre, dans une fraction d'ouverture angulaire de révolution autour d'un axe parallèle à l'axe de la fibre, identique à celle à l'entrée sans qu'il puisse se produire de mélange angulaire avec un flux envoyé à l'entrée, dans une fraction d'ouverture angulaire différente. Selon le procédé de l'invention, la fibre 10 est munie à l'entrée de moyens d'injection directionnelle de trois flux indépendants remplissant chacun en tout point de l'entrée l'une des fractions d'ouverture angulaire définie et, en sortie, de moyens indépendants de réception directionnelle de ces trois flux. Il est établi ainsi dans ce cas, au sein de la même fibre, trois voies de transmission indépendantes.

Il va de soi que le nombre de voies réalisables est fonction de la fraction d'ouverture angulaire de la fibre affectée à chaque voie. Dans la suite sont décrits des modes de réalisation de dispositifs de mise en œuvre du procédé qui, à titre d'exemple, comportent, sauf exception, trois voies.

La figure 2 représente un premier mode de réalisation. On retrouve sur cette figure la fibre 10 avec son axe 11 et sa face



d'entrée 12. A l'entrée, la fibre est munie d'une optique multiaxe à structure zonée constituée de plusieurs éléments lenticulaires 30, 31, 32, à savoir 30 un élément circulaire et 31, 32 des éléments annulaires. Tous les éléments sont centrés mécaniquement sur l'axe 5 de la fibre. Leurs centres optiques sont respectivement les points 33, 34, 35. La pupille de l'optique est matérialisée par sa structure zonée dont le diamètre externe est dimensionné de telle sorte qu'il puisse être sensiblement confondu avec celui de la pupille de la fibre, c'est-à-dire que son rayon est vu à partir de la face d'entrée de la fibre sous un angle égal sensiblement à l'angle 10 d'ouverture de la fibre. Les éléments lenticulaires 30, 31, 32 divisent la pupille en plusieurs parties transparentes disjointes, à savoir respectivement la partie circulaire centrale 36 et les parties annulaires 37, 38, séparées par des parties opaques 39, 40, ces 15 différentes parties étant centrées sur le centre de la pupille, c'est-à-dire sur l'axe de la fibre. Les images conjuguées de la face d'entrée 12 par chacun des éléments 30, 31, 32 sont distinctes, respectivement 41, 42, 43. D'autre part, les éléments lenticulaires sont dimensionnés et positionnés de telle sorte que la conjuguée en 20 retour inverse de l'une quelconque des images 41, 42, 43 par un élément lenticulaire de l'optique multiaxe autre que celui qui lui donne naissance n'a pas de partie commune avec la face d'entrée 12. De ce fait, la fibre ne reçoit de chacune des sources de lumière 25 disposées selon les conjuguées respectivement 41, 42, 43 et émettant en direction de la fibre, que le flux ayant traversé l'élément lenticulaire respectivement 30, 31, 32 et délimité par la partie de pupille respectivement 36, 37, 38, les trois flux reçus dans la fibre étant contenus chacun dans l'une des fractions d'ouverture angulaire s'appuyant sur ces parties de pupilles, donc disjointes. Ces 30 fractions d'ouverture angulaire sont sur la figure 2 celles des faisceaux de révolution respectivement 44, 45, 46 autour de l'axe de la fibre et issus des sources respectivement 41, 42, 43, le faisceau 45 étant représenté complètement à partir de la source 42 et les faisceaux 44, 46 seulement du côté fibre pour la clarté du dessin. Ces différents faisceaux se propagent chacun dans la fibre en conservant 35 l'ouverture angulaire qui lui est propre. Une optique multiaxe



analogue à celle précédemment décrite est placée en sortie de fibre, tête bêche par rapport à celle d'entrée, en référence au sens de la lumière et à l'axe de la fibre, des récepteurs étant placés aux lieux et places des sources. Chaque récepteur reçoit l'un des faisceaux sans détruire la différenciation angulaire entre les trois faisceaux réalisés à l'entrée, un système de transmission à trois voies indépendantes étant ainsi réalisé.

La figure 3 représente un second mode de réalisation du dispositif de mise en oeuvre du procédé selon l'invention peu différent, dans son principe, du premier mode de réalisation. L'optique multiaxe, à l'entrée comme en sortie, comprend, en plus de l'élément à structure zonée du premier mode décrit précédemment, une lentille ou ensemble de lentilles ayant pour axe optique l'axe de la fibre. Sur la figure 3, cette lentille est la lentille 47. La convergence de cette lentille permet, plus facilement qu'avec le seul élément zoné, d'atteindre l'ouverture requise et de maîtriser les problèmes d'aberration géométrique de formation d'image. Sur cette figure, en plus de la lentille 47, on retrouve tous les autres éléments de la figure 2 avec les mêmes repères numériques. Le dispositif comporte trois voies indépendantes empruntées par les faisceaux respectivement 44; 45, 46, issus des sources respectivement 41, 42, 43.

La figure 4 représente un troisième mode de réalisation du dispositif de mise en oeuvre du procédé dont l'optique multiaxe comporte l'élément convergent 47, centré sur l'axe 11 de la fibre et un élément zoné qui, au lieu d'être formé d'éléments lenticulaires comme sur la figure 2, est formé, d'une part, des éléments en forme d'anneaux prismatiques d'orientations différentes 52 et 53 et, d'autre part, de l'orifice 51 de l'anneau 52, anneaux et orifice étant centrés sur l'axe 11 de la fibre. Les orientations différentes des prismes assurent la formation des trois conjuguées différentes 41, 42, 43 de la face d'entrée 12 de la fibre par l'ensemble de l'optique, à savoir, la conjuguée 41 à travers l'orifice 51 et les conjuguées 42, 43 à travers les anneaux prismatiques respectivement 52 et 53. Comme précédemment, trois sources de lumière indépendantes disposées respectivement selon 41, 42, 43, émettant trois flux indépendants dans la fibre sous les trois fractions disjointes d'ouverture de fibre s'appuyant respectivement sur la partie centrale de



pupille 51 et les parties transparentes de pupille annulaires 54 et 55 séparées par les parties opaques annulaires 39 et 40, lesdits flux indépendants étant reçus en sortie de fibre comme déjà dit par une optique analogue à celle de l'entrée et munie de récepteurs.

5 Tous ces modes de réalisation peuvent faire l'objet de variantes. A titre d'exemple, selon une variante du second mode de réalisation, l'élément convergent est constitué de plusieurs lentilles et l'élément zoné lenticulaire est inclus entre deux de ces lentilles. Selon une variante du troisième mode de réalisation, on adopte une 10 même position pour l'élément zoné prismatique. Plus particulièrement, l'élément zoné prismatique est placé dans l'élément convergent à l'en-droit où l'image de la face d'entrée de la fibre est rejetée à l'infini de manière à faire fonctionner l'élément zoné prismatique en faisceau parallèle, c'est-à-dire sans aberration géométrique.

15 Selon un quatrième mode de réalisation qui, en fait, peut être considéré comme une variante commune aux trois modes de réalisation précédemment décrits, l'élément zoné de l'optique multiaxe utilisé est un élément obtenu par des procédés holographiques.

La figure 5 représente un cinquième mode de réalisation du dispositif de mise en oeuvre du procédé. On retrouve sur cette figure 20 la fibre 10 d'axe 11 et de face d'entrée 12. L'optique multiaxe à chaque extrémité de la fibre est du type catoptrique avec structure zonée constituée de miroirs concaves, à savoir, un miroir central et autour de celui-ci, des miroirs annulaires imbriqués les uns dans les 25 autres, leurs centres mécaniques étant confondus et situés sur l'axe 11 de la fibre, tandis que leurs centres de courbure au contraire ne sont ni confondus, ni situés sur l'axe de la fibre. Pour la facilité de la représentation, sur la figure 5, le nombre de miroirs a été réduit à deux, à savoir, du côté entrée de fibre, les miroirs respectivement 60 et 61. Les conjuguées de la face 12 par ces miroirs sont respectivement 62 et 63. Les conjuguées de 62 et 63 par les miroirs respectivement 61 et 60 sont éloignées de 12, si bien que des sources de lumière placées sur 62 et 63 n'envoient de la lumière, dans la fibre, que selon les deux fractions disjointes de l'ouverture de la fibre, correspondant aux faisceaux de révolution autour de l'axe de la fibre et limités par les rayons respectivement double flèche 64 et 65



et simple flèche d'une part 66, 67 et d'autre part 68, 69 s'appuyant sur les miroirs respectivement 60 et 61, les flux véhiculés dans les faisceaux étant indépendants. Sur la figure 5 on a représenté l'optique multiaxe en sortie de fibre identique à celle d'entrée mais placée tête bêche. Après propagation dans la fibre, sans mélange angulaire, lesdits flux sont reçus de façon indépendante sur les récepteurs 69, 70 placés en lieu et place des sources 62, 63. Le système réalise ainsi deux voies de transmission indépendantes. De façon avantageuse les miroirs sont disposés de façon à ce que les images des sources ou des récepteurs sur la fibre soient formées au grandissement -1, de manière que lesdites images soient aplanétiques.

Selon un sixième mode de réalisation que l'homme de l'art concevra facilement à la lumière de ce qui précède, l'optique multiaxe est catadioptrique, donc constituée d'une partie réfléchissante et d'une partie réfringente, la structure zonée réalisant le fractionnement de l'ouverture angulaire de la fibre étant incorporée dans l'une ou l'autre des parties. D'une façon avantageuse cette combinaison de réflexion et réfraction est mise à profit pour faire en sorte que la formation des images des sources sur la fibre se fasse avec un grandissement nettement différent de -1, ce qui permet lors de la construction des optiques de localiser les sources assez loin de la fibre.

L'invention prévoit d'augmenter le nombre de voies transmises en combinant le multiplexage de l'art connu par multiplication du nombre de longueur d'ondes de lumière utilisée avec le multiplexage angulaire décrit précédemment.

Selon une variante, est utilisée à chaque extrémité de fibre une seule optique multiaxe de structure identique à l'une de celles décrites précédemment, tandis que les sources de lumière et les récepteurs comportent chacun plusieurs éléments juxtaposés, soit émettant, chacun, une lumière dans l'une des longueurs d'onde choisies, soit recevant, chacun, l'une de ces longueurs d'onde.

Selon une seconde variante, plusieurs optiques multiaxes identiques à celles décrites sont utilisées à chaque extrémité de fibre en nombre égal à celui des longueurs d'onde à transmettre, tandis que ces optiques sont munies chacune soit de sources émettant toutes dans l'une des longueurs d'onde, soit de récepteurs recevant et détectant tous l'une de ces longueurs d'onde. La figure 6 indique

schématiquement le montage optique relatif à ce cas lors de l'utilisation de trois longueurs d'onde. On y retrouve la fibre 10 d'axe 11. A l'entrée, se trouve disposée face à la fibre une première optique multiaxe analogue à celle de la figure 3 et constituée de la structure zonée 70 et de la lentille convergente 71. Des sources de lumière émettant par exemple dans le rouge placées sur les conjuguées 74, 75, 76 de l'entrée 12 de la fibre, permettent par cette optique multiaxe l'établissement par différenciation angulaire, de trois voies de transmission en lumière rouge à travers la fibre 10. 77 représente un miroir dichroïque transparent à la lumière rouge et réfléchissant par exemple la lumière bleue. Une lentille 72 est placée sur l'axe 78 réfléchi de l'axe 11 par le miroir 77. L'élément zoné 70 et cette lentille 72 constituent une seconde optique multiaxe. Les conjuguées de l'entrée 12 de la fibre par cette seconde optique sont 79, 80, 81. Des sources de lumières émettant dans le bleu disposées sur ces conjuguées, permettent l'établissement par différenciation angulaire de trois autres voies de transmission en lumière bleue à travers la fibre 10 superposées, angulairement parlant, avec celles dans le rouge. 81 représente un miroir dichroïque transparent dans le rouge et le bleu mais réfléchissant par exemple le vert. Une troisième lentille 73 placée sur l'axe 82 réfléchi de l'axe 11 par le miroir 81, constitue avec l'élément zoné une troisième optique multiaxe. Les conjuguées de 12 par cette troisième optique sont 83, 84, 85. Des sources de lumière émettant dans le vert disposées sur ces conjuguées permettent l'établissement dans la fibre de trois autres voies de transmission en lumière verte, soit en tout 9 voies. En sortie de fibre est disposé un ensemble optique identique à celui à l'entrée précédemment décrit, les sources de lumières émettant dans respectivement le bleu, le vert, le rouge étant remplacées par des récepteurs sensibles dans respectivement le bleu, le vert, le rouge.



REVENDICATIONS :

1. Procédé de multiplexage de voies de transmission d'information par onde lumineuse au sein d'une fibre optique à saut d'indice, caractérisé en ce que chaque voie est constituée de rayons de lumière se propageant à l'intérieur de la fibre par réflexions totales successives à l'interface cœur gaine de la fibre, lesdits rayons étant groupés en fonction de leur angle avec l'axe de la fibre de telle sorte à être situés pour chaque voie en tout point de la fibre entre deux cônes ayant pour sommet commun ledit point et de révolution autour d'un axe commun parallèle à l'axe de la fibre, lesdits deux cônes définissant la fraction d'ouverture angulaire de la fibre affectée à chaque voie, les fractions d'ouverture affectées à toutes les voies étant au plus juxtaposées les unes par rapport aux autres ou mieux séparées par des fractions d'ouverture de la fibre vide de rayonnement actif, la lumière étant injectée dans chaque voie ou reçue en sortie à l'aide de moyens spécifiques de la géométrie angulaire de la fraction d'ouverture affectée à ladite voie..

2. Dispositif de mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte, outre une fibre optique à saut d'indice, à chaque extrémité de celle-ci, une optique multiaxe formée d'optiques élémentaires présentant chacune un seul axe, le nombre des axes étant égal au nombre des voies de transmission dans la fibre, les optiques élémentaires formant de l'extrémité de la fibre autant de conjuguées qu'il y a d'axes, chaque optique élémentaire possédant une pupille annulaire de contour géométrique centré sur l'axe de la fibre, laquelle pupille annulaire fixe la fraction d'ouverture de fibre affectée à chaque voie de transmission, les pupilles annulaires de l'ensemble des optiques élémentaires s'imbriquant avec ou sans juxtaposition les unes dans les autres de manière à remplir toutes ensemble sensiblement la totalité de la pupille de la fibre, à l'une des extrémités de la fibre, des sources de lumière placées sur les conjuguées de l'extrémité de la fibre par les optiques élémentaires envoyant chacune, dans l'une des voies, le flux utile à travers la pupille annulaire qui lui correspond et, à l'autre extrémité, des récepteurs de lumière placés sur les conjuguées de ladite autre extrémité par les optiques élémentaires recevant chacune le flux transitant par la voie correspondante.



3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'optique multiaxe présente une structure zonée qui consiste en l'assemblage concentrique d'anneaux lenticulaires centrés mécaniquement sur l'axe de la fibre, constituant chacun une optique élémentaire, et dont les centres optiques sont distincts, la structure zonée jouant elle-même le rôle de pupille fractionnée annulairement de cette optique multiaxe.

4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'optique multiaxe comprend deux parties à savoir une première convergente constituée d'une ou plusieurs lentilles centrées sur un seul axe et une seconde constituée d'un élément à structure zonée semblable à celui selon la revendication 3.

5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'optique multiaxe comprend deux parties à savoir une première convergente constituée d'une ou plusieurs lentilles centrées sur un seul axe et une seconde à structure zonée consistant en anneaux de lame prismatique d'orientation différente.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que la partie zonée est incluse dans la partie convergente.

7. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que partie convergente et partie zonée sont distinctes.

8. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que l'élément à structure zonée est réalisé à partir de procédés holographiques.

9. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'optique multiaxe est du type catoptrique constituée de parties annulaires de miroirs concaves imbriqués les uns dans les autres, ayant leurs centres de courbure non confondus tandis que leurs centres mécaniques sont confondus et situés sur l'axe de la fibre.

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que les miroirs sont disposés de façon à former les conjuguées des extrémités de fibre au grandissement -1 et à fonctionner aplanétiquement.

11. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'optique multiaxe est du type catadioptrique, donc constituée d'une partie réfléchissante et d'une partie réfringente, l'une d'elles

présentant une structure zonée semblable à celle selon la revendication 3 ou 9.

12. Procédé de multiplexage de voies de transmission d'information par ondes lumineuses au sein d'une fibre optique à saut d'indice, caractérisé en ce qu'il combine le multiplexage de l'art connu par multiplication des bandes spectrales utilisées et le multiplexage angulaire selon la revendication 1, les lumières de différentes bandes spectrales parcourant au sein de la fibre les mêmes voies angulaires quelle que soit la bande spectrale, la lumière étant injectée dans chaque voie ou reçue en sortie à l'aide de moyens spécifiques de chaque bande spectrale et de la géométrie angulaire de la fraction d'ouverture affectée à ladite voie.

13. Dispositif de mise en oeuvre du procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que les systèmes optiques à l'entrée et à la sortie de fibre sont ceux selon l'une des revendications 2 à 11, les sources étant constituées d'éléments juxtaposés, en nombre égal à celui des bandes spectrales utilisées, émettant, chacun, dans l'une des bandes spectrales, les récepteurs étant constitués d'éléments en nombre égal à celui des bandes spectrales, chaque élément n'étant sensible qu'à l'une de ces bandes spectrales.

14. Dispositif de mise en oeuvre du procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que la fibre est munie à l'entrée comme à la sortie d'un système optique constitué de plusieurs optiques multiaxes selon l'une des revendications 2 à 11, comportant éventuellement des éléments communs, ces optiques étant en nombre égal à celui des bandes spectrales utilisées, les conjuguées de la fibre par l'une des optiques étant munies de sources émettant, toutes, dans l'une des bandes spectrales ou de récepteurs sensibles, tous, dans l'une des bandes spectrales, des miroirs dichroïques superposant à l'entrée ou séparant en sortie les flux des différentes bandes spectrales utilisées.

1/3

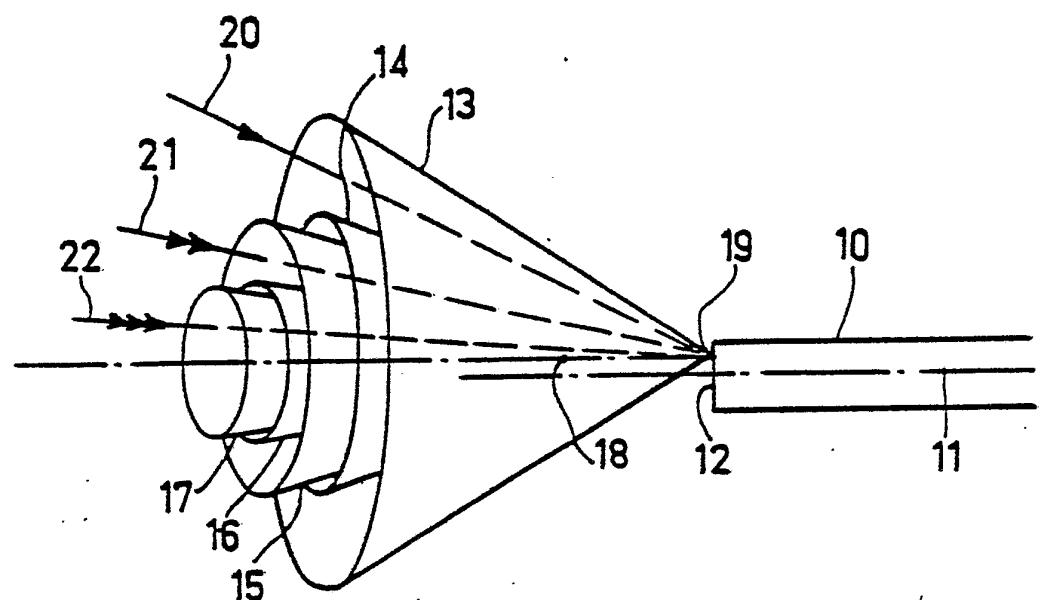


FIG.1

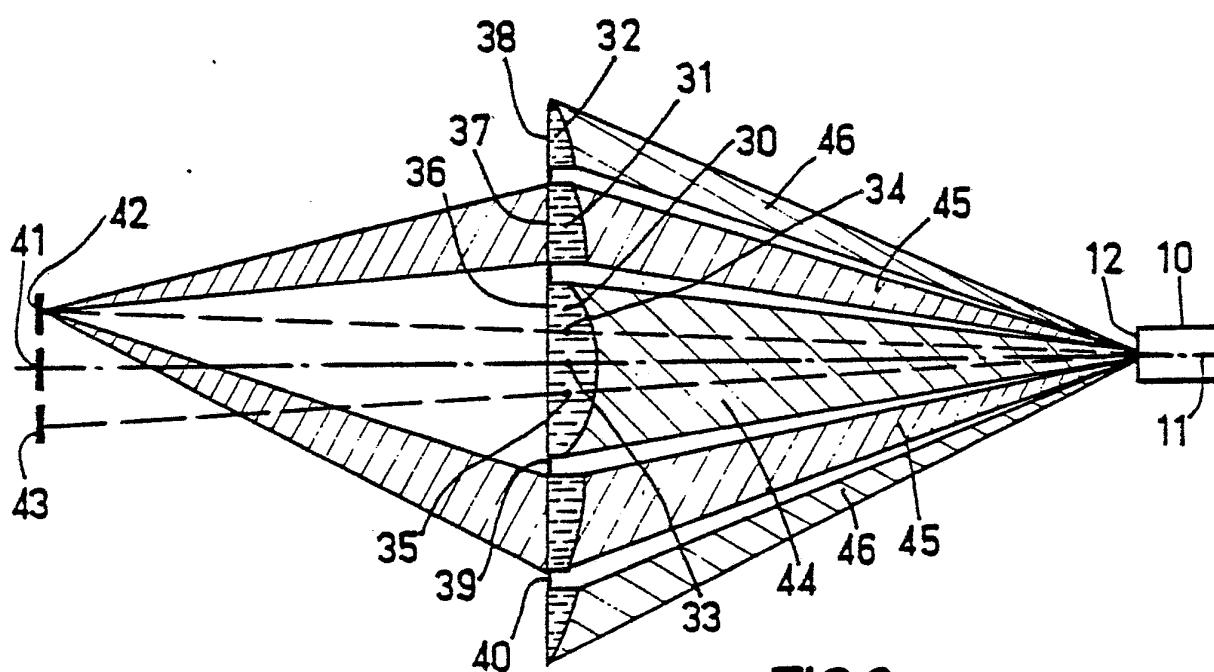
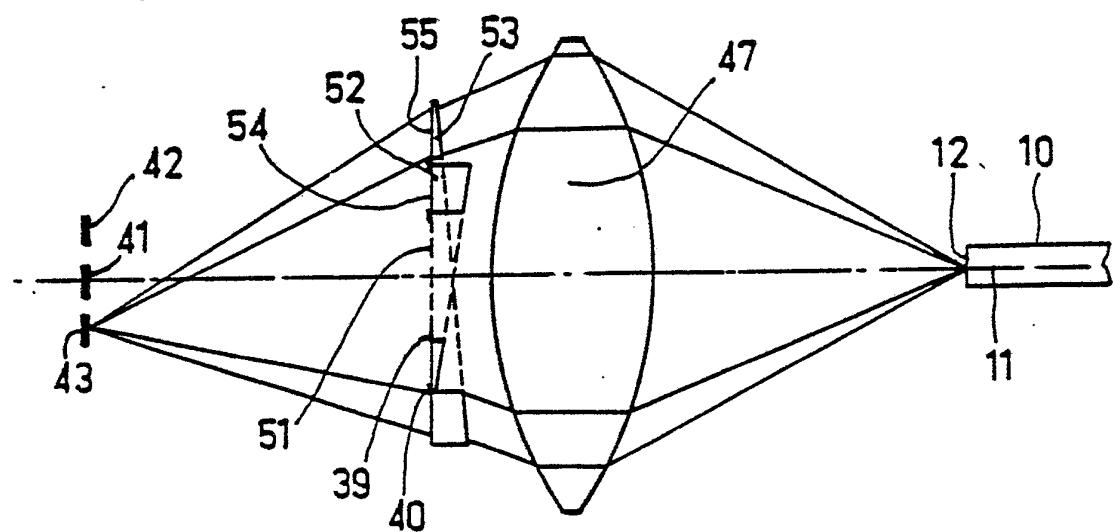
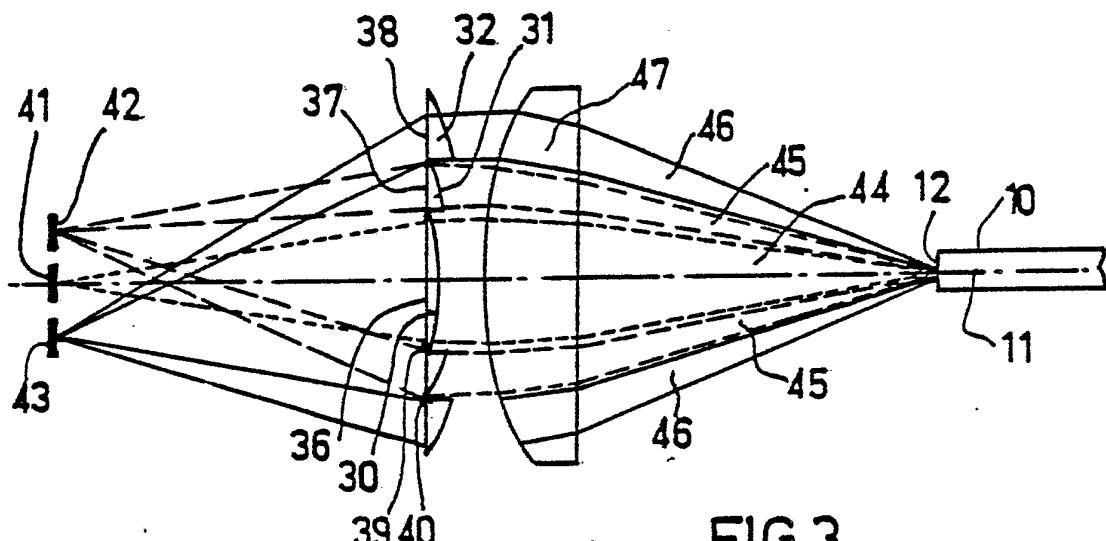


FIG.2

2 / 3



3 / 3

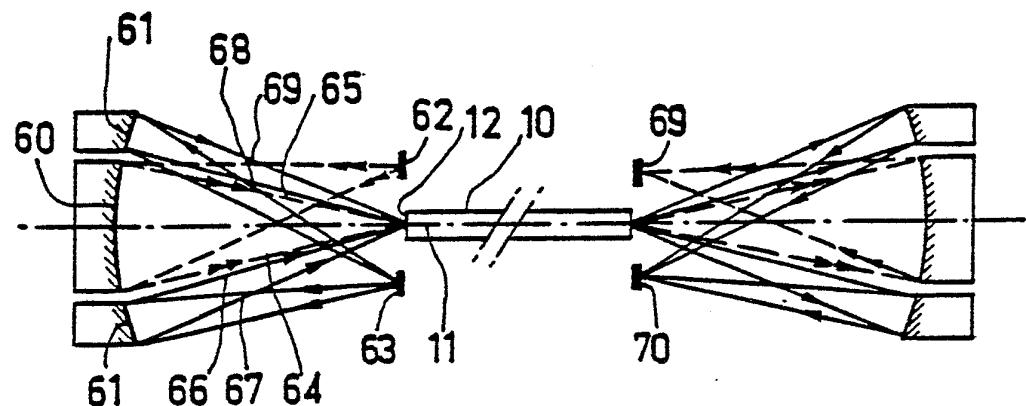


FIG. 5

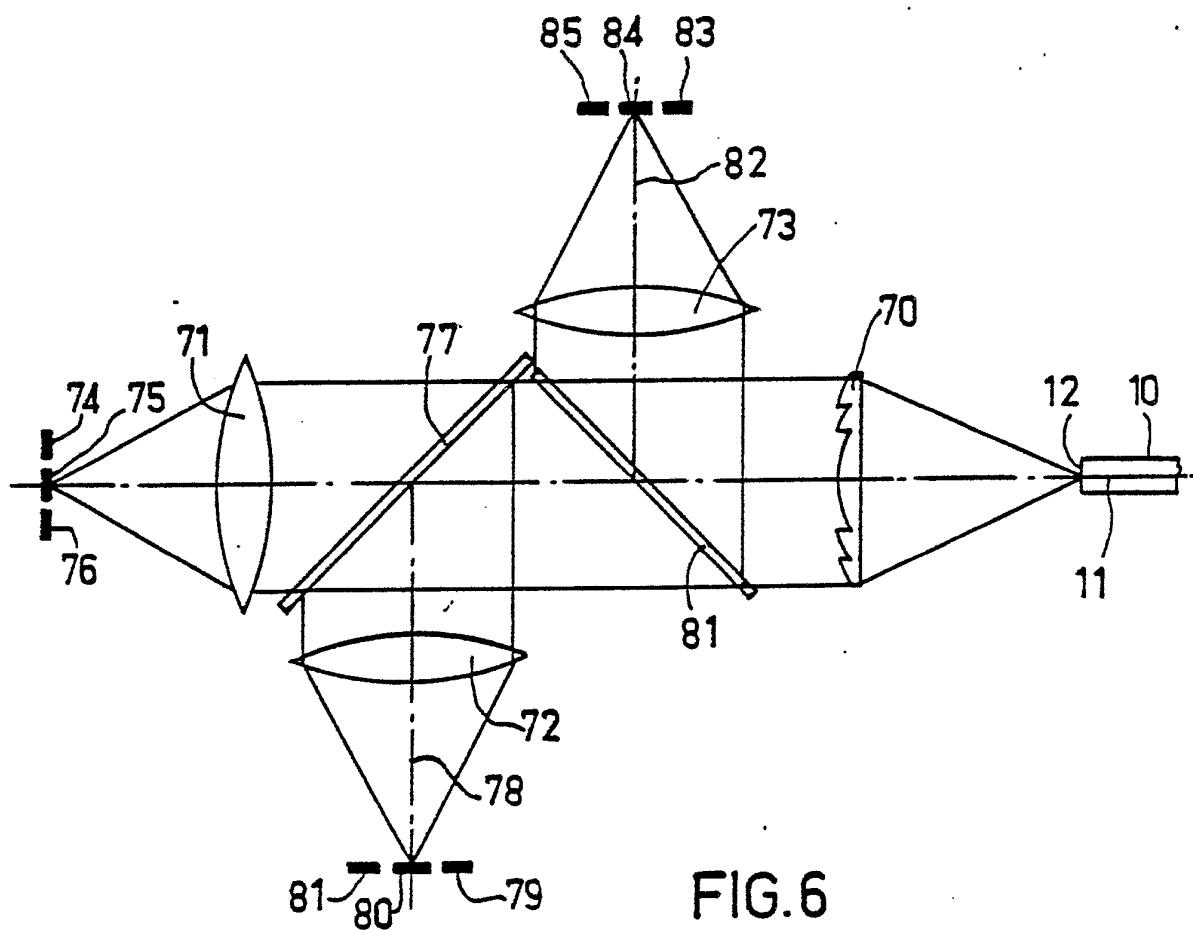


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/NL 82/00004

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ³

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int. Cl.³ : G 02 B 7/26

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ⁴

Classification System	Classification Symbols
Int. Cl. ³	G 02 B 7/26
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵	

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴

Category ⁶	Citation of Document, ¹⁵ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸
A	US, A, 4050782 (T. UCHIDA) 27 September 1977, see columns 2-4 and figures 1-3	1-7, 12.- 14
A	GB, A, 1441369 (PLESSEY) 30 June 1976, see pages 2, 3 and figures 1-3	1, 2
A	Electro Optical System Design, Vol. 12, No. 6; June 1980 (Chicago, US) 'Fresnel lenses as fiber-optic demultiplexers', see page 20	1, 2, 8-14
A	FR, A, 2266387 (SIEMENS) 24 October 1975, see pages 3-6 and figures 4-10	1, 2, 8-14

* Special categories of cited documents: ¹⁵

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search ²	Date of Mailing of this International Search Report ³
19 May 1982 (19.05.82)	07 June 1982 (07.06.82)
International Searching Authority ¹ European Patent Office	Signature of Authorized Officer ¹⁰

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/NL 82/00004

I. CLASSEMENT DE L'INVENTION (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) ³

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

CIB. ³: G 02 B 7/26

II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTÉ

Documentation minimale consultée ⁴

Système de classification	Symboles de classification
CIB. ³ : G 02 B 7/26	

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté ⁵

III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS ¹⁴

Catégorie ⁶	Identification des documents cités, ¹⁵ avec indication, si nécessaire, des passages pertinents ¹⁷	N° des revendications visées ¹⁸
A	US, A, 4050782 (T. UCHIDA) 27 septembre 1977, voir colonnes 2-4 et figures 1-3	1-7,12-14
A	GB, A, 1441369 (PLESSEY) 30 juin 1976, voir pages 2,3 et figures 1-3	1,2
A	Electro Optical System Design, volume 12, no. 6, juin 1980 (Chicago, US) "Fresnel lenses as fiber-optic demultiplexers", voir page 20	1,2,9-14
A	FR, A, 2266387 (SIEMENS) 24 octobre 1975, voir pages 3-6 et figures 4-10	1,2,8-14

* Catégories spéciales de documents cités: ¹⁵

- «A» document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- «E» document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- «L» document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- «O» document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- «P» document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

«T» document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

«X» document particulièrement pertinent: l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive

«Y» document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.

«&» document qui fait partie de la même famille de brevets

IV. CERTIFICATION

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée :

19 mai 1982

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale :

7 juin 1982

Administration chargée de la recherche internationale :

OFFICE EUROPEEN DES BREVETS

Signature du fonctionnaire autorisé

G.L.M./Krövener