

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
21 septembre 2006 (21.09.2006)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2006/097531 A1**

(51) Classification internationale des brevets :  
*G02B 6/293* (2006.01) *H01S 5/14* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/EP2006/060846

(22) Date de dépôt international : 17 mars 2006 (17.03.2006)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
0502712 18 mars 2005 (18.03.2005) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
THALES [FR/FR]; 45 Rue De Villiers, F-92200  
Neuilly-sur-Seine (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : LARAT,  
Christian [FR/FR]; 13 Rue De Bucy, F-75006 Paris (FR).  
LALLIER, Eric [FR/FR]; 6, Avenue De La Soeur Rosalie,  
F-75013 Paris (FR).

(74) Mandataires : BREDA, Jean-Marc etc.; MARKS &  
CLERK France, Conseils en Propriété Industrielle, 31-33  
Avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil (FR).

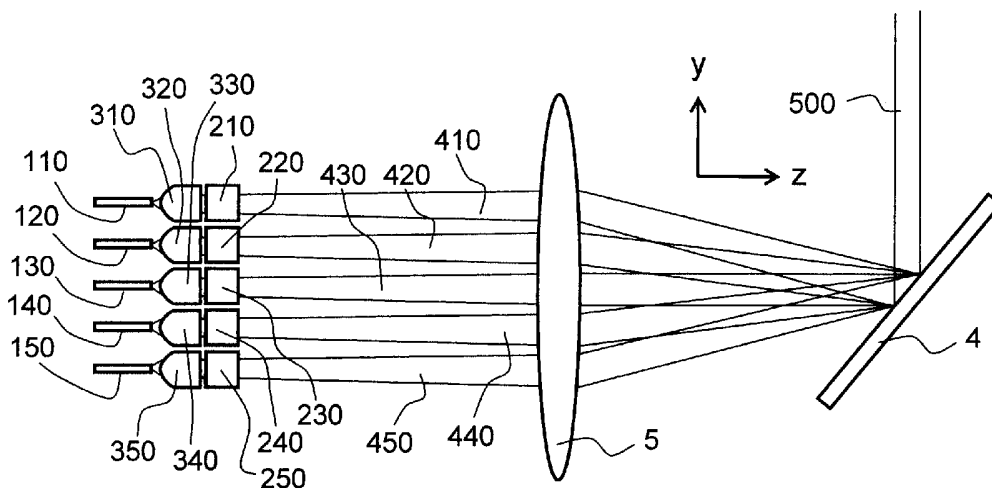
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,  
KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY,  
MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO,  
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),  
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,  
FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: OPTICAL DEVICE FOR WAVELENGTH-DIVISION MULTIPLEXING

(54) Titre : DISPOSITIF OPTIQUE DE MULTIPLEXAGE EN LONGUEUR D'ONDE



(57) Abstract: The invention concerns the field of optical devices for wavelength-division multiplexing for generating from a plurality of optical beams (410, 420, 430) emitted by different sources (110, 120, 130) at different wavelengths a single polychromatic light beam in a common direction. The invention concerns a compact optical device for wavelength-division multiplexing comprising several light sources (110, 120, 130) of laser diode type each including a transmissive spectral device (210, 220, 230) arranged proximate the sources and enabling wavelengths of emission beams to be selected in accordance with the incidence direction on a dispersion grating (4) so that the directions of the diffracted beams are all identical, thereby multiplexing the light sources. The laser diodes can be mounted in the form of a strip. Additional optics (310, 320, 330) enable the characteristics of the emitted beams to be modified and in particular their ellipticity.

[Suite sur la page suivante]

WO 2006/097531 A1



RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

---

**(57) Abrégé :** le domaine de l'invention est celui des dispositifs optiques de multiplexage en longueur d'onde permettant de générer à partir d'une pluralité de faisceaux optiques (410, 420, 430) émis par des sources différentes (110, 120, 130) à des longueurs d'onde différentes un faisceau de lumière unique polychromatique dans une direction commune. L'invention a pour objet un dispositif optique de multiplexage en longueur d'onde compact comprenant plusieurs sources de lumière (110, 120, 130) de type diodes laser comportant chacune un dispositif de sélection spectral de type transmissif (210, 220, 230) disposé au voisinage des sources et permettant de sélectionner les longueurs d'onde des faisceaux d'émission en fonction de leur direction d'incidence sur un réseau de dispersion (4) de façon que les directions des faisceaux diffractés soient toutes identiques, assurant ainsi le multiplexage des sources de lumière. Les diodes laser peuvent être montées en barrette. Des optiques supplémentaires (310, 320, 330) permettent de modifier les caractéristiques des faisceaux émis et notamment leur ellipticité.

## DISPOSITIF OPTIQUE DE MULTIPLEXAGE EN LONGUEUR D'ONDE

5

Le domaine de l'invention est celui des dispositifs optiques de multiplexage en longueur d'onde permettant de générer à partir d'une pluralité de faisceaux optiques émis par des sources différentes à des longueurs d'onde différentes un faisceau de lumière unique dans une direction commune.

L'invention peut s'appliquer à différents types de sources de lumière mais elle est tout particulièrement bien adaptée au multiplexage de diodes laser, soit montées sur une barrette unique soit sur plusieurs barrettes. On obtient ainsi une source de lumière de luminance très supérieure à celle de chaque diode ou de chaque barrette de diodes prise individuellement.

Les barrettes de diodes laser sont des composants monolithiques comprenant un certain nombre de diodes laser unitaires émettant toutes dans la même direction. Le nombre de diodes est typiquement compris entre 10 et 50.

Le multiplexage en longueur d'onde de sources lumineuses est connu. On citera notamment les brevets EP 0859249 intitulé : « Optical fiber wavelength multiplexer and demultiplexeur » et US 4930855 intitulé « Wavelength multiplexing of lasers ». Ces dispositifs comprennent un dispositif optique de mélange des faisceaux optiques qui est généralement un réseau de diffraction fonctionnant en réflexion. Les faisceaux sont émis par les sources à des longueurs d'onde différentes sous des incidences différentes choisies de façon que les faisceaux émis soient diffractés par le dispositif optique de mélange dans une direction commune unique.

Il est possible de perfectionner encore ce dispositif en imposant la longueur d'onde d'émission des sources de lumière au moyen d'un dispositif de sélection spectral externe. Le brevet français de référence 99 16401 intitulé : « Multiplexeur en longueurs d'onde de sources laser » décrit un dispositif de ce type. Il comprend une pluralité de sources laser émettant des faisceaux à des longueurs d'onde différentes, un premier réseau de

diffraction formant miroir de cavité et réalisant une configuration de type Littrow, une optique de focalisation et un second réseau de diffraction assurant la superposition des faisceaux d'émission des diodes laser.

Un des inconvénients de ce type de dispositif est lié à l'utilisation  
5 en réflexion du premier réseau de diffraction qui assure la sélection spectrale des diodes laser. En effet, il faut nécessairement utiliser une optique-relais permettant de focaliser les faisceaux émis sur ce réseau, cette optique devant comporter des éléments cylindriques pour compenser les dissymétries de divergence des faisceaux émis. Par conséquent, le dispositif  
10 final est complexe et encombrant. De plus, l'utilisation de plusieurs optiques diminue la transmission des faisceaux et accroît les problèmes de lumière parasite. Enfin, il ne saurait s'appliquer simplement à une source de lumière comportant plusieurs barrettes de diodes laser.

15 Le dispositif selon l'invention permet de résoudre en grande partie ces problèmes. Le dispositif comporte, en effet, un dispositif de sélection spectral fonctionnant par transmission. On peut ainsi réaliser un agencement du dispositif très compact et nécessitant peu de composants.

20 Plus précisément, l'invention a pour objet un dispositif optique de multiplexage en longueur d'onde comprenant :

- Plusieurs sources de lumière émettant des faisceaux de lumière incidents substantiellement monochromatiques centrés sur des longueurs d'onde toutes différentes ;
  - 25 • Un dispositif optique de mélange ayant des propriétés de dispersion spectrale, transformant un faisceau de lumière incident en un faisceau de lumière émergent, la direction du faisceau émergent dépendant à la fois de la direction du faisceau incident et de sa longueur d'onde ;
- 30 caractérisé en ce que les sources de lumière comportent chacune un dispositif de sélection spectral de type transmissif disposé au voisinage de ladite source et permettant de sélectionner les longueurs d'onde des faisceaux d'émission en fonction de leur direction d'incidence sur le dispositif optique de mélange de façon que les directions des faisceaux émergents

soient toutes identiques, assurant ainsi le multiplexage des sources de lumière.

Généralement, le dispositif optique de mélange est un élément  
5 optique fonctionnant par diffraction de la lumière.

Avantageusement, le dispositif ne comporte qu'un seul filtre de  
sélection spectral ayant la forme d'une lame optique sensiblement à faces  
planes et parallèles, commune à toutes les sources et dont les propriétés de  
sélection spectrale varient selon une direction privilégiée, soit de façon  
10 continue, soit par pas incrémental.

Avantageusement, les sources sont montées sur au moins une  
barrette, les sources sont des diodes laser et la longueur d'onde d'émission  
des sources est imposée par le filtre de sélection spectral, ledit filtre formant  
miroir de cavité.

Avantageusement, les parties du filtre de sélection spectral  
15 disposées devant chaque diode laser ont chacune une réflectivité de l'ordre  
de 10% sur une bande spectrale étroite dont la largeur est inférieure au  
nanomètre ; en dehors de cette bande spectrale étroite, la réflectivité est  
voisine de zéro sur une bande spectrale dont la largeur est au moins égale à  
20 la largeur spectrale de la courbe de gain de la diode laser.

Avantageusement, lorsque le dispositif comporte plusieurs  
barrettes de sources sensiblement planes, celles-ci sont disposées en  
couches superposées, les barrettes étant sensiblement parallèles entre elles.

Dans ce cas, la distance séparant deux couches successives  
25 peut-être soit sensiblement constante, soit sensiblement variable.

Concernant l'agencement des barrettes de sources, il existe deux  
grandes configurations possibles.

Dans le premier cas, la longueur d'onde émise par les sources  
d'une même barrette est sensiblement identique. Les parties du filtre de  
30 sélection spectral disposées devant chaque source de ladite barrette ont les  
mêmes propriétés de sélection spectrale. Chaque barrette de sources émet  
alors une longueur d'onde différente de celle des autres barrettes.

Dans le second cas, les longueurs d'onde émises par les sources  
d'une même barrette varient continûment d'une source à la source suivante,  
35 les parties du filtre de sélection spectral disposées devant chaque source de

ladite barrette ayant des propriétés de sélection spectrale variant d'une source à la source suivante. Toutes les barrettes de sources émettent alors une répartition spectrale sensiblement identique.

Avantageusement, les faisceaux de lumière émis ayant des  
5 angles de divergence différents selon deux axes perpendiculaires, le dispositif comporte au moins une lentille cylindrique dont les axes principaux sont parallèles aux axes d'émission des faisceaux, ladite lentille étant disposée entre les sources et le filtre de sélection spectral.

Le dispositif peut également comporter un réseau de microlentilles  
10 placé au voisinage des sources et permettant de modifier les angles de divergence des faisceaux de lumière émis, ainsi qu'une optique de Fourier, les sources étant placées au voisinage du premier plan focal de ladite optique et le dispositif optique de mélange étant placé au voisinage du second plan focal de cette optique.

15

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre non limitatif et grâce aux figures annexées parmi lesquelles :

- Les figures 1 et 2 représentent deux vues dans deux plans  
20 perpendiculaires d'un dispositif selon l'invention comportant une unique barrette de diodes laser ;
- La figure 3 représente une vue partielle de la figure 1 ;
- La figure 4 représente une variante du dispositif des figures précédentes comportant un dispositif de sélection spectral comportant  
25 un filtre unique ;
- Les figures 5 et 6 représentent deux modes de réalisation du dispositif de sélection spectrale précédent ;
- La figure 7 représente un agencement similaire à celui des figures 1 à 4 mais comportant plusieurs barrettes ;
- 30 • Les figures 8 et 9 représentent deux vues dans deux plans perpendiculaires d'un dispositif selon l'invention comportant une pluralité de barrettes de diodes laser ;
- Les figures 10 et 11 représentent deux vues dans deux plans  
35 perpendiculaires d'une variante du dispositif précédent ne comportant pas d'optique de Fourier ;

- La figure 12 représente une vue partielle de la figure 10.

Les figures 1 et 2 représentent deux vues dans deux plans perpendiculaires (y, z) et (x, z) repérés dans un repère orthonormé (x, y, z) d'un dispositif selon l'invention comportant une unique barrette de diodes laser.

Le dispositif comporte :

- une barrette de diodes laser 100 comportant N diodes laser 101, 102, ... émettant des faisceaux de lumière 401, 402, .... Sur la figure, pour des raisons de clarté, seules 5 diodes sont représentées mais, bien entendu, la barrette peut contenir un nombre différent de diodes laser ;
- un dispositif de sélection spectral de type transmissif 200 comportant N filtres de sélection spectral 201, 202, ... disposés à la sortie de chaque diode laser ;
- une optique 300 de remise en forme des faisceaux émis disposée entre les diodes laser et les filtres de sélection spectrale ;
- un réseau de diffraction 4 assurant le mélange des faisceaux de lumière 401, 402, ... en un faisceau unique 500.
- une optique de Fourier 5. La barrette 100 étant placée au voisinage du premier plan focal de ladite optique et le réseau de diffraction 4 étant placé au voisinage du second plan focal de cette optique.

L'ensemble constitué d'une diode laser, de la partie de l'optique 300 et du filtre de sélection spectral disposés en regard de la diode laser constitue une source d'émission de lumière. Le filtre de sélection spectral a une réflectivité quasi-nulle sur toute la courbe de gain de la diode laser et non nulle sur une bande spectrale étroite centrée sur une longueur d'onde  $\lambda$ . A titre d'exemple, la réflectivité vaut environ 10% sur une largeur d'environ 0.5 nanomètre. En dehors de cette bande spectrale étroite, la réflectivité est voisine de zéro sur une bande spectrale dont la largeur est au moins égale à la largeur spectrale de la courbe de gain de la diode laser. En ajustant précisément l'optique 300 et le filtre de sélection spectral, une partie du faisceau émis par la diode laser est réinjectée dans celle-ci, assurant son fonctionnement. Ainsi, la diode ne peut, par ce principe, fonctionner qu'à la longueur d'onde  $\lambda$  imposée par le filtre. Pour améliorer le fonctionnement, la

face de sortie de la diode laser peut être traitée anti-reflet. Le filtre spectral est, par exemple, un réseau de Bragg épais composé de strates inscrit dans une lame en verre à faces planes et parallèles.

Lorsque la barrette comporte un grand nombre de diodes laser, il est plus pratique d'utiliser un filtre unique ayant la forme d'une lame optique sensiblement à faces planes et parallèles, commune à toutes les sources et dont les propriétés de sélection spectrale varient selon une direction privilégiée comme illustré en figure 4 où l'ensemble des filtres 201, 202, .. a été remplacé par un filtre unique. Ce filtre peut être un réseau de Bragg comme indiqué en figures 5 et 6. Les variations du pas  $p$  du réseau sont indiquées par des lignes fines et parallèles entre elles sur ces figures. Dans ce cas, il existe deux grands modes de réalisation possibles. Dans un premier mode de réalisation, le pas  $p$  du réseau varie de façon incrémental comme indiqué sur la figure 5. Dans un second mode de réalisation, le pas de réseau varie de façon continue comme indiqué en figure 6.

Généralement, les faisceaux émis par les diodes laser sont fortement elliptiques. Sur un premier axe dit axe lent, la divergence des faisceaux est, par exemple, de l'ordre de 10 degrés et sur un axe perpendiculaire à cet axe lent, dit axe rapide, la divergence peut varier entre 30 degrés et 70 degrés. Aussi, on utilise une lentille de mise en forme des faisceaux pour collimater le faisceau selon l'axe rapide. Cette lentille est généralement placée au plus près des diodes de façon à limiter l'élargissement du faisceau émis. Généralement, cette lentille est cylindrique. Elle peut également comprendre un réseau de microlentilles placé au voisinage des diodes laser et permettant de modifier les angles de divergence des faisceaux de lumière émis selon les deux directions.

L'optique de Fourier 5 focalise les faisceaux émis par les diodes laser sur le réseau de diffraction 4. De préférence, le réseau est placé dans le plan focal image de l'optique de focalisation de façon à superposer tous les faisceaux de lumière 401, 402, ... au même emplacement du réseau. De la même façon, les diodes laser sont placées dans le plan focal objet de l'optique de focalisation 300. Dans ce cas, l'image du champ lointain de l'axe lent de chaque faisceau émis est focalisé sur le réseau tandis que l'image du



champ proche est renvoyée à l'infini. On obtient ainsi une répartition d'énergie plus homogène des faisceaux à la sortie du réseau de diffraction 4.

L'optique de Fourier 5 peut être un objectif comportant une ou plusieurs lentilles sphériques, asphériques ou cylindriques selon les corrections et les focalisations que l'on souhaite réaliser. A titre d'exemple, sur les figures 1, 2, 4, 7, 8 et 9, l'optique de Fourier est une lentille simple cylindrique. Il est préférable que cette optique comporte un traitement anti-reflet aux longueurs d'onde d'émission des diodes laser de façon à ne pas parasiter le fonctionnement des diodes. Bien entendu, ces fonctions optiques peuvent également être réalisées, en totalité ou en partie, par des miroirs.

Le multiplexage en longueur d'onde des faisceaux émis par les diodes laser est réalisé par le réseau de diffraction 4 qui, à partir des différents faisceaux émis par les diodes laser, diffracte des faisceaux émergents dans un faisceau unique 500. On sait que la direction de diffraction d'un faisceau incident sur un réseau de diffraction dépend à la fois de sa direction d'incidence et de sa longueur d'onde. Il est donc possible, en choisissant convenablement les longueurs d'onde associées à chaque faisceau incident venant d'une direction différente, d'obtenir une direction unique pour tous les faisceaux émergents diffractés comme illustré en figure 3 où deux faisceaux incidents 401 et 402 émis à deux longueurs d'onde  $\lambda_{401}$  et  $\lambda_{402}$  et ayant des incidences  $\theta_{401}$  et  $\theta_{402}$  sur le réseau 4 sont diffractés en deux faisceaux de diffraction 501 et 502 ayant une direction de diffraction commune faisant un angle  $\theta_C$  avec le réseau 4.

Les valeurs des longueurs d'onde des faisceaux sur le réseau 4 dépendent essentiellement de la distance focale de l'optique 5, du pas du réseau et de l'angle d'incidence moyen des faisceaux sur le réseau.

Il est, bien entendu possible de remplacer les diodes laser par tout type de source dont la longueur d'onde peut être déterminée par un filtre spectral. On citera, en particulier, l'association de lasers fibrés.

Il est également possible de remplacer la barrette unique de diodes laser par un ensemble de barrettes de diodes laser comme indiqué sur les figures 7, 8, 9, 10 et 11.

Dans le cas de la figure 7, on a simplement remplacé la barrette unique de la figure 1 par un ensemble de barrettes 101 sensiblement identiques munies de dispositifs de sélection spectral 201 et de lentilles identiques 300, chaque barrette de diodes 101 émettant une répartition spectrale sensiblement identique, tous les dispositifs étant sensiblement parallèles entre eux et parallèle au plan d'incidence des faisceaux lumineux 401 sur le réseau de diffraction 4. Sur la figure 7, chaque barrette dispose d'un filtre individuel. Il est également possible de remplacer les filtres individuels par un filtre unique, ce qui simplifie le montage et assure une meilleure homogénéité des longueurs d'onde émises.

Dans une autre variante, les barrettes de diodes laser sont disposées perpendiculairement au plan d'incidence sur le réseau. Les figures 8 et 9 représentent deux vues dans deux plans perpendiculaires (y, z) et (x,z) repérés dans un repère orthonormé (x, y, z) d'un dispositif selon cette variante, comportant plusieurs barrettes de diodes laser 100, 110, 120, .... 5 barrettes sont représentées sur les figures 8 et 9. Dans ce cas, la longueur d'onde émise par les diodes d'une même barrette est sensiblement identique, les parties du filtre de sélection spectral disposées devant chaque diode de ladite barrette ayant les mêmes propriétés de sélection spectrale, chaque barrette de diodes émettant une longueur d'onde différente de celle des autres barrettes.

Le dispositif comporte :

- N barrettes de diodes laser 110, 120, 130, ... comportant M diodes laser 111, 112, 113 .. émettant des faisceaux de lumière 410, 420, 430, ..... Sur la figure 8, pour des raisons de clarté, seules 5 barrettes de diodes sont représentées mais, bien entendu, le dispositif peut contenir un nombre différent de barrettes de diodes laser ;
- un dispositif de sélection spectral de type transmissif 200 comportant N filtres de sélection spectral 210, 220, 230,....disposés à la sortie de chaque barrette;
- N optiques 310, 320, 330, ... de remise en forme des faisceaux émis disposée entre chaque barrette de diodes laser et chaque filtre de sélection spectrale ;
- un réseau de diffraction 4 assurant le mélange des faisceaux de lumière 410, 420, 430,..... ;

- une optique de Fourier 5, les barrettes 100 étant placées au voisinage du premier plan focal de ladite optique et le réseau de diffraction 4 étant placé au voisinage du second plan focal de cette optique.

Comme dans le cas précédent, l'ensemble constitué, par exemple, de la barrette de diode 110, de l'optique 310 et du filtre de sélection spectral 210 disposés en regard de la barrette constitue une source d'émission de lumière. Le filtre de sélection spectral a une réflectivité quasi-nulle sur toute la courbe de gain des diodes laser et non nulle sur une bande spectrale étroite centrée sur une longueur d'onde  $\lambda$ . En ajustant précisément l'optique 310 et le filtre de sélection spectral 210, une partie du faisceau émis par les diodes laser est réinjectée dans celles-ci, assurant son fonctionnement. L'optique 310, généralement de forme cylindrique permet de corriger les variations d'ellipticité des faisceaux émis.

Bien entendu, on peut utiliser des barrettes d'un même type si leur courbe de gain est suffisamment large pour contenir toutes les longueurs d'onde sélectionnées par les filtres de sélection spectrale. Sinon, il est possible d'utiliser plusieurs types de barrettes dont les courbes de gain respectives sont adaptées aux longueurs d'onde des filtres de sélection spectrale.

Le multiplexage en longueur d'onde des faisceaux émis par les diodes laser est réalisé par le réseau de diffraction 4, l'optique de Fourier 5 focalisant les faisceaux émis par les diodes laser sur ledit réseau de diffraction 4.

A titre d'exemple, les principaux paramètres d'un dispositif selon l'invention comportant 9 barrettes sont :

Espacement entre barrettes :	2 millimètres
Focale de l'optique 5 :	150 millimètres
Pas du réseau 4:	600 traits par millimètre
Angle d'incidence moyen sur le réseau 4 :	70.2 degrés
Angle réfléchi par le réseau 5 :	21.9 degrés
Longueurs d'onde des diodes :	915.0 – 923.5 – 931.7 – 939.6 947.2 – 954.6 – 961.7 – 968.5 et 975.0 nanomètres

Les figures 10, 11 et 12 constituent une variante du dispositif des figures précédentes. Les figures 10 et 11 représentent deux vues dans deux plans perpendiculaires (x, z) et (y, z) repérés dans un repère orthonormé (x, y, z) d'un dispositif selon l'invention comportant plusieurs barrettes de diodes laser 100, 110, 120, .... 5 barrettes sont représentées sur les figures 10 et 11. La figure 12 représente uniquement la partie émissive du dispositif. A la différence du dispositif précédent, le dispositif décrit sur ces figures ne comporte pas de lentille de Fourier 5. Pour obtenir cet effet, les optiques 300 sont légèrement décalées de distances  $\delta$  comme indiqué sur la figure 12 qui représente une barrette de diodes laser 100, son optique de collimation 300 et son filtre de sélection spectral 200. Les distances  $\delta$  dépendent de l'emplacement des barrettes dans l'empilement de barrettes. Les barrettes peuvent être également inclinées sur leur axe optique pour obtenir le même effet. On doit également ajuster en rotation et en translation les filtres spectraux pour obtenir l'effet de sélection spectrale souhaité comme montré sur la figure 10 où le filtre est incliné d'un angle  $\varepsilon$ .

Ce montage permet d'obtenir des dispositifs compacts ne comportant qu'un minimum de composants.

Dans les dispositifs à barrettes, il n'est pas nécessaire que la distance séparant deux couches successives soit constante de façon à obtenir une répartition spectrale sensiblement uniforme du faisceau de sortie. Si certaines longueurs d'onde ne sont pas utiles pour l'application recherchée, il est possible de supprimer les barrettes correspondantes et de les remplacer par des entretoises afin de conserver l'emplacement voulu pour les autres barrettes. Plus généralement, il est possible d'utiliser un espacement entre barrettes variable pour obtenir un profil spectral particulier du faisceau multiplexé.

L'assemblage des barrettes, des optiques et des filtres spectraux peut être réalisé de différentes façons :

- Chaque barrette est équipée individuellement de son optique puis de son filtre de sélection spectral. Les barrettes ainsi équipées sont empilées avec l'espacement adapté.

- Chaque optique est équipée d'un filtre de sélection spectral. Chaque ensemble optique ainsi obtenu est placé devant une barrette. Les barrettes équipées sont empilées.
- 5 • Les barrettes seules sont empilées avec des tolérances de positionnement suffisamment bonnes. L'empilement est ensuite disposé d'abord devant une matrice d'optiques de collimation qui peut être soit monolithique, soit résultée d'un assemblage. Enfin, ce nouvel ensemble est disposée devant une matrice de filtres spectraux qui peut être soit  
10 monolithique, soit résultée d'un assemblage.
- une matrice d'optiques de collimation est d'abord assemblée avec une matrice de filtres spectraux, ces ensembles optiques pouvant être soit monolithiques, soit résultés d'un assemblage. Puis, cet ensemble est  
15 positionné devant les barrettes de diodes préalablement empilées avec des tolérances de positionnement suffisamment bonnes.

20 Les faisceaux multiplexés peuvent ensuite être remis en forme selon différentes techniques, soit pour réduire l'ellipticité des faisceaux, soit pour égaliser le produit taille du faisceau par divergence du faisceau suivant les deux axes lent et rapide. On peut également utiliser des dispositifs optiques permettant de supprimer optiquement les zones inactives entre les diodes d'une même barrette ou les espaces entre barrettes.

25

## REVENDEICATIONS

5           1. Dispositif optique de multiplexage en longueur d'onde  
comprenant :

- 10           • Plusieurs diodes laser montées sur au moins deux barrettes  
sensiblement parallèles entre elles (100, 110, 120), les diodes  
émettant des faisceaux de lumière incidents (400, 410, 420)  
substantiellement monochromatiques ;
- 15           • Un dispositif optique de mélange (4) ayant des propriétés de  
dispersion spectrale, transformant un faisceau de lumière  
incident (400, 410, 420) en un faisceau de lumière émergent,  
la direction du faisceau émergent dépendant à la fois de la  
direction du faisceau incident et de sa longueur d'onde ;
- 20           • les longueurs d'onde émises par les diodes laser d'une même  
barrette variant continûment d'une diode laser à la diode laser  
suivante, toutes les barrettes de diodes laser émettant une  
répartition spectrale sensiblement identique ;
- 25           • les diodes laser (100, 110, 120) comportant chacune un  
dispositif de sélection spectral de type transmissif (200, 210,  
220) disposé au voisinage de ladite diode laser et permettant  
de sélectionner les longueurs d'onde des faisceaux d'émission  
en fonction de leur direction d'incidence sur le dispositif optique  
de mélange de façon que les directions des faisceaux  
30           émergents soient toutes identiques, assurant ainsi le  
multiplexage des faisceaux de lumière ,  
caractérisé en ce que tous les faisceaux émergents issus des  
diodes d'une même barrette sont confondus entre eux et parallèles aux  
faisceaux émergents issus des diodes des autres barrettes.

2. Dispositif optique de multiplexage selon la revendication 1,  
caractérisé en ce que le dispositif optique de mélange (4) est un élément  
optique fonctionnant par diffraction de la lumière.

35

3. Dispositif optique de multiplexage selon la revendication 2, caractérisé en ce que le dispositif ne comporte qu'un seul filtre de sélection spectral (200) ayant la forme d'une lame optique sensiblement à faces planes et parallèles, commune à toutes les diodes et dont les propriétés de sélection spectrale varient selon une direction privilégiée.

4. Dispositif optique de multiplexage selon la revendication 3, caractérisé en ce que les propriétés de sélection spectrale dudit filtre varient de façon continue selon cette direction privilégiée.

5. Dispositif optique de multiplexage selon la revendication 3, caractérisé en ce que les propriétés de sélection spectrale dudit filtre varient par pas incrémental selon cette direction privilégiée.

6. Dispositif optique de multiplexage selon la revendication 1, caractérisé en ce que la longueur d'onde d'émission des diodes est imposée par le filtre de sélection spectral (200), ledit filtre formant miroir de cavité.

7. Dispositif optique de multiplexage selon la revendication 6, caractérisé en ce que les parties du filtre de sélection spectral disposées devant chaque source ont chacune

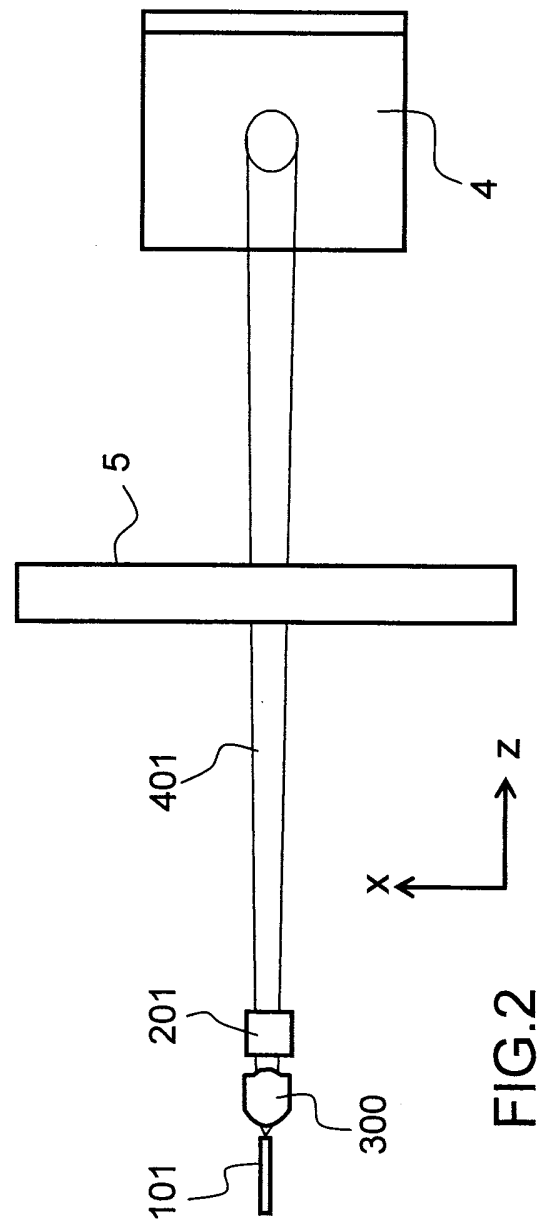
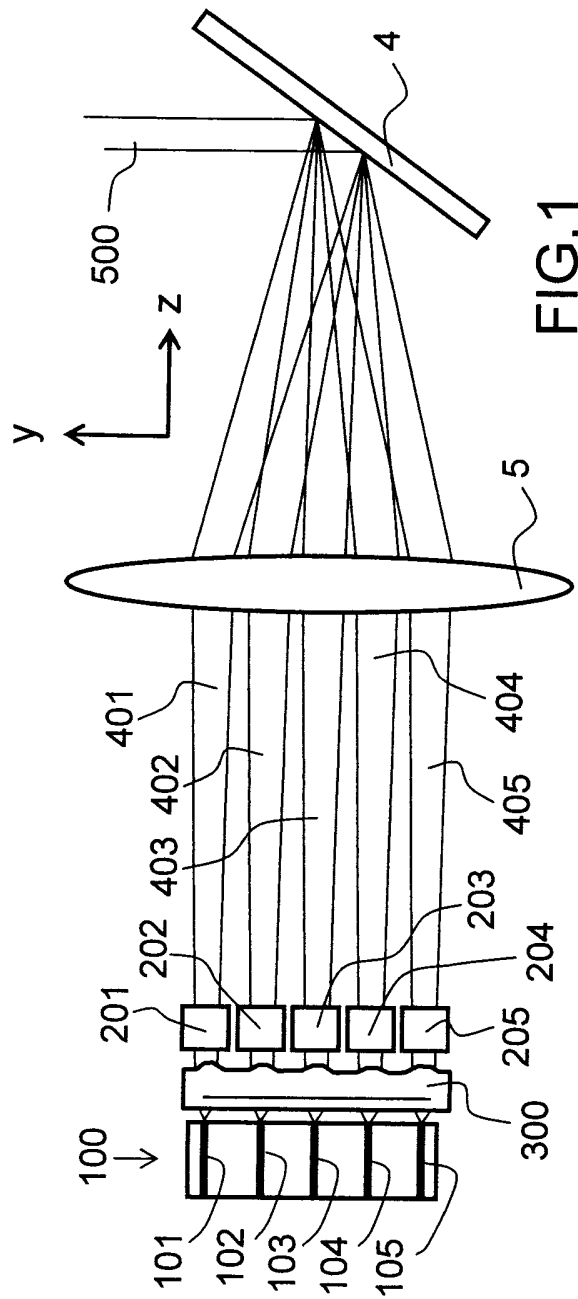
- une réflectivité de l'ordre de 10% sur une bande spectrale étroite dont la largeur est inférieure au nanomètre et,
- en dehors de cette bande spectrale étroite, une réflectivité voisine de zéro sur une bande spectrale dont la largeur est au moins égale à la largeur spectrale de la courbe de gain de la diode laser.

8. Dispositif optique de multiplexage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les faisceaux de lumière émis ayant des angles de divergence différents selon deux axes perpendiculaires, le dispositif comporte au moins une lentille cylindrique (300) dont les axes principaux sont parallèles aux axes d'émission des faisceaux, ladite lentille étant disposée entre les diodes laser et le filtre de sélection spectral.

9. Dispositif optique de multiplexage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comporte un réseau de microlentilles placé au voisinage des sources et permettant de  
5 modifier les angles de divergence des faisceaux de lumière émis.

10. Dispositif optique de multiplexage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comporte une optique de Fourier (5), les sources étant placées au voisinage du premier  
10 plan focal de ladite optique et le dispositif optique de mélange étant placé au voisinage du second plan focal de cette optique.





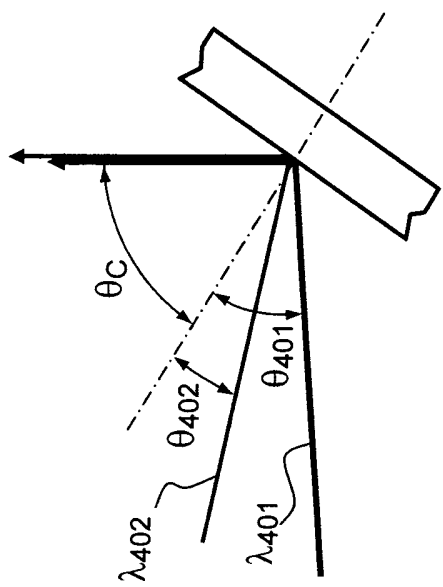


FIG. 3

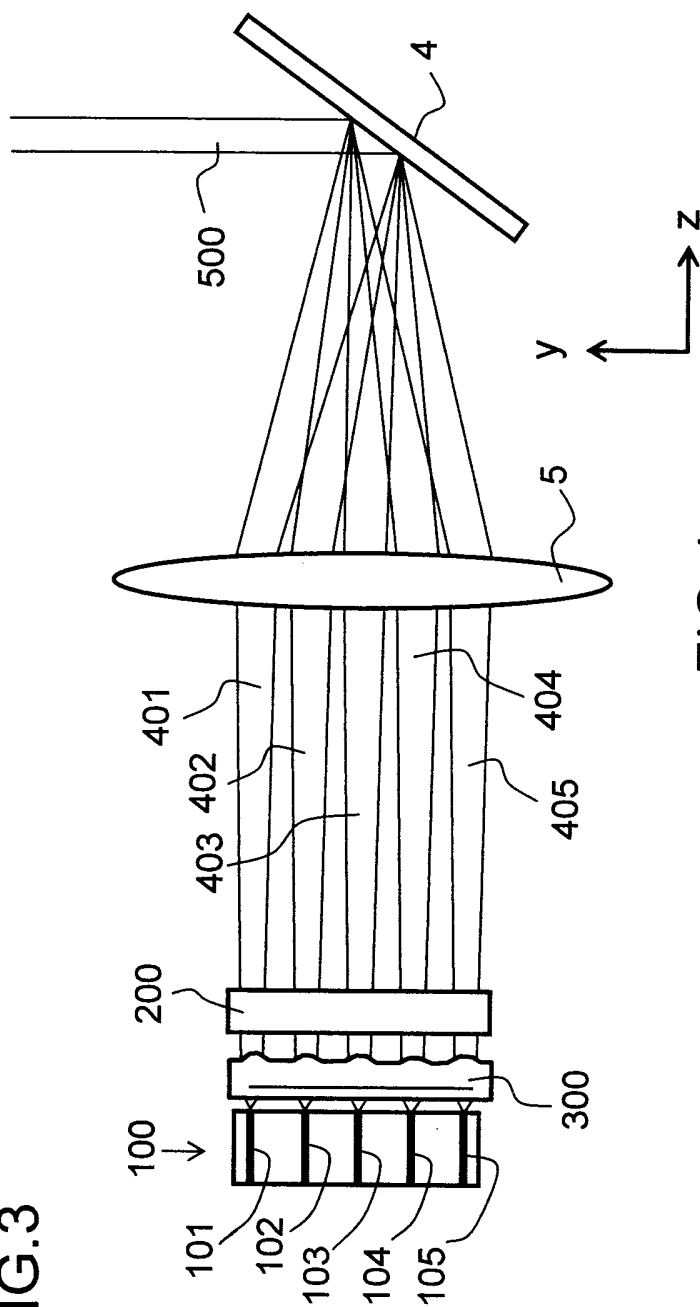


FIG. 4

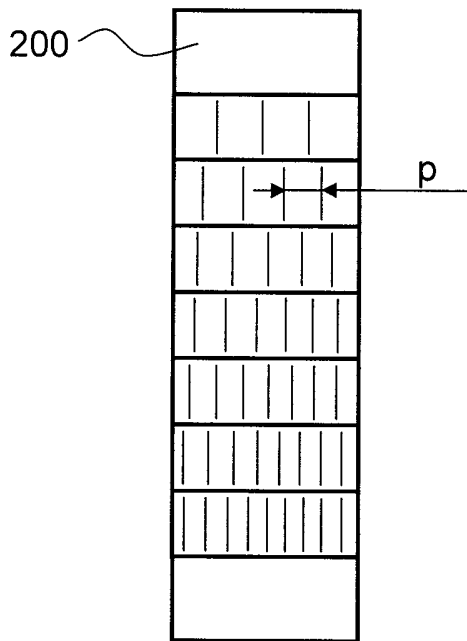


FIG. 5

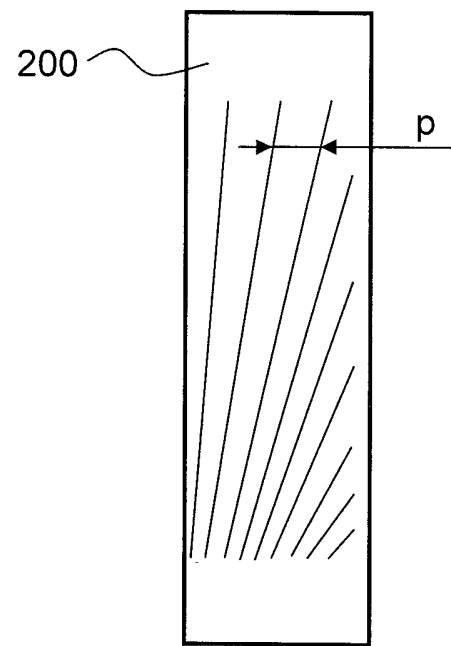


FIG. 6

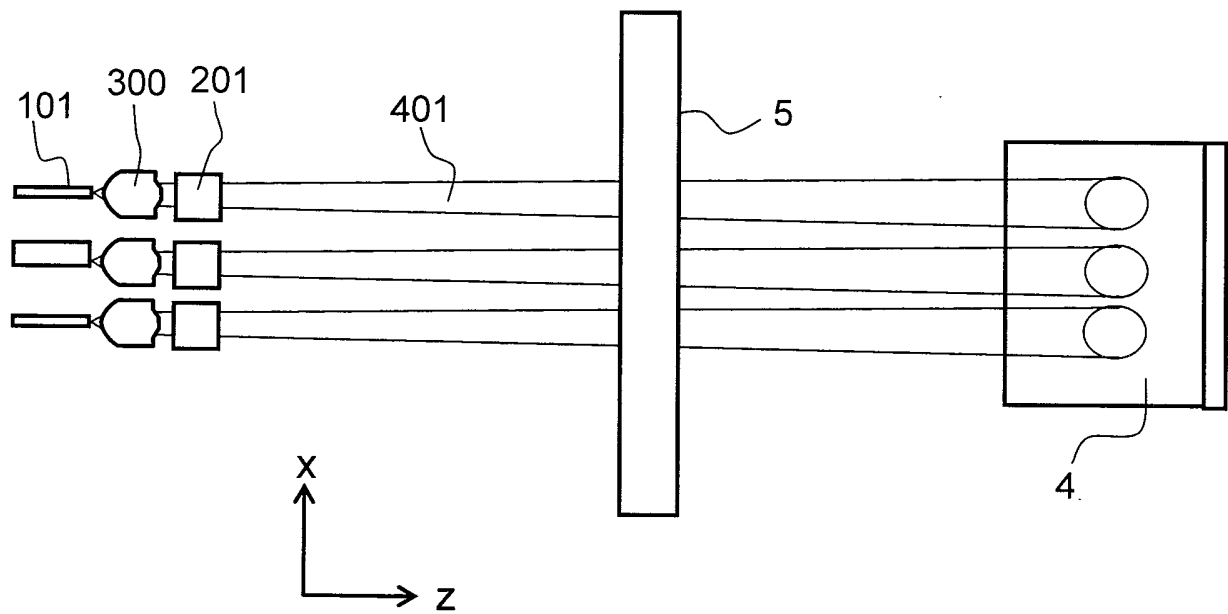


FIG. 7

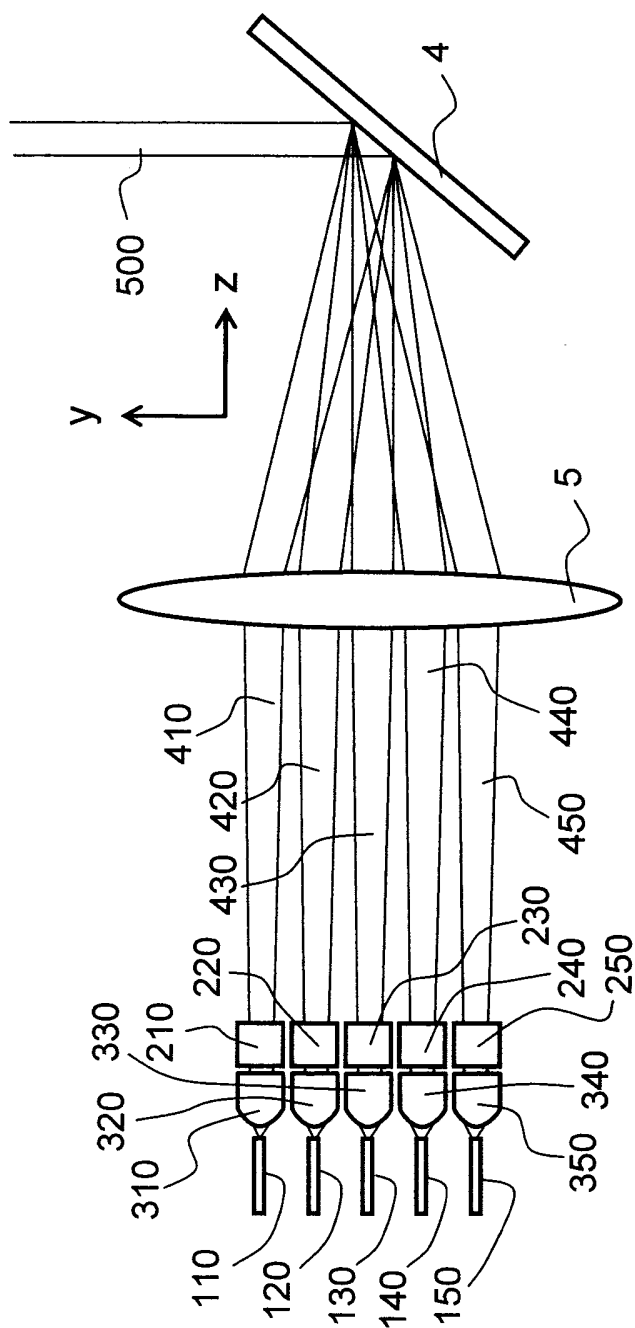


FIG.8

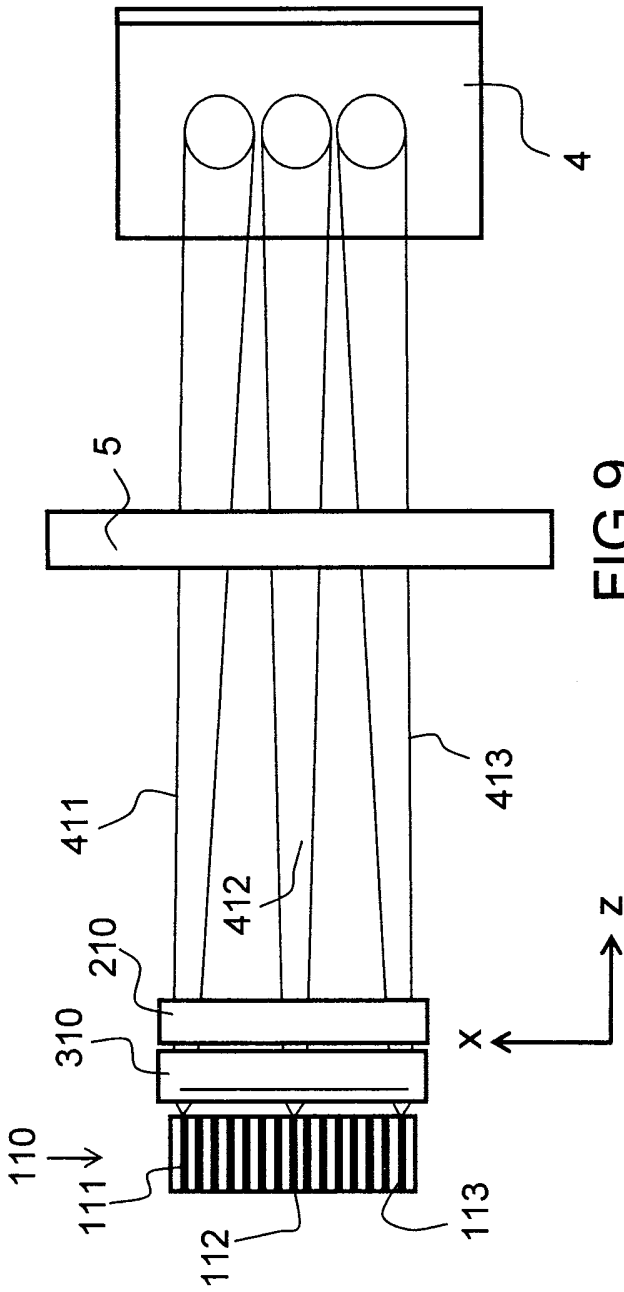


FIG. 9

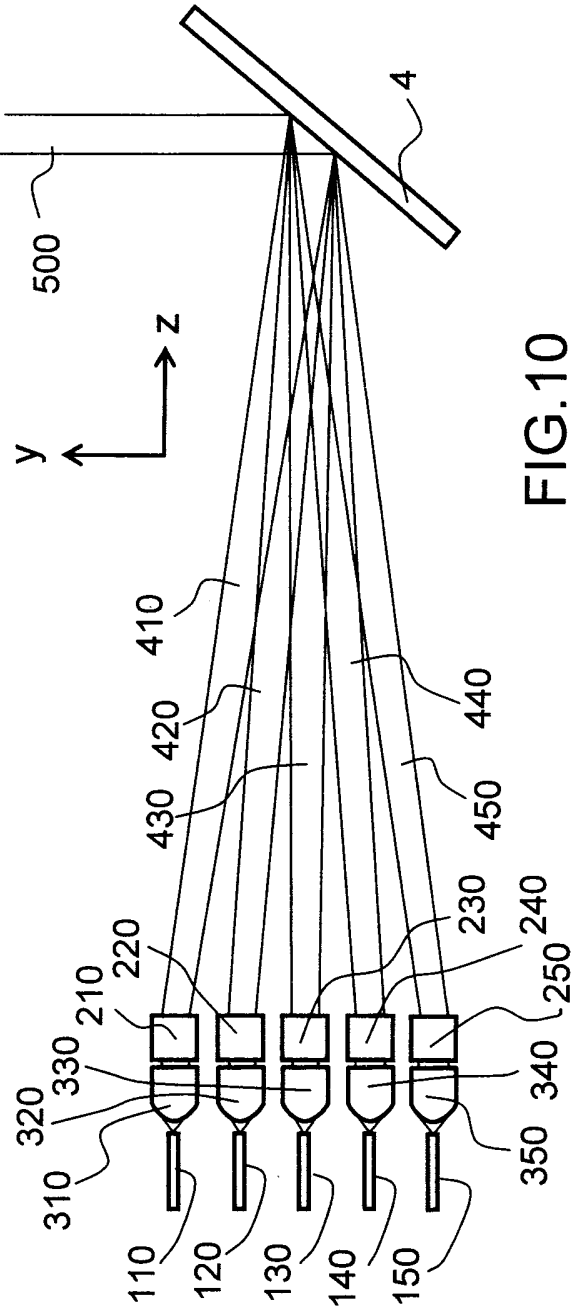


FIG. 10

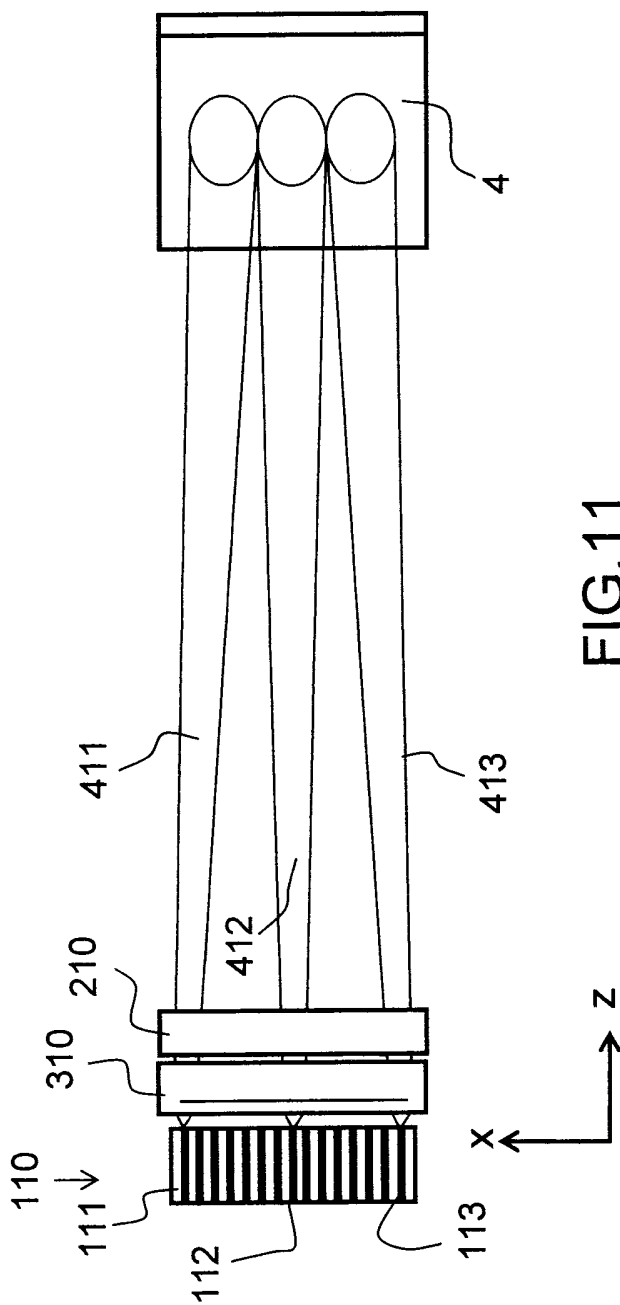


FIG. 11

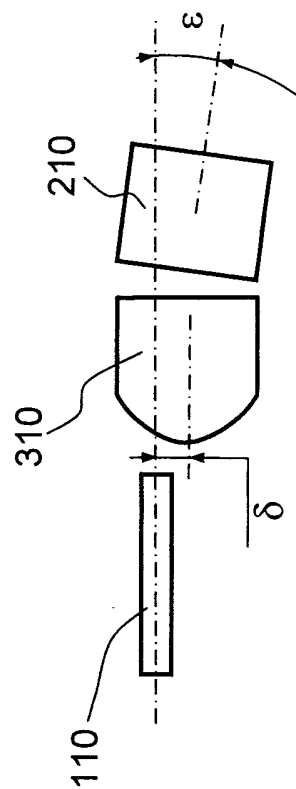


FIG. 12

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No  
PCT/EP2006/060846

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G02B6/293 H01S5/14		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01S G02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2005/013439 A (PD-LD, INC; VOLODIN, BORIS, LEONIDOVICH; BAN, VLADIMIR, SINISA) 10 February 2005 (2005-02-10) paragraphs [0053], [0075], [0079], [0084] - [0086]; figures 1B,3,8,9 -----	1-10
Y	US 2003/214700 A1 (SIDORIN YAKOV ET AL) 20 November 2003 (2003-11-20) paragraphs [0076], [0077], [0079], [0080], [0130] - [0141]; figures 1A,7 -----	1,2,6-10
Y	US 2005/036180 A1 (PETERSEN PAUL MICHAEL) 17 February 2005 (2005-02-17) paragraphs [0154], [0157], [0161], [0162], [0165]; figures 2,4 -----	1-3,5-10
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
*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 when the document is taken alone *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		
Date of the actual completion of the international search  24 May 2006		Date of mailing of the international search report  06/06/2006
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Riblet, P

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2006/060846

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6 661 819 B1 (VENTRUDO BRIAN F ET AL) 9 December 2003 (2003-12-09) column 2, lines 36-67; figures 2,3 -----	1,2,6-10
Y	GROSSO P ET AL: "Bragg grating photo-writing method suitable for ITU grid wavelengths" OPTICS COMMUNICATIONS, NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO. AMSTERDAM, NL, vol. 214, no. 1-6, 15 December 2002 (2002-12-15), pages 129-132, XP004396695 ISSN: 0030-4018 figure 3 -----	1-10
Y	TAKAHASHI H ET AL: "A 2.5 Gb/s, 4-channel multiwavelength light source composed of UV written waveguide gratings and laser diodes integrated on Si" IOOC - ECOC '97. 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTEGRATED OPTICS AND OPTICAL FIBRE COMMUNICATIONS / 23RD EUROPEAN CONFERENCE ON OPTICAL COMMUNICATIONS. EDINBURGH, SEPT. 22 - 25, 1997, IEE CONFERENCE PUBLICATION, LONDON : IEE, UK, vol. VOL. 3 NO. 448, 22 September 1997 (1997-09-22), pages 355-358, XP006508533 ISBN: 0-85296-697-0 figure 1 -----	1-10
Y	WO 01/92935 A (LIGHTCHIP, INC) 6 December 2001 (2001-12-06) page 15, line 18 - page 16, line 1 page 17, line 14 - page 18, line 15 page 25, lines 7-15 page 27, line 8 - page 28, line 2; figures 1,2 -----	1-9
Y	WO 02/071119 A (ZOLO TECHNOLOGIES, INC; SAPPEY, ANDREW, D; HUANG, PEI; MURPHY, GERRY) 12 September 2002 (2002-09-12) abstract; figures 14-18 page 18, lines 9-31 -----	1-10



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2006/060846

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005013439 A	10-02-2005	CA 2531122 A1 EP 1649564 A2	10-02-2005 26-04-2006
US 2003214700 A1	20-11-2003	NONE	
US 2005036180 A1	17-02-2005	NONE	
US 6661819 B1	09-12-2003	NONE	
WO 0192935 A	06-12-2001	AU 6662601 A CA 2413832 A1 EP 1303775 A1	11-12-2001 06-12-2001 23-04-2003
WO 02071119 A	12-09-2002	NONE	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2006/060846

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
 INV. G02B6/293 H01S5/14

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

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

 Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
 H01S G02B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

 Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)  
 EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	WO 2005/013439 A (PD-LD, INC; VOLODIN, BORIS, LEONIDOVICH; BAN, VLADIMIR, SINISA) 10 février 2005 (2005-02-10) alinéas [0053], [0075], [0079], [0084] - [0086]; figures 1B,3,8,9	1-10
Y	US 2003/214700 A1 (SIDORIN YAKOV ET AL) 20 novembre 2003 (2003-11-20) alinéas [0076], [0077], [0079], [0080], [0130] - [0141]; figures 1A,7	1,2,6-10
Y	US 2005/036180 A1 (PETERSEN PAUL MICHAEL) 17 février 2005 (2005-02-17) alinéas [0154], [0157], [0161], [0162], [0165]; figures 2,4	1-3,5-10
	----- -/--	

 Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

 Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*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 après la date de dépôt international ou 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 par rapport au document considéré isolément
- \*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
- \*G\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

24 mai 2006

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

06/06/2006

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3015

Fonctionnaire autorisé

Riblet, P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2006/060846

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 6 661 819 B1 (VENTRUDO BRIAN F ET AL) 9 décembre 2003 (2003-12-09) colonne 2, ligne 36-67; figures 2,3 -----	1,2,6-10
Y	GROSSO P ET AL: "Bragg grating photo-writing method suitable for ITU grid wavelengths" OPTICS COMMUNICATIONS, NORTH-HOLLAND PUBLISHING CO. AMSTERDAM, NL, vol. 214, no. 1-6, 15 décembre 2002 (2002-12-15), pages 129-132, XP004396695 ISSN: 0030-4018 figure 3 -----	1-10
Y	TAKAHASHI H ET AL: "A 2.5 Gb/s, 4-channel multiwavelength light source composed of UV written waveguide gratings and laser diodes integrated on Si" IOOC - ECOC '97. 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTEGRATED OPTICS AND OPTICAL FIBRE COMMUNICATIONS / 23RD EUROPEAN CONFERENCE ON OPTICAL COMMUNICATIONS. EDINBURGH, SEPT. 22 - 25, 1997, IEE CONFERENCE PUBLICATION, LONDON : IEE, UK, vol. VOL. 3 NO. 448, 22 septembre 1997 (1997-09-22), pages 355-358, XP006508533 ISBN: 0-85296-697-0 figure 1 -----	1-10
Y	WO 01/92935 A (LIGHTCHIP, INC) 6 décembre 2001 (2001-12-06) page 15, ligne 18 - page 16, ligne 1 page 17, ligne 14 - page 18, ligne 15 page 25, ligne 7-15 page 27, ligne 8 - page 28, ligne 2; figures 1,2 -----	1-9
Y	WO 02/071119 A (ZOLO TECHNOLOGIES, INC; SAPPEY, ANDREW, D; HUANG, PEI; MURPHY, GERRY) 12 septembre 2002 (2002-09-12) abrégé; figures 14-18 page 18, ligne 9-31 -----	1-10

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2006/060846

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
WO 2005013439	A	10-02-2005	CA	2531122 A1	10-02-2005
			EP	1649564 A2	26-04-2006
US 2003214700	A1	20-11-2003	AUCUN		
US 2005036180	A1	17-02-2005	AUCUN		
US 6661819	B1	09-12-2003	AUCUN		
WO 0192935	A	06-12-2001	AU	6662601 A	11-12-2001
			CA	2413832 A1	06-12-2001
			EP	1303775 A1	23-04-2003
WO 02071119	A	12-09-2002	AUCUN		