

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 742 882

21) N° d'enregistrement national : 95 15372

51) Int Cl⁶ : G 02 B 6/28

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 22.12.95.

30) Priorité :

43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 27.06.97 Bulletin 97/26.

56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : CORNING INCORPORATED — US.

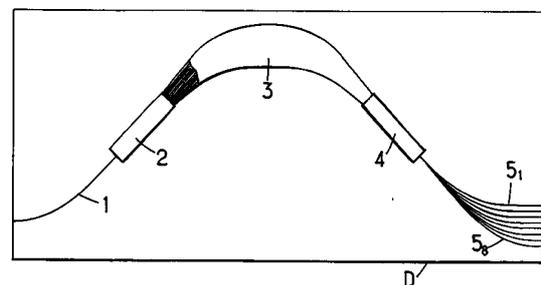
72) Inventeur(s) : TROUCHET DENIS MARCEL.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire : CABINET DE BOISSE.

54) DEMULTIPLEXEUR DE LONGUEURS D'ONDE, REALISE EN OPTIQUE INTEGREE.

57) Le démultiplexeur comprend a) un guide d'onde d'entrée (1), b) une pluralité de guides d'ondes de sortie (5), c) un ensemble (3) de guides d'ondes intégrés adjacents fonctionnant en réseau de phase, d) un guide d'onde extenseur de mode disposé à l'entrée du coupleur d'entrée (2) et raccordé aux guides d'ondes d'entrée (1), et e) une pluralité de guides d'onde réducteurs de mode disposés à la sortie du coupleur de sortie (4) et raccordés chacun à un des guides d'onde de sortie (5). Le guide extenseur de mode et lesdits guides réducteurs de mode sont de géométrie identique, à largeur variant linéairement suivant leur longueur, la largeur desdits guides extenseurs et réducteurs à leur raccordement au coupleur associé étant fixée pour optimiser la largeur de la bande passante d'un canal tout en limitant la diaphonie entre guides de sortie (5) à un niveau prédéterminé.



FR 2 742 882 - A1



La présente invention est relative à un démultiplexeur de longueurs d'onde, réalisé en optique intégrée et, plus particulièrement, à un tel démultiplexeur comprenant a) au moins un guide d'ondes d'entrée alimenté par une pluralité
5 de signaux optiques dans plusieurs canaux de longueurs d'ondes différentes, b) une pluralité de guides d'ondes de sortie traversés chacun par l'un desdits canaux de longueur d'onde, c) un ensemble de guides d'ondes intégrés adjacents raccordés d'un côté aux guides d'ondes d'entrée et, de
10 l'autre côté, aux guides d'ondes de sortie à travers un coupleur d'entrée et un coupleur de sortie, respectivement, les longueurs des guides de l'ensemble croissant incrémentiellement de guide en guide de manière que l'ensemble constitue un réseau de phase, d) un guide d'ondes
15 expanseur de mode disposé à l'entrée du coupleur d'entrée, et e) une pluralité de guides d'ondes réducteurs de mode disposés à la sortie du coupleur de sortie et raccordés chacun à un des guides d'ondes de sortie.

On connaît de tels démultiplexeurs, notamment de
20 US-A-5 002 350. Dans ce document, on fait état, pour minimiser les pertes optiques, d'un couplage de proximité important entre les guides de l'ensemble de guides d'ondes intégrés formant réseau de phase, aux niveaux de la sortie du coupleur d'entrée et de l'entrée du coupleur de sortie.
25 Ce couplage est défavorable au démultiplexage recherché, comme cela est établi dans US-A-5 136 671. En outre, dans un tel démultiplexeur, un problème important est celui de l'optimisation de la largeur de la bande passante dans chacun des canaux séparés, pour un niveau limite de
30 diaphonie acceptable prédéterminé.

La présente invention a précisément pour but de réaliser un démultiplexeur de longueurs d'ondes optiques à faibles pertes d'énergie lumineuse, sans recours au fort couplage mentionné ci-dessus, et dans lequel la largeur de
35 bande passante de chacun des canaux séparés est optimisée en fonction d'un bas niveau de diaphonie prédéterminé.

On atteint ces buts de l'invention, ainsi que d'autres qui apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, avec un démultiplexeur de longueurs d'ondes optiques du type décrit ci-dessus, remarquable en ce que le guide
5 expandeur de mode disposé à l'entrée du coupleur d'entrée et raccordé au guide d'entrée, et les guides réducteurs de mode disposés à la sortie du coupleur de sortie et raccordés chacun à des guides d'ondes de sortie, sont de géométrie
10 identique, à largeur variant linéairement suivant leur longueur, et la largeur desdits guides expandeurs et réducteurs à leur raccordement au coupleur associé étant fixée pour optimiser la largeur de la bande passante d'un canal tout en limitant la diaphonie entre canaux de sortie à un niveau prédéterminé.

15 Suivant un mode de réalisation préféré de l'invention, le dispositif comprend en outre un guide d'ondes réducteur de mode entre le coupleur d'entrée et une extrémité de chacun des guides de l'ensemble de guides d'ondes formant réseau de phase, et un guide d'ondes expandeur de mode entre
20 l'autre extrémité de chacun des guides de cet ensemble et le coupleur de sortie, ces guides expandeurs et réducteurs étant de géométrie identique, à largeur variant linéairement suivant leur longueur, et dimensionnés pour réduire le couplage de proximité entre guides dudit ensemble à un
25 niveau bas prédéterminé.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre et à l'examen du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est un schéma faisant apparaître les
30 principaux éléments du démultiplexeur suivant l'invention,

- les figures 2 et 3 sont des schémas du coupleur d'entrée et du coupleur de sortie, respectivement, faisant partie du démultiplexeur de la figure 1,

- la figure 4 rassemble trois coupes schématiques du
35 coupleur de la figure 2, prises suivant les traits de coupe A, B et C de cette figure, et

- la figure 5 est un graphe permettant d'expliquer le processus d'optimisation de la bande passante d'un canal en fonction du niveau de diaphonie limite accepté, mis en oeuvre dans la conception du démultiplexeur suivant l'invention.

On se réfère à la figure 1 du dessin annexé où il apparaît que le démultiplexeur D suivant l'invention comprend, de manière connue, un guide d'ondes d'entrée 1, un coupleur d'entrée 2 installé entre le guide 1 et un ensemble ou réseau 3 de guides d'ondes adjacents, dont les extrémités opposées à celles connectées au coupleur 2 sont raccordées à un coupleur de sortie 4 interposé entre ces extrémités et N guides d'ondes de sortie 5_1 à 5_n ($N = 8$ dans l'exemple représenté).

A l'exception des divers expandeurs et réducteurs de mode, tous les guides d'ondes du démultiplexeur suivant l'invention sont monomodes. Ces guides, ainsi que les coupleurs, sont intégrés dans un substrat plan, en verre par exemple, par l'une quelconque des techniques bien connues en optique intégrée, telles que la diffusion d'ions ou le dépôt chimique en phase vapeur (connu sous le sigle CVD).

A titre d'exemple illustratif et non limitatif, le démultiplexeur de la figure 1 peut recevoir, à l'entrée du guide 1, les rayonnements modulés de huit diodes laser, centrés sur des longueurs d'onde λ_1 à λ_8 situées autour de 1.550 nm, la séparation de ces longueurs d'onde étant égale à $\Delta\lambda = 1,6$ nm par exemple. La fonction de ce démultiplexeur est de séparer les rayonnements ainsi mélangés dans le guide 1, de manière que les rayonnements aux longueurs d'ondes λ_1 à λ_8 se retrouvent sur les guides de sorties 5_1 à 5_8 , respectivement, à la sortie du démultiplexeur D.

Pour ce faire, l'ensemble 3 de guides d'ondes doit fonctionner comme un réseau de phase. Il peut comprendre à cet effet, de manière connue, une pluralité de guides d'ondes adjacents (25 par exemple) dont les longueurs

croissent de guide en guide d'un incrément ΔL . Cet incrément ΔL détermine un déphasage $\Delta\phi$ proportionnel, entre les rayonnements se propageant dans deux guides d'ondes adjacents quelconques de l'ensemble 3, qui fonctionne ainsi
5 comme un réseau de phase.

On se réfère maintenant aux figures 2 et 4 du dessin annexé pour expliquer la structure et le fonctionnement du coupleur d'entrée 2. Celui-ci est réalisé, par exemple, par dépôt sur le substrat 6 du démultiplexeur D, d'une couche de
10 "coeur" 7 gravée classiquement suivant la configuration des guides d'ondes à délimiter, cette couche 7 étant recouverte d'une couche 8 de "gaine", par analogie avec les éléments correspondants d'une fibre optique discrète.

Il apparaît sur la figure 2, examinée en liaison avec
15 les coupes A, B et C de la figure 4, que la couche 7 de coeur comprend une région 9 de propagation "libre", c'est-à-dire sans confinement latéral, cette région 9 étant intercalée entre des régions 10 et 11 où un tel confinement est présent.

20 On trouve ainsi, dans la région 10 de la couche de coeur, un guide d'ondes central expasseur de mode 12 et dans la région 11, une pluralité de guides d'ondes réducteurs de mode 13_j ($j =$ de 1 à 25 dans l'exemple représenté). L'entrée de l'expasseur 12 est raccordée à la sortie du guide
25 d'entrée 1 alors que la sortie de l'expasseur 12 est raccordée à la région 9 de coeur, dans laquelle la propagation des rayonnements n'est pas confinée latéralement. Les entrées des réducteurs de mode 13_j sont distribuées régulièrement, avec un pas p , transversalement à
30 la sortie de la région 9, sur un arc de cercle de rayon R , dont le centre de courbure coïncide avec la sortie de l'expasseur de mode 12. Les schémas des figures 2 et 4 sont fortement comprimés axialement. Sur le schéma de la figure 2, en particulier, l'arc de cercle utile de rayon R est
35 assimilé à un segment de droite d .

Le coupleur d'entrée 1 pourrait être raccordé à plus d'un guide d'ondes d'entrée et comporter alors autant d'expansions de mode qui seraient répartis sur un arc de cercle de même rayon R et donc le centre de courbure serait
5 situé au milieu de l'arc de cercle défini par les entrées des réducteurs de mode 13_j suivant un agencement confocal.

Ainsi, la lumière couplée dans le guide d'onde 1 traverse l'expansion 12 et diverge dans la région 9 de coeur (pas de confinement latéral) pour être finalement collectée
10 par les guides de l'ensemble 3, à travers les réducteurs de mode 13_j .

Le coupleur de sortie 4 représenté à la figure 4 est conçu et réalisé en suivant les principes exposés ci-dessus en liaison avec la description du coupleur d'entrée 2. Le
15 coupleur 4 comprend, comme le coupleur 2, une région 14 de coeur dans laquelle la propagation de lumière se fait sans confinement latéral, cette région de coeur étant raccordée aux sorties des guides de l'ensemble 3 (le réseau de phase) à travers un jeu de guides expansions de mode 15_j distribués
20 régulièrement, suivant le pas p , sur un arc de cercle de rayon R , comme les réducteurs 13_j du coupleur 2.

Les rayonnements de longueurs d'onde λ_i couplés dans le guide d'entrée 1 du démultiplexeur D sont recueillis chacun par un des guides de sortie 5_i , à travers des réducteurs de
25 mode 16_i agencés régulièrement suivant un pas p' sur un arc de cercle de rayon R , suivant l'agencement confocal décrit pour le coupleur 2. C'est un choix approprié de l'abscisse curviligne x de chaque réducteur 16_i sur l'arc de cercle de rayon R , et du pas p' séparant ces réducteurs, qui permet de
30 réaliser le démultiplexage souhaité des rayonnements de longueur d'onde λ_i ($i = 1$ à 8 dans le mode de réalisation représenté). On démontre que cette abscisse x peut être tirée de la relation :

$$n_w \cdot \Delta L + n_s p \frac{x_i}{R} = m \lambda_i$$

où :

x_i est l'abscisse correspondant à la longueur d'onde λ_i ,
 5 n_w et n_s , les indices effectifs d'un mode se propageant dans
 un guide d'onde et dans un guide plan (9 ou 14),
 respectivement,

m , l'ordre de diffraction.

Si l'on choisit de disposer les réducteurs de mode 16_i
 10 avec un pas p' constant, la longueur d'onde centrale λ_0 du
 groupe des longueurs d'onde démultiplexées qui est
 diffractée au centre de courbure de l'arc formé par les
 expanseurs de mode 15_j en sortie du réseau de phase 3 et la
 séparation $\Delta\lambda$ de ces longueurs d'ondes sont tirées des
 15 relations :

$$\Delta L = m \frac{\lambda_0}{n_w}$$

$$\frac{dx}{d\lambda} = \frac{m \cdot R \cdot n_g}{n_s \cdot p \cdot n_w} = \frac{p'}{\Delta\lambda} , \text{ où}$$

20 $\frac{dx}{d\lambda}$ est la dispersion des longueurs d'onde du dispositif.

$n_g = n_w \left(1 - \frac{dn_w}{d\lambda} \right)$ est l'indice de groupe.

Enfin, le nombre total \underline{N} des guides d'onde de sortie 5_i
 doit être maintenu dans l'intervalle spectral libre ISL du
 réseau de phase, soit :

25

$$N \Delta\lambda < ISL = \frac{\lambda}{m}$$

D'une manière générale, l'atténuation (Att_{dB}) exprimée
 en décibels que réalise un dispositif optique recevant un

signal de puissance P_1 et transmettant un signal de puissance P_2 est représentée en décibels (dB) par la relation :

$$Att_{dB} = -10 \log \left(\frac{P_2}{P_1} \right)$$

5

Suivant une caractéristique importante du démultiplexeur D selon l'invention, l'expandeur de mode 12 et les réducteurs de mode 16₁ sont de géométrie identique, de forme effilée, leur largeur variant linéairement suivant leur longueur. Comme on le verra plus loin en liaison avec l'examen des graphes de la figure 5, l'expansion ou la réduction des modes qu'ils déterminent, peut être choisie de manière à optimiser la largeur de bande passante d'un canal démultiplexé (à 3dB, par exemple), en respectant un niveau limite de diaphonie, qui est donc mesurée par l'atténuation du signal optique résiduel aux longueurs d'onde des autres canaux que le canal démultiplexé.

A cet égard, il faut noter que l'on pourrait obtenir une diaphonie limitée sans utiliser un expandeur tel que l'expandeur 12 du dispositif suivant l'invention. Cependant la bande passante de chaque canal, à la sortie du démultiplexeur serait alors excessivement étroite et le démultiplexeur inutilisable.

Suivant l'invention encore, la géométrie des expandeurs et réducteurs de mode utilisés à l'entrée et à la sortie du démultiplexeur D sont identiques de manière à minimiser les pertes d'énergie lumineuse, du fait que l'on évite ainsi toute inadaptation de mode entre les guides d'entrée et de sortie.

Suivant une autre caractéristique de la présente invention, les réducteurs de mode 13_j et les expandeurs de mode 15_j installés aux deux extrémités des guides d'ondes du réseau de phase 3 sont aussi de géométrie identique, à largeur variant linéairement suivant leur longueur, et

dimensionnés pour réduire le couplage de proximité entre guides du réseau à une valeur négligeable.

Le couplage de proximité est responsable d'un transfert de lumière entre un guide donné du réseau vers ses guides voisins et peut aussi être caractérisé par l'atténuation du signal optique restant dans le guide après traversée du réseau de phase. Cette atténuation peut être calculée au moyen de la relation générale ci-dessus si on suppose qu'un seul guide du réseau est excité avec le signal P_1 et transmet le signal P_2 . On considère ici que le couplage de proximité entre guides du réseau peut être négligé si l'atténuation du signal dans chaque guide du réseau est supérieure à 20 dB. Cette caractéristique, favorable au bon fonctionnement du démultiplexeur suivant l'invention, n'est pas présente dans le démultiplexeur décrit dans US-A-5 002 350 précité.

Comme on l'a indiqué ci-dessus, l'expandeur de mode 12 et les réducteurs de mode 16_i sont dimensionnés en fonction du compromis à atteindre entre la diaphonie visée sur les canaux adjacents et la largeur, en longueurs d'onde, des canaux.

On a déjà indiqué que les réducteurs 16_i placés en sortie du coupleur de sortie 4 sont disposés de façon à réaliser la sélection en longueur d'onde voulue. Dans le cas où l'on choisit de disposer les réducteurs de mode 16_j avec un pas p' (exprimé en μm) constant, le démultiplexeur, avec la dispersion $dx/d\lambda$ (exprimée en $\mu\text{m}/\text{nm}$) produit des canaux régulièrement séparés de $\Delta\lambda$ (exprimé en nm) en longueur d'onde, suivant la relation :

$$p' = \frac{dx}{d\lambda} \Delta\lambda$$

Dans le cas où les coupleurs d'entrée 2 et de sortie 4 sont dimensionnés de manière identique, le mode diffracté par le réseau de phase 3 en sortie du coupleur de sortie 4

est identique au mode formé en sortie de l'expandeur de mode 12 à l'entrée du coupleur d'entrée 2, et sa position x_i dépend de la longueur d'onde λ_i du canal considéré. La lumière qui est couplée au réducteur de mode 16_i en sortie du coupleur de sortie 4 est l'intégrale de recouvrement entre le mode diffracté et celui accepté à l'entrée des réducteurs de mode. Dans ce cas, et en se plaçant dans le cadre d'une approximation gaussienne de l'amplitude de ces modes, le coefficient de couplage, caractérisé par l'atténuation du signal optique à des longueurs d'onde voisines du canal considéré, peut simplement être représenté par la fonction :

$$Att_{dB} = 4,34 \left[\frac{\frac{dx}{d\lambda} (\lambda - \lambda_i)}{w} \right]^2 \quad (1)$$

où Att_{dB} est l'atténuation de signal optique exprimée en décibels, λ est une longueur d'onde voisine de la longueur d'onde λ_i du canal considéré et w est le rayon du mode, mesuré à $1/e^2$ du maximum du profil d'intensité, formé à la sortie de l'expandeur 12 du coupleur d'entrée et aux entrées des réducteurs de mode 16_i du coupleur de sortie.

La fonction (1) est représenté sur le graphe de la figure 5, pour deux valeurs différentes du rayon de mode w . La courbe 17 qui a la plus grande courbure au centre du canal λ_i , correspond à un rayon de mode w de $4\mu\text{m}$ et la courbe 18 correspond à un rayon de mode w de $6\mu\text{m}$.

Si on suppose que chaque canal démultiplexé peut être utilisé dans une bande de fonctionnement $\pm d\lambda$ autour de sa longueur d'onde centrale, la diaphonie X_{talk} d'un canal démultiplexé sur ses canaux adjacents doit être calculée, en substituant la séparation en longueur d'onde $(\Delta\lambda - d\lambda)$ du centre du canal au terme $\lambda - \lambda_i$, par la relation suivante :

$$X_{talk} = 4,34 \left(\frac{\frac{dx}{d\lambda} (\Delta\lambda - d\lambda)}{w} \right)^2$$

La diaphonie X_{talk} pour la courbe 17 est au-dessus de 49 dB, ce qui est largement supérieur à la spécification habituelle de diaphonie, de 22 dB. La diaphonie mesurée sur la courbe 18 est exactement de 22 dB à la limite de la bande de fonctionnement (de $\pm 0,4$ nm) du canal adjacent, quand $\Delta\lambda = 1,6$ nm.

La largeur $\Delta\lambda_{FWHM}$ du pic de longueur d'onde du canal, qui est définie à un niveau prédéterminé d'atténuation du signal optique (par exemple 3 dB) est aussi différente pour les deux courbes 17 et 18. En substituant la demi-largeur $\Delta\lambda_{FWHM}/2$ du pic au terme $\lambda - \lambda_1$ dans la relation (1), celle-ci prend la forme suivante :

$$\Delta\lambda_{FWHM} = \frac{2w \sqrt{\frac{Att_{dB}}{4,34}}}{\frac{dx}{d\lambda}}$$

A 3 dB d'atténuation du signal optique, l'expression de la largeur (en longueur d'onde) des canaux se simplifie de la façon suivante :

$$\Delta\lambda_{FWHM} = 1,66 \left(\frac{w}{\frac{dx}{d\lambda}} \right)$$

Quand le rayon de mode w croît de 4 μm à 6 μm , la largeur, en longueur d'onde, des canaux croît de 0,66 nm à 0,88 nm, soit une largeur de bande à 3dB d'atténuation supérieure à la bande d'utilisation $\pm 0,4$ nm.

Ainsi, la diaphonie en excès de 22 décibels peut être convertie en une plus grande largeur (en longueur d'onde) des canaux, en réglant le rayon de mode commun w formé à la sortie du ou des expanseurs de mode 12 et aux entrées des réducteurs de mode 16_i. Le choix de ce rayon w permet de dimensionner l'extrémité de grande largeur de l'expandeur ou du réducteur, dont la largeur doit évidemment être de l'ordre de grandeur de $2w$.

A titre d'exemple illustratif et non limitatif, on va maintenant décrire un mode de réalisation du démultiplexeur suivant l'invention, conçu pour satisfaire aux caractéristiques suivantes :

- nombre (N) de canaux = 8
- séparation ($\Delta\lambda$) des canaux en longueur d'onde = 1,6 nm
- longueur d'onde centrale (λ_0) = 1.550 nm
- diaphonie (X_{talk}) sur canaux adjacents = 22 dB
- bande ($\pm d\lambda$) de fonctionnement des canaux démultiplexés = $\pm 0,4$ nm
- largeur de bande ($\Delta\lambda_{\text{FWHM}}$) à 3 dB, dans chaque canal, aussi grande que possible.

Pour obtenir ces caractéristiques, on doit d'abord définir l'ordre de diffraction (m) fournissant 8 canaux avec une séparation de 1,6 nm, dans l'intervalle spectral libre (ISL) du réseau 3. On choisit en fait un ordre de diffraction inférieur à la limite (121) pour minimiser les variations de pertes lumineuses sur les huit canaux, soit $m = 60$.

On en déduit aisément l'incrément ΔL de longueur des guides de l'ensemble 3 formant réseau de phase :

$$\Delta L = m\lambda_0/n_w = 64,14 \text{ } \mu\text{m pour } n_w = 1,45$$

Pour que le démultiplexeur suivant l'invention reste très compact, les extrémités d'entrée et de sortie des guides de l'ensemble 3 doivent être aussi proches que possible, le couplage de proximité entre canaux devant
 5 cependant être maintenu avec une atténuation supérieure à 20 dB, comme on l'a vu plus haut. On choisit alors :

$$p = 18 \mu\text{m}.$$

10 Les expanseurs et réducteurs de mode introduits, suivant l'invention, dans le démultiplexeur ont des bords latéraux rectilignes inclinés de $0,5^\circ$ sur l'axe longitudinal de l'expanseur ou du réducteur de manière à présenter à une
 15 extrémité une largeur maximale de $17 \mu\text{m}$ et, à l'autre extrémité, une largeur minimale de $6,7 \mu\text{m}$ correspondant au diamètre du guide monomode auquel cette extrémité est raccordée, quand le procédé de fabrication de ce guide assure un contraste d'indice $\Delta n/n = 0,75 \%$.

On peut choisir, pour l'espacement p' des réducteurs de
 20 mode 16_1 une valeur égale à celle de p , soit $p' = 18 \mu\text{m}$, toujours pour maintenir le couplage de proximité au-dessus de 20 dB.

Enfin, on choisit le rayon commun aux arcs suivant lesquels sont disposés les expanseurs et les réducteurs de
 25 mode, respectivement à l'entrée et à la sortie du coupleur de sortie 4 pour obtenir une séparation $\Delta\lambda = 1,6 \text{ nm}$. Ce rayon R est alors tel que :

$$R = \frac{n_s \cdot p \cdot p' \cdot n_w}{m \cdot \Delta\lambda \cdot n_g} = 4893,75 \mu\text{m}$$

30

Les paramètres ainsi calculés permettent de construire aussi bien le coupleur d'entrée 2 que le coupleur de sortie 4, ceux-ci devant être identiques (au nombre des entrées du coupleur 2 et des sorties du coupleur 4 près) pour éviter

toute inadaptation de mode entre les guides d'entrée et de sortie.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit et représenté qui n'a été donné qu'à
5 titre d'exemple. C'est ainsi que, comme on l'a mentionné plus haut, le coupleur d'entrée pourrait être raccordé à plusieurs guides d'entrée, à travers autant d'expanses de mode, ces entrées pouvant être utilisées alternativement. Le
10 démultiplexeur suivant l'invention pourrait tout aussi bien être utilisé en multiplexeur de longueur d'ondes optiques, en vertu du principe du retour inverse de la lumière.

REVENDICATIONS

1. Démultiplexeur de longueurs d'onde, réalisé en optique intégrée comprenant :

5 a) au moins un guide d'onde d'entrée (1) alimenté par une pluralité de signaux optiques dans plusieurs canaux de longueurs d'onde différentes,

b) une pluralité de guides d'ondes de sortie (5_i) traversé chacun par l'un desdits canaux de longueurs d'onde

10 c) un ensemble (3) de guides d'ondes intégrés adjacents raccordés d'un côté au guide d'onde d'entrée (1) et, de l'autre côté, aux guides d'ondes de sortie (5_i) à travers un coupleur d'entrée (2) et un coupleur de sortie (4), respectivement, les longueurs des guides de l'ensemble (3) croissant incrémentiellement de guide en guide de manière
15 que l'ensemble (3) constitue un réseau de phase,

d) un guide d'onde expenseur de mode (12) disposé à l'entrée du coupleur d'entrée (2) et raccordé au guide d'onde d'entrée (1),

20 e) une pluralité de guides d'onde réducteurs de mode (16_i) disposés à la sortie du coupleur de sortie (4) et raccordés chacun à un des guides d'onde de sortie (5_i),

caractérisé en ce que ledit guide expenseur de mode (12) et lesdits guides réducteurs de mode (16_i) sont de géométrie identique, à largeur variant linéairement suivant
25 leur longueur, la largeur desdits guides expenseurs et réducteurs à leur raccordement au coupleur associé étant fixée pour optimiser la largeur de la bande passante d'un canal tout en limitant la diaphonie entre canaux de sortie (5_i) à un niveau prédéterminé.

30 2. Démultiplexeur conforme à la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre, f) un guide d'onde réducteur de mode (13_j) entre le coupleur d'entrée (1) et une extrémité de chacun des guides de l'ensemble (3) de guides d'onde formant réseau de phase et g) un guide d'onde
35 expenseur de mode (15_j) entre l'autre extrémité de chacun des guides de cet ensemble (3) et le coupleur de sortie (4),

lesdits guides expanseurs (15_j) et réducteurs (13_j) étant de géométrie identique, à largeur variant linéairement suivant leur longueur, et dimensionnés pour réduire le couplage de proximité entre guides de l'ensemble (3) à un niveau bas
5 prédéterminé.

3. Démultiplexeur conforme à l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que chaque coupleur (2 ; 4) comprend une région (9 ; 14) de coeur où la propagation de lumière s'opère sans confinement latéral,
10 entre au moins un expanseur de mode d'entrée ($12 ; 15_j$) et une pluralité de réducteurs de mode ($13_j ; 16_i$) de sortie.

4. Démultiplexeur conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la diaphonie entre les guides de sortie (5_i) correspond à une atténuation
15 du signal, dans un canal donné, supérieure à 20 dB.

5. Démultiplexeur conforme à la revendication 2, caractérisé en ce le couplage de proximité entre guides de l'ensemble (3) correspond à une atténuation du signal, dans un guide donné, supérieure à 20 dB.

20 6. Démultiplexeur conforme à l'une quelconque des revendications précédentes, réalisé par dépôt chimique en phase vapeur (CVD), caractérisé en ce que les guides d'onde d'entrée (1) et de sortie (5_i), ainsi que les guides d'onde de l'ensemble (3) sont monomodes, en ce que les expanseurs
25 et les réducteurs de mode présentent des bords latéraux rectilignes inclinés de $0,5^\circ$ environ sur leur axe longitudinal, et en ce que la largeur d'un expanseur ou d'un réducteur, à son raccordement au coupleur d'entrée ou de sortie associé est d'environ 17 μm .

30 7. Démultiplexeur conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que la largeur de bande (λ_{FWHM}) dans un canal donné est supérieure à environ $\pm 0,4$ nm.

8. Utilisation d'un démultiplexeur conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 7, en multiplexeur de
35 longueurs d'ondes optiques.

1_2

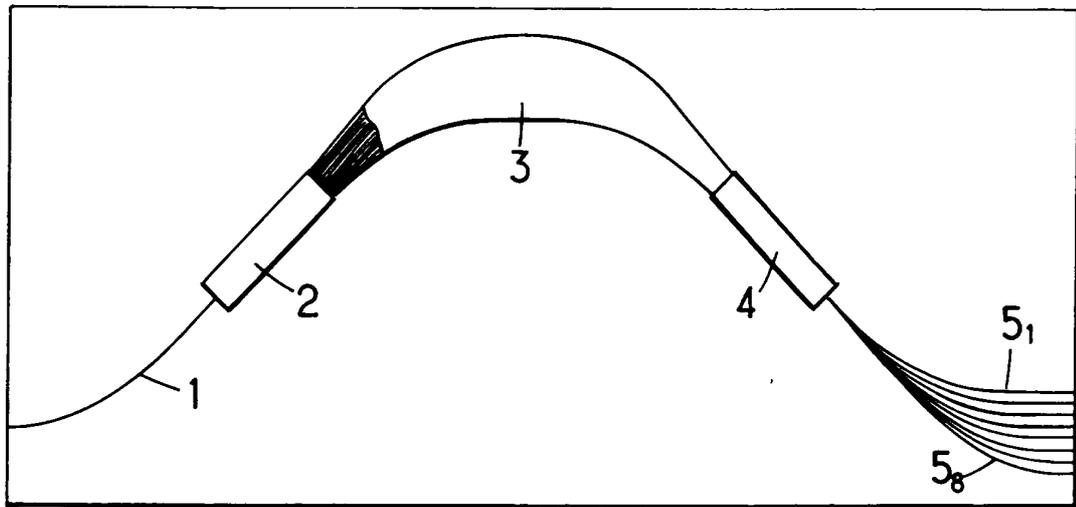


FIG.:1

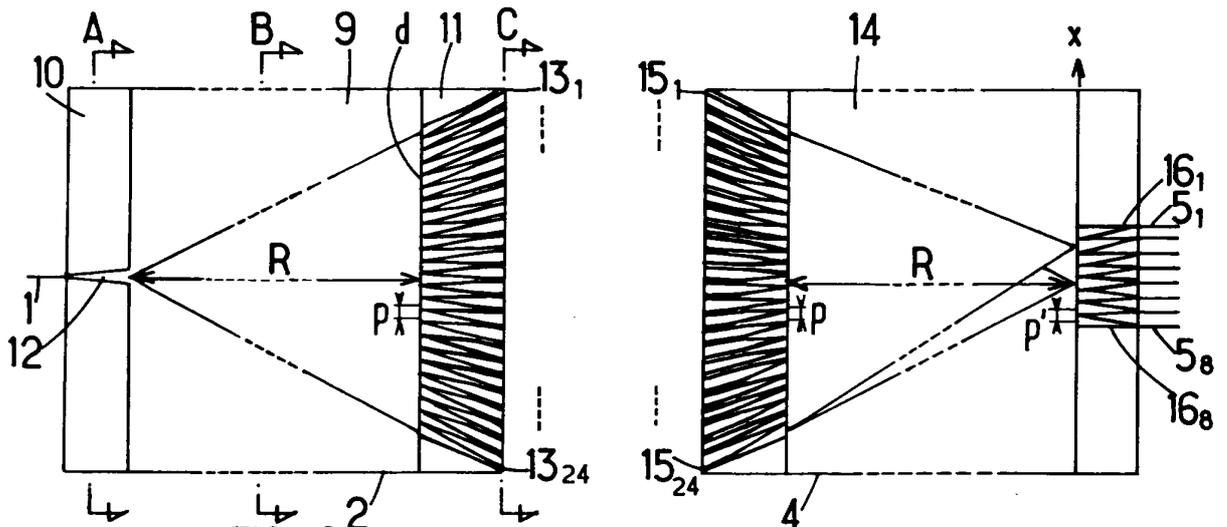


FIG.:2

FIG.:3

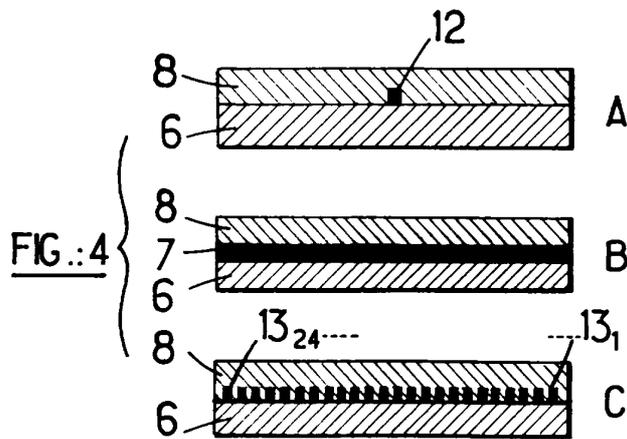


FIG.:4

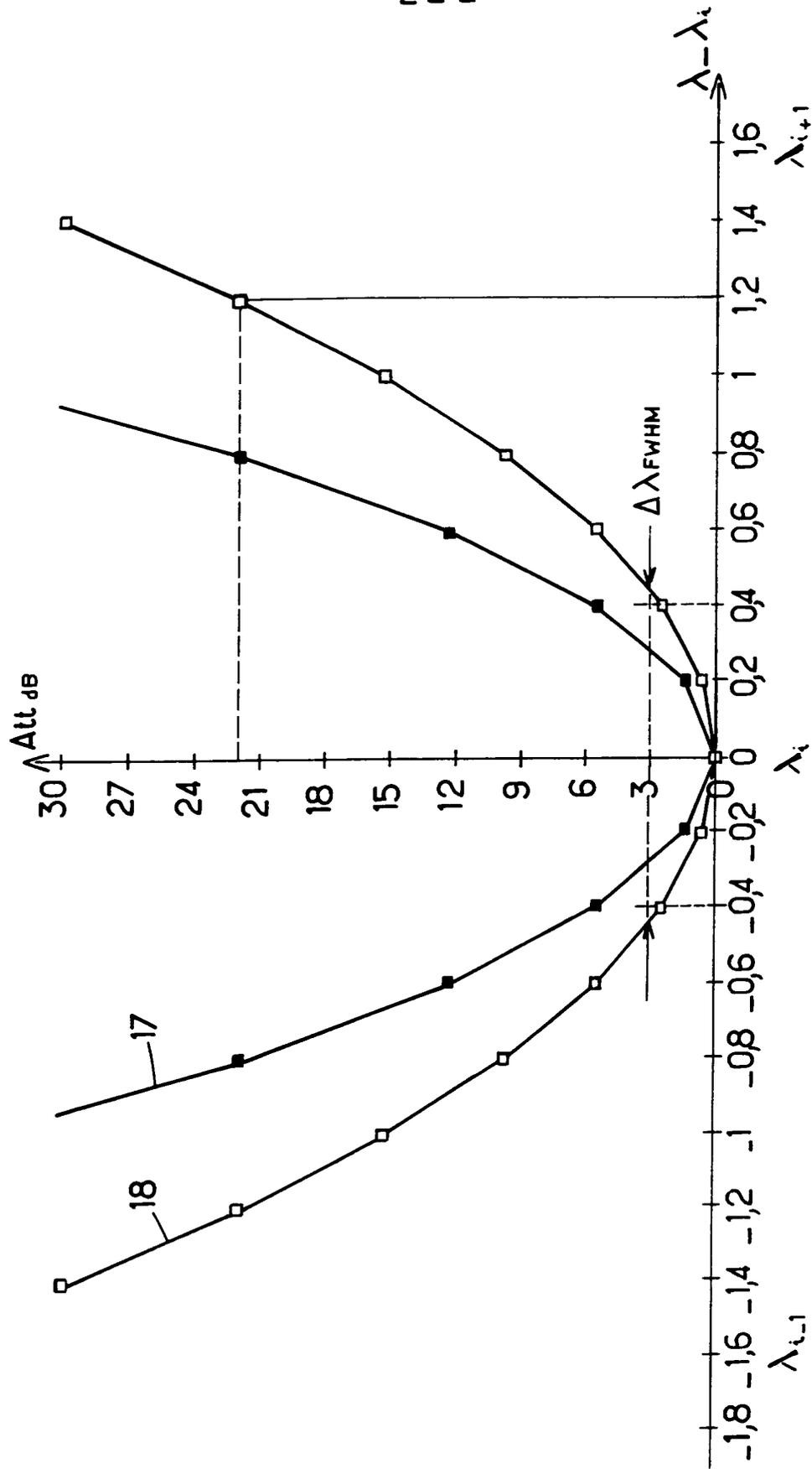


FIG. 5

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 18, no. 126 (P-1702) & JP-A-05 313029 (NTT) * abrégé *	1-3,8
A	--- WO-A-91 15790 (UNIVERSITY OF OTTAWA) * page 11, ligne 24 - page 12, ligne 15 * * figures 1,4 *	1
A,D	--- US-A-5 002 350 (AT&T) * colonne 2, ligne 13 - colonne 4, ligne 8 * * figure 1 *	1
A	--- JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, vol. 13, no. 3, 1 Mars 1995, pages 447-455, XP000509310 TAKAHASHI H ET AL: "TRANSMISSION CHARACTERISTICS OF ARRAYED WAVEGUIDE N X N WAVELENGTH MULTIPLEXER" * chapitre IIA * * figure 2 *	1
A	--- US-A-5 412 744 (AT&T) * colonne 8, ligne 16 - colonne 9, ligne 45 * * figures 11-13 * -----	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		G02B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
3 Septembre 1996		Luck, W
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

2
EPO FORM 1503 01.82 (P/MC13)