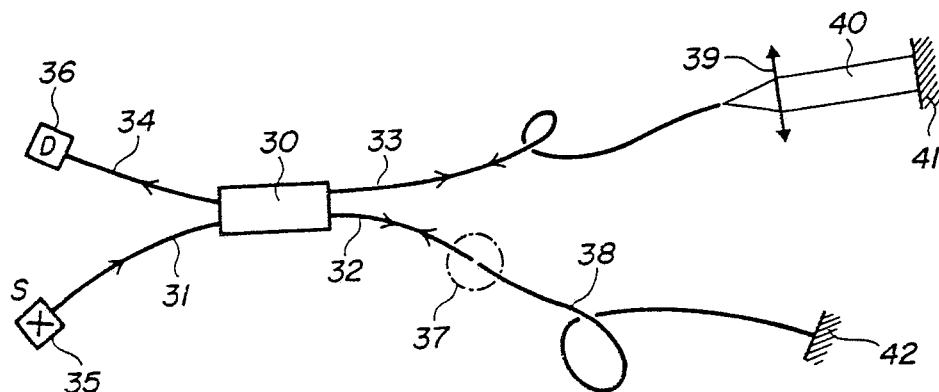


DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<p>(51) Classification internationale des brevets<sup>4</sup> : <b>G01M 11/00</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 88/ 00336</b> (43) Date de publication internationale: 14 janvier 1988 (14.01.88)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/CH87/00077 (22) Date de dépôt international: 29 juin 1987 (29.06.87) (31) Numéro de la demande prioritaire: 86/09704 (32) Date de priorité: 2 juillet 1986 (02.07.86) (33) Pays de priorité: FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): ALPHATRONIX S.A. [CH/CH]; 111, chemin du Pont-du-Centenaire, CH-1228 Plan-les-Ouates (CH).</p> <p>(72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement) : PELLAUX, Jean-Paul [CH/CH]; 187, route d'Hermance, CH-1245 Collonges-Bellerive (CH). VON DER WEID, Jean-Pierre [CH/CH]; 23, route de Soral, CH-1232 Confignon (CH). THEVENAZ, Luc [CH/CH]; 255, rue de Bernex, CH-1233 Bernex (CH).</p>		<p>(74) Mandataire: NITHARDT, Roland; Cabinet Roland Nithardt, 15, rue Edouard-Verdan, CH-1400 Yverdon-les-Bains (CH).</p> <p>(81) Etats désignés: AT (brevet européen), BE (brevet européen), CH (brevet européen), DE (brevet européen), FR (brevet européen), GB (brevet européen), IT (brevet européen), JP, LU (brevet européen), NL (brevet européen), SE (brevet européen), US.</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>

(54) Title: METHOD FOR MEASURING THE CHROMATIC DISPERSION OF AN OPTICAL FIBRE AND APPARATUS FOR IMPLEMENTING SUCH METHOD

(54) Titre: PROCÉDE POUR MESURER LA DISPERSION CHROMATIQUE D'UNE FIBRE OPTIQUE ET APPAREIL POUR LA MISE EN ŒUVRE DE CE PROCÉDE



## (57) Abstract

The apparatus according to the invention comprises a coupler (30) intended to couple between each other two monomode fibres presenting four branches (31, 32, 33, 34). The branch (31) is connected to a branch (36). The branch (33) is the reference fibre and forms with a converging optics (39) and a plane mirror (41) a delay line. The branch (32) is aligned at (37) with the fibre to be measured (38) associated to a mirror (42). The light reflected by the mirrors (41) and (42) forms interference fringes which are used to determine the chromatic dispersion of the fibre to be measured (38).

## (57) Abrégé

L'appareil comporte un coupleur (30) de fibres optiques agencé pour coupler entre elles deux fibres monomodes présentant quatre branches (31, 32, 33 et 34). La branche (31) est raccordée à une branche (36). La branche (33) constitue la fibre de référence et forme avec une optique convergente (39) et un miroir-plan (41) une ligne à retard. La branche (32) est alignée en (37) avec la fibre à mesurer (38), associée à un miroir (42). La lumière renvoyée par les miroirs (41) et (42) forme des franges d'interférence qui sont exploitées pour déterminer la dispersion chromatique de la fibre de mesure (38).

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

PROCÉDE POUR MESURER LA DISPERSION CHROMATIQUE D'UNE FIBRE OPTIQUE ET APPAREIL POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCÉDE

La présente invention concerne un procédé pour mesurer la dispersion chromatique d'une fibre optique, en particulier d'une fibre monomode, comportant une source de lumière de longueur d'onde déterminée, un dispositif pour diviser le faisceau de la lumière émise par la source et pour l'injecter simultanément dans la fibre de mesure et dans une ligne à retard, un dispositif pour regrouper les deux faisceaux divisés de telle manière qu'ils forment des franges d'interférence, et un dispositif détecteur pour détecter les maxima d'amplitude de ces franges.

Elle concerne également un appareil pour mesurer la dispersion chromatique d'une fibre optique, en particulier d'une fibre monomode, cet appareil étant destiné à mettre en oeuvre le procédé ci-dessus et comportant une source de lumière de longueur d'onde déterminée, un dispositif pour diviser le faisceau de la lumière émise par la source et pour l'injecter simultanément dans la fibre de mesure et dans une ligne à retard, un dispositif pour regrouper les deux faisceaux divisés de telle manière qu'ils forment des franges d'interférence, et un dispositif détecteur pour détecter les maxima d'amplitude de ces franges.

La dispersion chromatique dans les fibres monomodes peut limiter de façon importante la bande passante d'une liaison. Elle est la conséquence de la dépendance spectrale de la constance de propagation de la lumière guidée. C'est une grandeur qui, lors de la réalisation d'un système monomode, implique aussi bien la qualité des sources que celle de la fibre.

Plusieurs méthodes sont actuellement utilisées pour mesurer la dispersion chromatique des fibres monomodes. L'une de ces méthodes consiste à déduire la dispersion de la mesure du temps  $t$  de propagation de la lumière de la fibre en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$ . La dispersion chromatique est donnée par la dérivée  $dt/d\lambda$ . Pour effectuer cette

mesure. il est nécessaire de disposer de sources laser de différentes longueurs d'onde capables d'émettre des signaux lumineux modules à très haute fréquence. En effet, puisque les temps à mesurer sont de l'ordre de la pico-seconde, les sources doivent être en mesure d'émettre des impulsions lumineuses monochromatiques dont la durée est au maximum du même ordre de grandeur. Ce type de source laser est très coûteux, ce qui rend la méthode très onéreuse. En outre, il n'est guère possible de disposer d'un grand nombre de sources monochromatiques différentes et, par voie de conséquence, la courbe théorique représentant  $t(\lambda)$  doit être construite avec un petit nombre de points, en général 3 ou 4 au maximum.

Cette méthode dite par transmission est coûteuse en raison de l'appareillage sophistiqué auquel elle fait appel, et est de ce fait relativement peu utilisée.

Une autre méthode appelée méthode interférométrique consiste à produire des franges d'interférence entre la lumière provenant d'une même source lumineuse et ayant parcouru deux circuits optiques différents : un premier circuit comportant une ligne de retard et un second circuit comportant la fibre à mesurer. Si les chemins optiques sont identiques dans les deux circuits, on observe des franges d'interférence. On détermine la position du maximum de contraste de ces franges. Une variation de la longueur d'onde de la lumière transmise ne modifie pas le chemin optique dans la ligne de retard, mais induit une modification du chemin optique dans la fibre optique, étant donné que la vitesse de propagation est fonction de la longueur d'onde. Ceci a pour effet de déplacer le maximum du contraste des franges d'interférence en fonction de la variation de ce temps de propagation de la lumière dans la fibre, variation de temps qui est directement liée à la longueur d'onde en raison de l'existence du phénomène de dispersion chromatique dans la fibre.

Cette méthode permet d'obtenir une courbe théorique du temps de propagation en fonction de la longueur d'onde et, par dérivation, la dispersion chromatique dans la fibre.

Selon les techniques actuellement connues, l'appareillage comporte essentiellement une source de lumière blanche associée à des filtres ou à un monochromateur susceptible d'émettre successivement des faisceaux de lumière monochromatique de longueur d'onde différente. Une lentille convergente forme un faisceau parallèle incident envoyé sur un premier diviseur de faisceaux qui sépare ce faisceau incident en deux faisceaux émergents dont l'un est dirigé sur une ligne à retard et l'autre dans la fibre à mesurer. Un second diviseur est conçu pour regrouper les deux faisceaux provenant l'un de la ligne à retard, et l'autre de la fibre monomode et pour envoyer le faisceau reconstitué sur un détecteur. La ligne à retard comporte avantageusement des miroirs-plans ou un prisme à réflexion totale pour renvoyer le faisceau réfléchi sur le second diviseur de faisceaux.

Cet équipement, s'il est aisément utilisable en laboratoire par des spécialistes ayant une grande expérience de la manipulation des fibres optiques, ne peut pas être utilisé dans une unité de fabrication pour contrôler la production de fibres, en raison de sa fragilité et de la complexité des manipulations à effectuer. En effet, le positionnement de l'optique d'injection de la lumière dans la fibre à mesurer constitue un point délicat. Un autre point délicat est le positionnement du miroir à réflexion totale. Enfin les diviseurs de faisceaux appelés "beamsplitter" polarisent partiellement la lumière, introduisant ainsi des effets de polarisation indésirables.

Ces inconvénients constituent des handicaps graves qui empêchent les fabricants de fibres optiques d'effectuer un contrôle régulier de leur production en vue d'apporter aux fibres produites les corrections requises pour modifier le profil du coeur afin d'obtenir une dispersion de guidage susceptible de compenser la dispersion chromatique de la fibre.

La présente invention se propose de pallier ces inconvénients en développant un procédé et en réalisant un appareil susceptibles d'être utilisés de façon simple et courante dans une unité de production de fibres optiques.

Dans ce but, le procédé selon l'invention est caractérisé en ce que le dispositif pour diviser le faisceau de la lumière émise par la source et pour regrouper les deux faisceaux divisés provenant respectivement de la ligne à retard et de la fibre de mesure, est constitué par un coupleur de fibres.

De façon avantageuse, on utilise une ligne à retard constituée par une fibre optique unique issue du coupleur, des moyens pour réfléchir la lumière transmise par la source via cette fibre unique, et pour la renvoyer à travers cette fibre unique vers le détecteur, et des moyens pour faire varier le chemin optique parcouru par la lumière dans ladite fibre unique.

Les moyens pour faire varier le chemin optique parcouru par la lumière dans ladite fibre unique consistent avantageusement à étirer élastiquement au moins un tronçon de cette fibre et l'on métallise l'extrémité libre de cette fibre unique pour renvoyer la lumière émise par la source à travers cette fibre vers le détecteur.

Les moyens pour faire varier le chemin optique parcouru par la lumière dans ladite fibre unique peuvent aussi consister à faire varier la distance séparant l'extrémité libre de cette fibre unique et une surface réfléchissante disposée sensiblement perpendiculairement, en regard de cette extrémité libre.

Pour obtenir la focalisation du faisceau, on interpose de préférence entre la surface réfléchissante et l'extrémité libre de la fibre unique une optique convergente.

L'extrémité de la fibre unique est avantageusement montée dans une pièce d'extrémité dont la surface antérieure est pourvue d'une surface réfléchissante et l'on utilise cette surface réfléchissante pour compenser les défauts d'alignement de la fibre et de la surface réfléchissante.

L'on utilise avantageusement une source auxiliaire pour aligner la fibre de mesure avec un tronçon de fibre issu du coupleur.

De préférence, la fibre de mesure est montée de telle manière que ses extrémités soient positionnées respectivement sur deux supports fixes disposés entre deux supports mobiles agencés pour porter respectivement une première pièce d'extrémité dans laquelle est montée l'extrémité libre du tronçon de fibre issu du coupleur et une seconde pièce d'extrémité dans laquelle est montée l'extrémité libre d'un tronçon de fibre optique raccordé à ladite source auxiliaire et l'on aligne le tronçon de fibre issu du coupleur et la fibre de mesure en détectant au moyen du détecteur le maximum de la lumière transmise par la source auxiliaire.

L'on utilise de préférence la face antérieure de la pièce d'extrémité pourvue d'une surface réfléchissante pour renvoyer la lumière issue de la source à travers la fibre de mesure, lorsque l'alignement a été effectué au moyen de la source auxiliaire.

Dans ce but également, l'appareil selon l'invention est caractérisé en ce que le dispositif pour diviser le faisceau de lumière émise par la source et pour regrouper les deux faisceaux divisés provenant respectivement de la ligne à retard et de la fibre de mesure est constitué par un coupleur de fibre.

Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux de l'appareil la ligne à retard est constituée par une fibre optique unique issue du coupleur et ledit appareil comporte des moyens pour réfléchir la lumière transmise par la source via cette fibre unique et pour la renvoyer à travers cette fibre vers le détecteur et des moyens pour faire varier le chemin optique parcouru par la lumière dans ladite fibre optique unique.

Ces moyens pour faire varier le chemin optique parcouru par la lumière dans ladite fibre unique peuvent comporter des moyens pour étirer élastiquement au moins un tronçon de cette fibre dont l'extrémité libre comporte avantageusement un revêtement métallique réfléchissant.

Selon un autre mode de réalisation ces moyens comportent des moyens pour déplacer à vitesse constante une surface réfléchissante disposée

sensiblement perpendiculairement en regard de l'extrémité libre de ladite fibre unique.

La ligne de retard comporte de préférence une optique convergente disposée entre l'extrémité libre de la fibre unique et ladite surface réfléchissante, cette extrémité libre étant montée dans une pièce d'extrémité dont la surface antérieure est réfléchissante.

Selon une autre forme de réalisation, l'appareil selon l'invention comporte une source auxiliaire raccordée à un tronçon de fibre monté dans une pièce d'extrémité dont l'extrémité antérieure est réfléchissante, les extrémités de la fibre de mesure étant de préférence respectivement montées sur deux supports fixes disposés en regard de deux supports mobiles agencés pour porter respectivement une première pièce d'extrémité dans laquelle est montée l'extrémité libre du tronçon de fibre issu du coupleur et une seconde pièce d'extrémité dans laquelle est montée l'extrémité libre du tronçon de fibre optique raccordé à la source auxiliaire.

Les extrémités de la fibre de mesure peuvent également être respectivement montées sur deux supports mobiles agencés pour se déplacer selon trois axes orthogonaux, les extrémités du tronçon de fibre issu du coupleur et du tronçon de fibre raccordé à la source auxiliaire étant montés sur des supports fixes.

Les faces antérieures des pièces d'extrémité sont avantageusement pourvues d'une surface plane réfléchissante.

La présente invention sera mieux comprise en référence à la description d'une forme de réalisation et du dessin annexé dans lequel:

La figure 1 représente une vue schématique du dispositif actuellement connu utilisant la méthode interférométrique,

La figure 2 représente une vue de principe de l'appareil selon l'invention,



La figure 3 illustre le principe de l'utilisation des propriétés réfléchissantes d'une pièce d'extrémité de fibre dans la ligne à retard,

La figure 4 illustre le procédé d'alignement de la fibre de mesure avec un tronçon de fibre issu du coupleur de fibres,

La figure 5 illustre une variante de réalisation d'une ligne à retard,

La figure 6 représente schématiquement l'appareil selon l'invention,

La figure 7 représente une vue schématique en plan d'une partie de l'appareil de la fig. 6, et

La figure 8 représente une vue en élévation du dispositif d'alignement de l'appareil selon l'invention.

L'appareil selon l'invention est basé sur la méthode dite interférométrique dont il utilise les principes. Les composants optiques utilisés actuellement en laboratoire sont remplacés par des éléments différents qui présentent l'avantage de permettre des manipulations plus simples et de supprimer un certain nombre de réglages délicats. Dans ce but, on remplace tout d'abord les diviseurs de faisceaux de l'installation connue représentée par la figure 1 par un coupleur de fibres monomodes. Cette installation connue comprend une source de lumière blanche 10, associée à un filtre ou à un monochromateur 11, et une optique convergente 12 pour créer un faisceau parallèle 13 envoyé sur un premier diviseur de faisceaux 14 qui divise le faisceau incident en un premier demi-faisceau émergent 15 et en un second demi-faisceau émergent 16. Le demi-faisceau émergent 15 qui constitue la ligne à retard est envoyé sur un prisme à réflexion totale 17, puis sur un second diviseur de faisceaux 18 qui le regroupe avec le premier demi-faisceau émergent 16. Au moment de son regroupement avec le premier demi-faisceau dans le second diviseur de faisceaux 18, le second demi-faisceau émergent 16 a successivement traversé une première lentille convergente 19, la fibre à mesurer 20, une seconde lentille convergente 21 et bien entendu le second diviseur de faisceaux 18. Un détecteur

22 est disposé sur la trajectoire du faisceau recombinaison pour détecter le maximum de contraste des franges d'interférence.

L'appareil selon l'invention, représenté schématiquement par la figure 2, se compose essentiellement d'un coupleur de fibres monomodes 30 agencé pour coupler entre elles deux fibres monomodes comportant quatre branches 31, 32, 33 et 34. La branche 31 est connectée à une source de lumière monochromatique 35, dont la longueur d'onde peut être variée, telle que par exemple un monochromateur ou une source de lumière blanche associée à un filtre. La branche 34 est connectée à un détecteur 36. La branche 32 est couplée en 37 avec la fibre à mesurer 38. La branche 33 qui constitue la fibre de référence émet théoriquement la lumière transmise d'un point confondu avec le foyer objet d'une optique convergente 39 pour former un faisceau parallèle 40 envoyé sur un miroir 41 qui est positionné de telle manière qu'il réfléchit le faisceau incident sur lui-même et réinjecte cette lumière ainsi réfléchie dans la fibre de référence. L'extrémité libre de la fibre de mesure 38 est associée à un miroir 42 agencé pour injecter la lumière réfléchie dans cette fibre et pour la transmettre à la branche 32.

Le principe de la mesure consiste comme précédemment à faire interférer la lumière issue d'une même source cohérente et ayant parcouru deux chemins optiques différents. A cet effet, on déplace le miroir 41 pour modifier le chemin optique parcouru par la lumière ayant traversé la branche 33 et on mesure la position correspondant au maximum de contraste des franges d'interférence pour une longueur d'onde donnée. En faisant varier la longueur d'onde, on obtient un ensemble de points correspondant aux maxima successifs de contraste des franges d'interférence en fonction de la longueur d'onde.

Dans son principe l'appareil est relativement simple. Il comporte cependant deux points critiques correspondant à deux manipulations particulièrement délicates que l'invention s'est proposée de simplifier. Le premier point critique se situe au niveau du miroir 41 dont la perpendicularité par rapport au faisceau parallèle 40 doit être réglée de façon suffisamment précise pour qu'il puisse réinjecter la

lumière réfléchi dans la fibre de référence. Le second point critique se situe dans la zone 37 et correspond au problème de l'alignement de deux fibres monomodes.

Le problème de la réinjection de la lumière réfléchi par le miroir 41 dans la fibre monomode 33 a été résolu de la manière suivante, décrite en détail en référence à la fig. 3. Si l'extrémité libre de la fibre de référence est positionnée exactement au foyer objet de l'optique convergente 39, le faisceau émergent est parallèle. Pour autant que le miroir 41 soit placé perpendiculairement par rapport à l'axe optique de la lentille, le faisceau réfléchi coïncide avec le faisceau incident et la lumière est renvoyée dans la fibre de référence.

En revanche, si le tronçon d'extrémité de la fibre de référence est décalé latéralement par rapport à l'axe optique de la lentille (comme le montre la fig. 3), le faisceau sortant de la lentille 39 reste parallèle, pour autant que l'extrémité A de cette fibre reste positionnée dans le plan focal objet F. Il est réfléchi par le miroir 41 sous forme d'un faisceau parallèle qui, après avoir traversé l'optique convergente 39, se focalise en un point A' du plan focal F. Etant donné qu'il n'est pas aisé d'aligner de façon précise une fibre optique monomode avec l'axe de la lentille 39, des moyens ont été prévus pour rendre, dans une certaine mesure, la manipulation indépendante de cet alignement. Ces moyens consistent à monter le tronçon d'extrémité de la fibre de référence dans une pièce d'extrémité 50 dont la surface antérieure est polie, ou associée à un miroir, ou revêtue d'une surface appropriée pour être rendue réfléchissante, et positionnée dans le plan focal F.

De ce fait le faisceau réfléchi par le miroir 41, qui est focalisé en un point A' du plan focal F est réfléchi par cette surface 51, renvoyé à travers l'optique convergente 39 sur le miroir 41, réfléchi par ce dernier et focalisé au point A, c'est-à-dire réinjecté dans la fibre de référence.

Un léger défaut de perpendicularité du miroir 41 par rapport à l'axe optique de la lentille 39 a pour effet de déplacer quelque peu le

point de convergence A'. Pour autant que ce point reste sur la surface polie de la pièce d'extrémité 51, le faisceau réfléchi par cette surface aboutit à nouveau à l'extrémité A de la fibre de référence.

En conséquence, la seule condition à respecter est le positionnement de la surface antérieure de la pièce d'extrémité 51 dans le plan focal de l'optique convergente 39. La manipulation est rendue indépendante du positionnement précis du tronçon d'extrémité de la fibre de référence sur l'axe optique de la lentille et de la perpendicularité du miroir 41 par rapport à cet axe optique. Il en résulte que l'appareil est rendu peu sensible aux vibrations susceptibles d'engendrer un tel désalignement du tronçon d'extrémité de la fibre de référence et un décalage angulaire par rapport à l'axe optique de la lentille. Le diamètre de la pièce d'extrémité de la fibre est choisi de telle manière que la réflexion se fasse dans une zone où la surface focale de l'optique convergente est assimilable à un plan.

Le problème de l'alignement de deux fibres monomodes, qui correspond au second point critique évoqué précédemment, dans la zone 37, se résout en utilisant une source auxiliaire. Comme le montre la fig. 4, on équipe l'extrémité libre du tronçon de fibre optique 32 d'une pièce d'extrémité 60 que l'on monte sur un support 61 équipé d'un mécanisme micrométrique 62 de déplacement de cette pièce d'extrémité selon trois axes orthogonaux. Un tronçon de fibre optique 63 équipé d'une pièce d'extrémité 64 est positionné sur un support 65 également pourvu d'un mécanisme micrométrique 66 de déplacement, agencé pour permettre le déplacement de cette pièce d'extrémité selon les trois axes orthogonaux. L'extrémité du tronçon de fibre 63 est couplée à une source auxiliaire 67 qui est de préférence une diode photoluminescente dont le rôle sera précisé ci-dessous. Entre les deux pièces d'extrémité 60 et 64, on monte la fibre à mesurer 38, de telle manière que les extrémités de cette fibre coïncident sensiblement avec les extrémités des fibres 32 et 63. A cet effet, les deux extrémités de la fibre à mesurer 38 sont placées sur deux supports 68 et 69 et on utilise les mécanismes micrométriques 62 et 66 pour effectuer les alignements requis. Dans un premier temps, on utilise à cet effet, la source auxiliaire 67 à l'aide de laquelle on injecte un signal lumineux à

travers la fibre à mesurer 38 dans la fibre optique 32. L'alignement parfait est réalisé lorsque le détecteur 36, qui est couplé à la fibre 32 par l'intermédiaire du coupleur 30 (voir fig. 2), détecte un maximum du signal lumineux émis par la source auxiliaire. Il suffit donc à l'opérateur de rechercher ce maximum pour effectuer l'alignement des deux fibres monomodes 32 et 38. Pour trouver le maximum de lumière transmise, il suffit de déplacer les pièces d'extrémité 60 et 64 sur leur support respectif. Pour faciliter ces opérations, ces supports peuvent être associés à des dispositifs de visualisation de type connu qui permettent d'effectuer très rapidement l'alignement des fibres en regard. Lorsque cet alignement est effectué, l'opérateur déclenche l'alimentation électrique de la diode photoluminescente, qui constitue la source auxiliaire.

Comme le montre le schéma de principe de la fig. 2, l'extrémité de la fibre à mesurer 38 doit être associée à un miroir 42 pour que la lumière transmise par la source principale 35 soit réfléchiée et fasse des interférences avec la lumière retransmise après réflexion sur le miroir 41, par la ligne à retard. Ce miroir est en fait constitué par la face antérieure 70 de la pièce d'extrémité 65 (voir fig. 4). Lorsque l'alignement mentionné ci-dessus est trouvé et lorsque la source auxiliaire a été mise hors service, l'opérateur déplace la pièce d'extrémité 65 de telle manière que l'extrémité de la fibre à mesurer se trouve en face de la surface polie ou traitée de cette pièce d'extrémité qui fera office de miroir. D'une manière connue en soi, on interpose une goutte d'huile de contact entre l'extrémité de la fibre et la surface réfléchissante pour éviter d'être obligé de faire subir un traitement spécial, notamment un polissage, à l'extrémité de la fibre pour supprimer les irrégularités dues à la cassure.

Lorsque les opérations précédentes sont effectuées, la mesure de la dispersion chromatique peut être faite. A cet effet, on fait varier la distance  $d$  séparant l'extrémité libre de la fibre 33 du miroir 41. Le miroir est de préférence monté sur un support mobile qui peut être déplacé par un moteur pas à pas ou tout autre type de moteur permettant d'obtenir une vitesse constante  $v$ . Une variation  $\Delta d$  de  $d$  entraîne une variation de  $4\Delta d$  du chemin optique. On détecte les

maxima de l'enveloppe des franges d'interférence en fonction des variations de la distance  $d$  et de la variation du chemin optique engendré par cette variation de distance. Le signal détecté est oscillatoire. Sa fréquence est égale à:  $f = 4v/\lambda$  où  $v$  est la vitesse du moteur et  $\lambda$  la longueur d'onde de la lumière injectée.

Pour effectuer cette détection, on utilise un amplificateur sélectif qui détecte l'amplitude des oscillations, ce qui revient à définir l'enveloppe du groupe de franges. On calcule les maxima de cette enveloppe pour chaque longueur d'onde, ce qui permet d'obtenir un grand nombre de points et, par conséquent, une grande précision de la mesure. La reproductibilité de la détermination du centre, c'est-à-dire du maximum de l'enveloppe du groupe de franges est de l'ordre de  $0,5 \mu\text{m}$ .

Selon une variante de réalisation illustrée par la fig. 5, on peut supprimer le problème du positionnement de la fibre 33 par rapport au miroir 41. Au lieu de réaliser une ligne à retard dans laquelle on fait varier la distance séparant l'extrémité de la fibre et le miroir, où le signal lumineux traverse un tronçon aérien, on constitue une ligne à retard dans laquelle le signal lumineux ne suit plus une trajectoire aérienne, mais reste constamment localisé à l'intérieur de la fibre. A cet effet, on réalise un dispositif d'étirement comportant deux pinces 80 et 81 qui sont distantes d'une valeur  $d$ . Par un écartement approprié des pinces 80 et 81, on peut faire varier la distance  $d$  d'une longueur  $\Delta d$ . Dans ce cas, le miroir 41 est remplacé par une substance réfléchissante 82 directement appliquée à l'extrémité de la fibre. Cette surface réfléchissante est avantageusement constituée par un dépôt d'argent ou de toute autre substance appropriée.

D'autres techniques pourraient être adoptées pour provoquer un étirement de la fibre. A titre d'exemple, on pourrait imaginer une fibre bobinée sur un noyau cylindrique à diamètre variable. Dans ces exemples de réalisation, on exploite les propriétés élastiques de la fibre optique pour augmenter le chemin optique suivi par le signal lumineux.

En référence à la figure 6, l'appareil représenté comporte un boîtier

90 contenant tous les composants représentés schématiquement par la figure 2. La ligne à retard et le coupleur sont schématiquement représentés par le bloc 91, les cartes de composants électroniques sont représentés par les plaques 92. Le monochromateur et la lampe halogène qui constituent la source S sont représentés par les blocs 93 et 94. Le système d'alignement est contenu dans un boîtier 95 monté au-dessus du bloc 91. Un amplificateur sélectif est logé dans un bloc 96.

La figure 7 illustre plus en détail la ligne à retard ainsi que certains composants qui lui sont associés. Un bloc d'entrée 100 permet de fixer la fibre 31 destinée à être raccordée à la source S, la fibre 34 destinée à être raccordée au détecteur D et la fibre 32. Un premier tambour 101 permet de supporter quelques spires de la fibre 34 qui est par ailleurs raccordée au coupleur 30. Un second tambour 102 permet de supporter quelques spires de la fibre 31 qui est également raccordée au coupleur. Un troisième tambour double 103 permet de supporter quelques spires de la fibre 32 qui est aussi raccordée au coupleur 30. Le troisième tambour double 103 porte également quelques spires de la fibre 33, également raccordée au coupleur 30, et qui intervient dans la réalisation de la ligne à retard. L'extrémité libre de la fibre 33 est montée dans une pièce d'extrémité 104 portée par un support fixe 105. Cette pièce d'extrémité est disposée en regard de l'optique convergente 39 dont le support 106 est réglable selon trois axes orthogonaux 107. Le miroir 41 est monté sur un support 108 mobile axialement. Son déplacement axial est obtenu par un moteur 109.

Le système d'alignement dont le principe a été décrit en référence à la figure 4 est logé dans le boîtier 95. La figure 8 montre ce dispositif d'alignement en élévation. Comme mentionné précédemment, en référence à la figure 4, il comprend le premier support 61 équipé du dispositif de déplacement micrométrique destiné à déplacer la pièce d'extrémité 60 selon les trois axes orthogonaux. Ce dispositif de déplacement micrométrique comprend trois vis micrométriques 111, 112 et 113. Le dispositif d'alignement comprend d'autre part le second support 65 équipé du dispositif de déplacement micrométrique destiné à déplacer la pièce d'extrémité 64 selon trois axes orthogonaux. Ce dispositif de déplacement micrométrique comprend également trois vis

micrométriques 114, 115 et 116. La fibre de mesure 38 est portée par des pièces de guidage 117 et 118.

il est bien entendu que certains composants de l'appareil décrit pourraient être modifiés ou remplacés par des composants équivalents. De même leur agencement relatif pourrait être changé selon les besoins, sans que ces modifications sortent du cadre de la présente invention.

En particulier, une forme de réalisation avantageuse peut consister à maintenir les pièces d'extrémité 60 et 64 fixes et à monter les extrémités de la fibre de mesure 38 sur des supports à déplacement micrométrique.



## Revendications

1. Procédé pour mesurer la dispersion chromatique d'une fibre optique, en particulier d'une fibre monomode, comportant une source de lumière de longueur d'onde déterminée, un dispositif pour diviser le faisceau de la lumière émise par la source pour l'injecter simultanément dans la fibre de mesure et dans une ligne à retard, un dispositif pour regrouper les deux faisceaux divisés de telle manière qu'ils forment des franges d'interférence, et un dispositif détecteur pour détecter les maxima d'amplitude de ces franges, caractérisé en ce que le dispositif pour diviser le faisceau de la lumière émise par la source et pour regrouper les deux faisceaux divisés provenant respectivement de la ligne à retard et de la fibre de mesure, est constitué par un coupleur de fibres.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise une ligne à retard constituée par une fibre optique unique (33) issue du coupleur (30), des moyens pour réfléchir la lumière transmise par la source via cette fibre unique, et pour la renvoyer à travers cette fibre unique vers le détecteur, et des moyens pour faire varier le chemin optique parcouru par la lumière dans ladite fibre unique.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens pour faire varier le chemin optique parcouru par la lumière dans ladite fibre unique consistent à étirer élastiquement au moins un tronçon de cette fibre.

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on métallise l'extrémité libre (82) de la fibre unique (33) pour renvoyer la lumière émise par la source (35) à travers cette fibre vers le détecteur (36).

5. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que les moyens pour faire varier le chemin optique parcouru par la lumière dans ladite fibre unique (32) consistent à faire varier la distance séparant l'extrémité libre de ladite fibre unique et une surface réfléchissante (41) disposée sensiblement perpendiculairement, en regard de

cette extrémité libre.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on interpose entre la surface réfléchissante (41) et l'extrémité libre de la fibre unique (33) une optique convergente (39).

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'on monte l'extrémité de la fibre unique (33) dans une pièce d'extrémité (50) dont la face antérieure est pourvue d'une surface réfléchissante (51) et en ce que l'on utilise cette surface réfléchissante (51) pour compenser les défauts d'alignement de la fibre (33) et de la surface réfléchissante (41).

8. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise une source auxiliaire (67) pour aligner la fibre de mesure (38) avec un tronçon de fibre (32) issu du coupleur (30).

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'on monte la fibre de mesure (38) de telle manière que ses extrémités soient positionnées respectivement sur deux supports fixes (68 et 69) disposés entre deux supports mobiles (61 et 65) agencés pour porter respectivement une première pièce d'extrémité (60) dans laquelle est montée l'extrémité libre du tronçon de fibre (32) issu du coupleur (30) et une seconde pièce d'extrémité (64) dans laquelle est montée l'extrémité libre d'un tronçon de fibre optique (63) raccordé à ladite source auxiliaire (67), et en ce que l'on aligne le tronçon de fibre (33) issu du coupleur (30) et la fibre de mesure (38) en détectant au moyen du détecteur (36) le maximum de la lumière transmise par la source auxiliaire (67).

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'on utilise la face antérieure (70) de la pièce d'extrémité (64) pourvue d'une surface réfléchissante, pour renvoyer la lumière issue de la source (35) à travers la fibre de mesure, lorsque l'alignement a été effectué au moyen de la source auxiliaire.

11. Appareil pour mesurer la dispersion chromatique d'une fibre opti-

que, en particulier d'une fibre monomode, comportant une source de lumière de longueur d'onde déterminée, un dispositif pour diviser le faisceau de la lumière émise par la source et pour l'injecter simultanément dans la fibre de mesure et dans une ligne à retard, un dispositif pour regrouper les deux faisceaux divisés de telle manière qu'ils forment des franges d'interférence, et un dispositif détecteur pour détecter les maxima d'amplitude de ces franges, caractérisé en ce que le dispositif pour diviser le faisceau de la lumière émise par la source et pour regrouper les deux faisceaux divisés provenant respectivement de la ligne à retard et de la fibre de mesure est constitué par un coupleur de fibre.

12. Appareil selon la revendication 11, caractérisé en ce que la ligne à retard est constituée par une fibre optique unique (33) issue du coupleur (30), et en ce qu'il comporte des moyens pour réfléchir la lumière transmise par la source (35) via cette fibre unique et pour la renvoyer à travers cette fibre vers le détecteur (36), et des moyens pour faire varier le chemin optique parcouru par la lumière dans ladite fibre optique unique (33).

13. Appareil selon la revendication 12, caractérisé en ce que les moyens pour faire varier le chemin optique parcouru par la lumière dans ladite fibre unique (33) comportent des moyens pour étirer élastiquement au moins un tronçon de cette fibre.

14. Appareil selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'extrémité libre de ladite fibre unique (33) comporte un revêtement métallique réfléchissant (82).

15. Appareil selon la revendication 12, caractérisé en ce que les moyens pour faire varier le chemin optique parcouru par la lumière dans ladite fibre unique (33) comportent des moyens pour déplacer à vitesse constante une surface réfléchissante (41) disposée sensiblement perpendiculairement en regard de l'extrémité libre de ladite fibre unique.

16. Appareil selon la revendication 15, caractérisé en ce que la ligne

de retard comporte une optique convergente (39) disposée entre l'extrémité libre de la fibre unique (33) et ladite surface réfléchissante (41).

17. Appareil selon la revendication 16, caractérisé en ce que l'extrémité libre de la fibre unique (33) est montée dans une pièce d'extrémité (50) dont la surface antérieure est réfléchissante.

18. Appareil selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'il comporte une source auxiliaire (67) raccordée à un tronçon de fibre (63) monté dans une pièce d'extrémité (64) dont l'extrémité antérieure est réfléchissante.

19. Appareil selon la revendication 18, caractérisé en ce que les extrémités de la fibre de mesure sont respectivement montées sur deux supports fixes (68 et 69) disposés en regard de deux supports mobiles (61 et 65) agencés pour porter respectivement une première pièce d'extrémité (60) dans laquelle est montée l'extrémité libre du tronçon de fibre (32) issu du coupleur (30) et une seconde pièce d'extrémité (64) dans laquelle est montée l'extrémité libre du tronçon de fibre optique (63) raccordé à la source auxiliaire (67).

20. Appareil selon la revendication 18, caractérisé en ce que les extrémités de la fibre de mesure sont respectivement montées sur deux supports mobiles agencés pour se déplacer selon trois axes orthogonaux et en ce que les extrémités du tronçon de fibre (32) issu du coupleur (30) et du tronçon de fibre (63) raccordé à la source auxiliaire (67) sont montées sur des supports fixes.

21. Appareil selon les revendications 19 et 20, caractérisé en ce que les faces antérieures des pièces d'extrémité (60, 64) sont pourvues d'une surface plane réfléchissante.

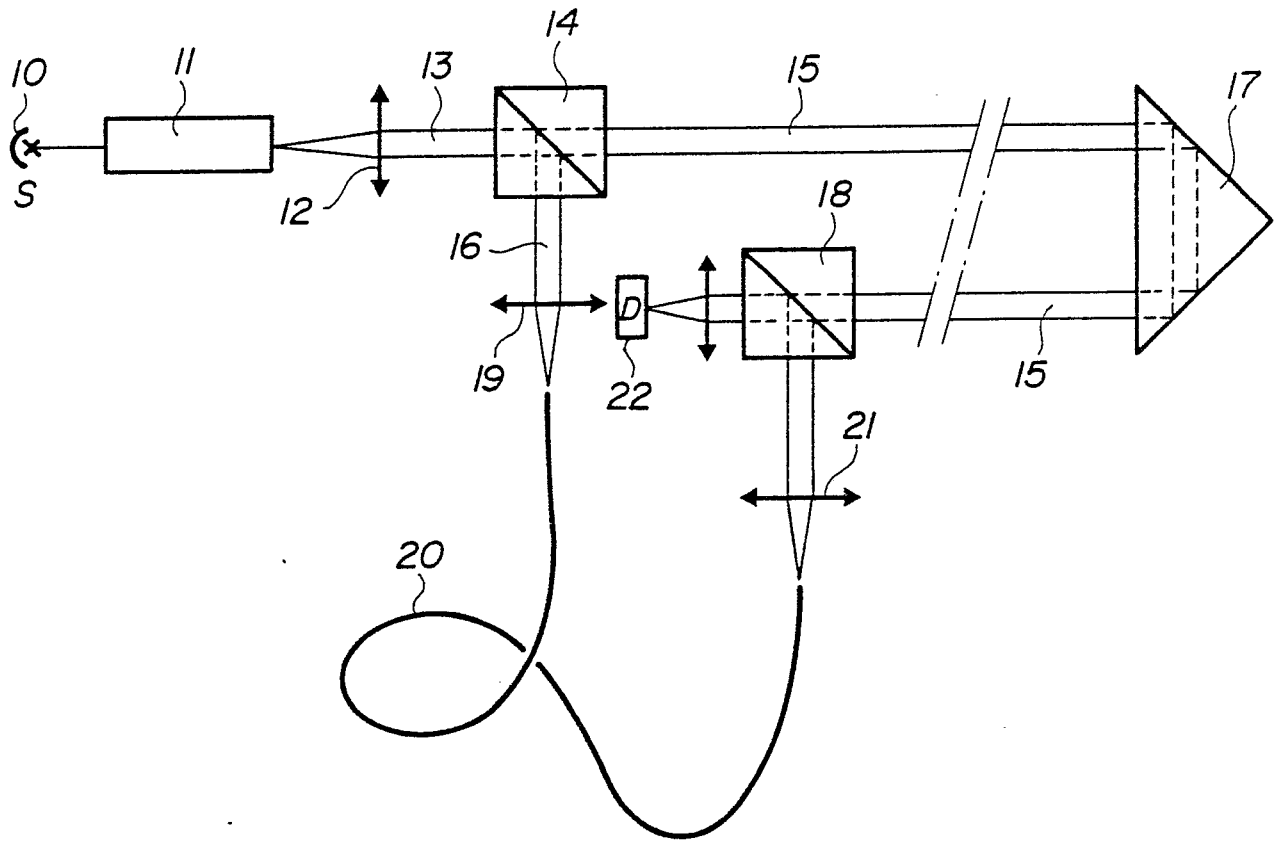


FIG. 1

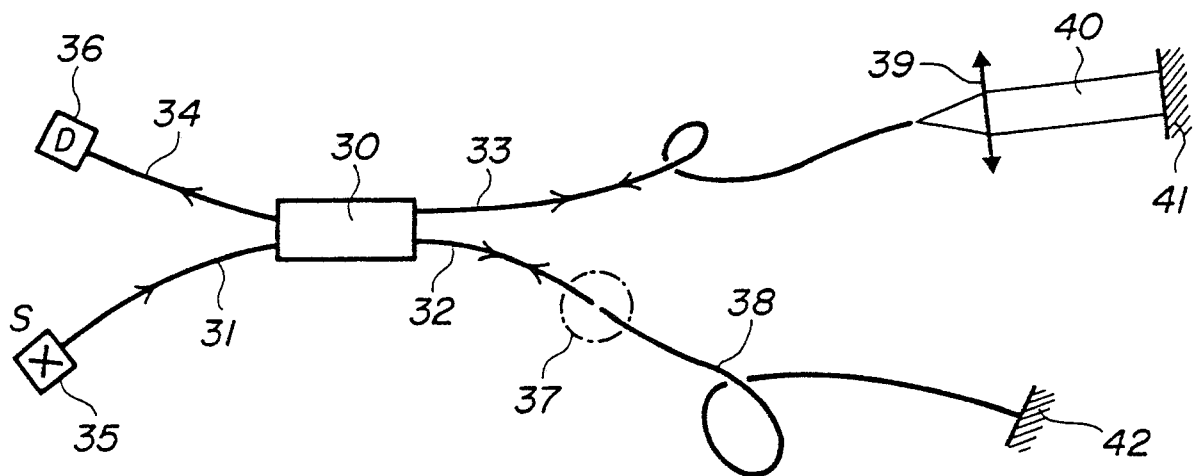


FIG. 2

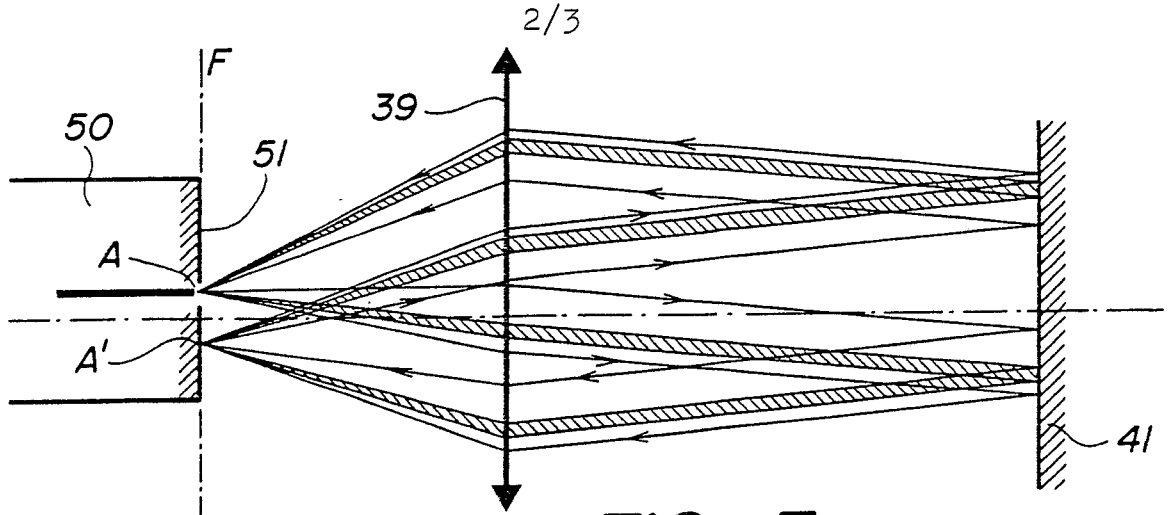


FIG. 3

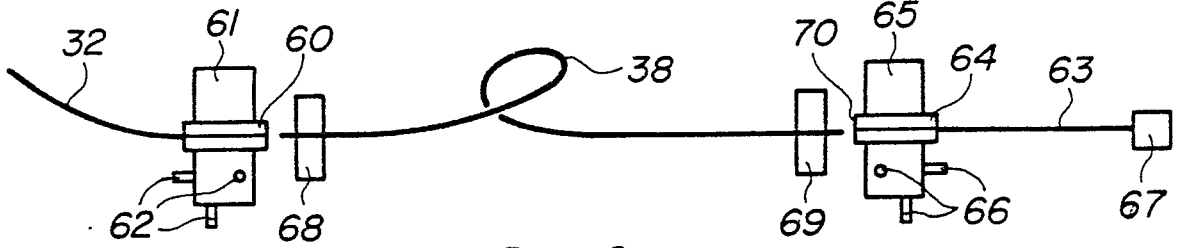


FIG. 4

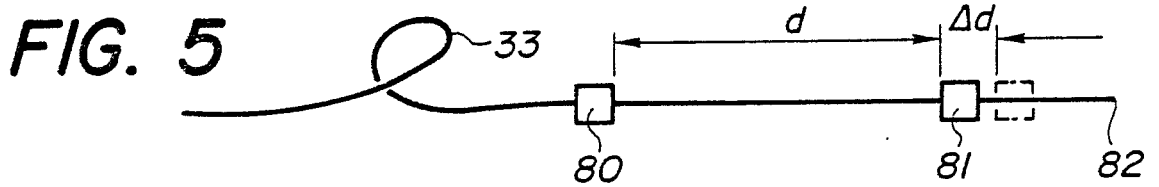


FIG. 5

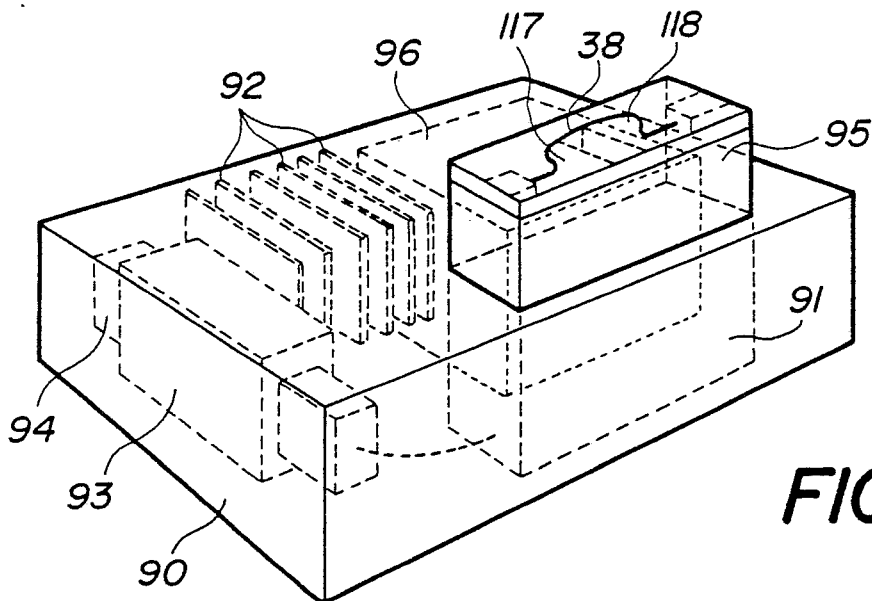
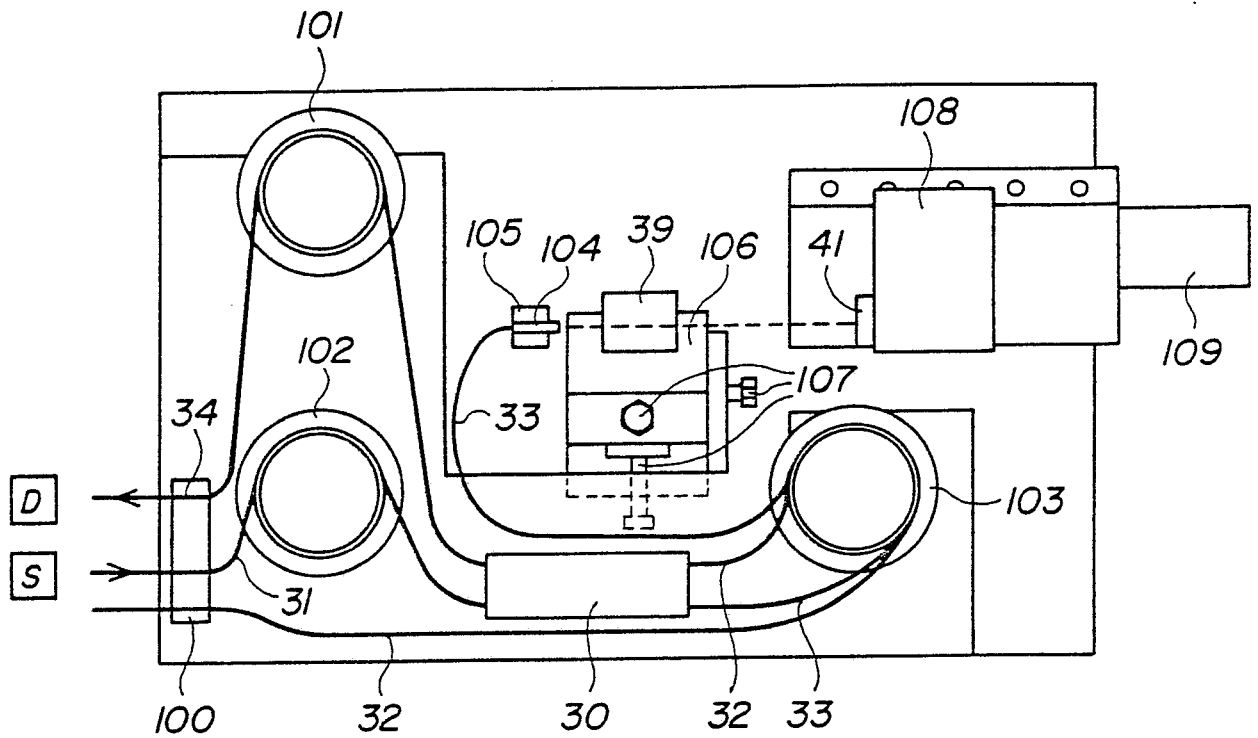
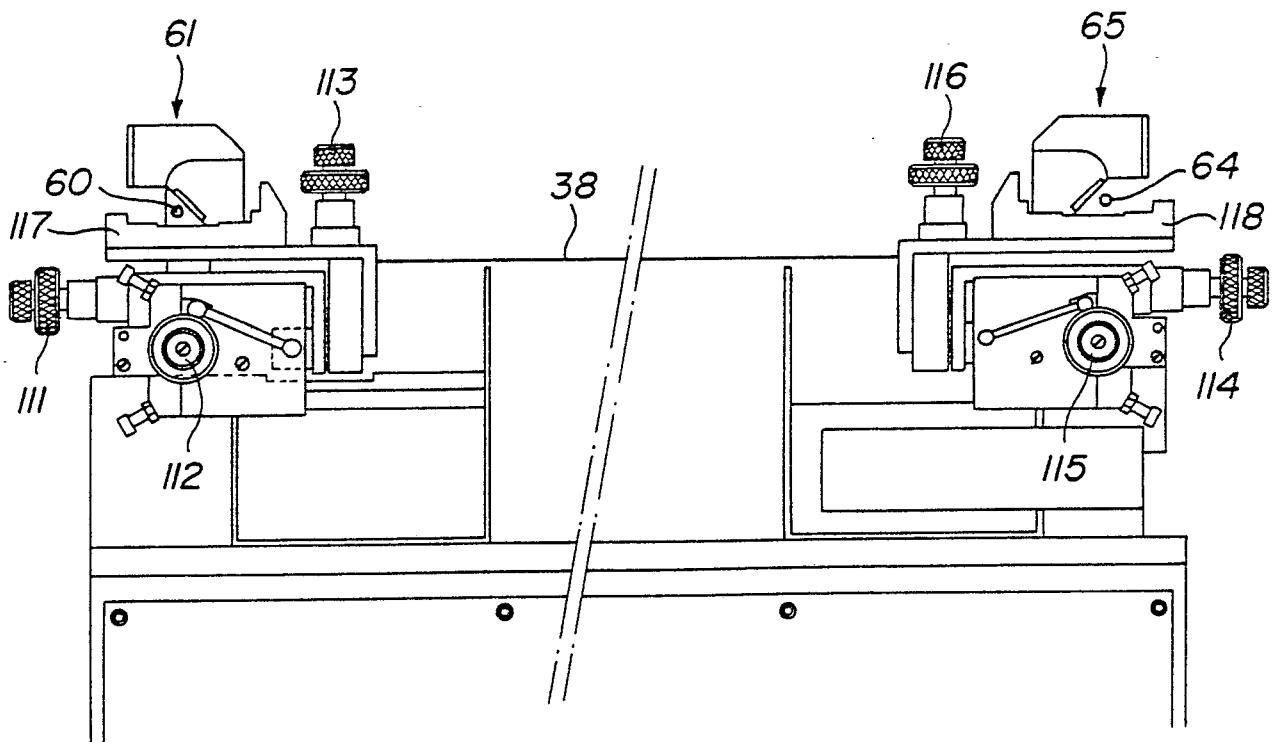


FIG. 6



**FIG. 7**



**FIG. 8**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/CH 87/00077

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (if several classification symbols apply, indicate all) <sup>6</sup>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
Int. Cl. <sup>4</sup> : G 01 M 11/00		
<b>II. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum Documentation Searched <sup>7</sup>		
Classification System	Classification Symbols	
Int. Cl. <sup>4</sup>	G 01 M 11	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>8</sup>		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <sup>9</sup></b>		
Category <sup>*</sup>	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>
A	Optical Fiber Communication Conference Technical Digest, Atlanta, Georgia, US, 24-26 February 1986, "référence" WG2, D.L. Franzen et al.: "High-resolution dispersion measurements in single-mode fiber using a tunable laser diode and recirculating coupler", pages 102 and 103, see the whole document	1,11
A	EP, A, 0125758 (STANDARD TELEPHONES AND CABLES PUBLIC LTD CO.) 21 November 1984, see the whole document	1,11
-----		
<p><sup>*</sup> Special categories of cited documents: <sup>10</sup></p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"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.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
14 September 1987 (14.09.1987)	12 October 1987 (12.10.1987)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
EUROPEAN PATENT OFFICE		



ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/CH 87/00077 (SA 17680)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 26/09/87

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A- 0125758	21/11/84	GB-A, B 2138234	17/10/84
		JP-A- 59206738	22/11/84
		CA-A- 1219465	24/03/87
		US-A- 4674872	23/06/87


---

---

For more details about this annex :  
see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale N° PCT/CH 87/00077

<b>I. CLASSEMENT DE L'INVENTION</b> (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) <sup>7</sup>		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
CIB <sup>4</sup> : G 01 M 11/00		
<b>II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTÉ</b>		
Documentation minimale consultée <sup>8</sup>		
Système de classification	Symboles de classification	
CIB <sup>4</sup>	G 01 M 11	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté <sup>9</sup>		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS</b> <sup>10</sup>		
Catégorie *	Identification des documents cités, <sup>11</sup> avec indication, si nécessaire, des passages pertinents <sup>12</sup>	N° des revendications visées <sup>13</sup>
A	Optical Fiber Communication Conference Technical Digest, Atlanta, Georgia, US, 24-26 février 1986, référence WG2, D.L. Franzen et al.: "High-resolution dispersion measurements in single-mode fiber using a tunable laser diode and recirculating coupler", pages 102 et 103, voir le document en entier	1,11
A	EP, A, 0125758 (STANDARD TELEPHONES AND CABLES PUBLIC LTD CO.) 21 novembre 1984, voir le document en entier	1,11
-----		
<p>* Catégories spéciales de documents cités: <sup>11</sup></p> <p>« A » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>« E » document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>« 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)</p> <p>« O » document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>« P » document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> <p>« 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</p> <p>« X » document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive</p> <p>« 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.</p> <p>« &amp; » document qui fait partie de la même famille de brevets</p>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
14 septembre 1987	12 OCT 1987	
Administration chargée de la recherche internationale OFFICE EUROPEEN DES BREVETS	Signature du fonctionnaire autorisé M. VAN MOL 	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE RELATIF

---

A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO. PCT/CH 87/00077 (SA 17680)

---

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche international visé ci-dessus. Lesdits membres sont ceux contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 26/09/87

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

---

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets	Date de publication
EP-A- 0125758	21/11/84	GB-A,B 2138234	17/10/84
		JP-A- 59206738	22/11/84
		CA-A- 1219465	24/03/87
		US-A- 4674872	23/06/87

---