

(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
23 mars 2006 (23.03.2006)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/030148 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G02B 6/13 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2005/050715

(22) Date de dépôt international :
7 septembre 2005 (07.09.2005)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0452001 9 septembre 2004 (09.09.2004) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **COM-
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE** [FR/FR];
31-33 rue de la Fédération, F-75752 PARIS 15ème (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **KOPP,
Christophe** [FR/FR]; 10 rue Chancelière, F-38120
FONTANIL-CORNILLON (FR). **RABAROT, Marc**
[FR/FR]; 3, rue Casimir Brenier, F-38120 SAINT
EGREVE (FR). **GILBERT, Karen** [FR/FR]; 179B Allée
Jean Pain, F-38340 LE CHEVALON DE VOREPPE (FR).

(74) Mandataire : **LEHU, Jean**; BREVATOME, 3, rue du
Docteur Lancereaux, F-75008 PARIS (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, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, 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), eurasien (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,
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

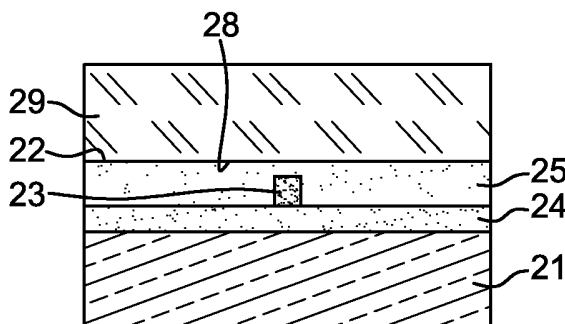
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: OPTICAL STRUCTURE PROVIDED WITH AT LEAST TWO ELEMENTS ASSEMBLED BY MOLECULAR AD-
HESION AND METHOD FOR ASSEMBLING SAID TWO ELEMENTS

(54) Titre : STRUCTURE OPTIQUE COMPORTANT AU MOINS DEUX ELEMENTS ASSEMBLES PAR ADHESION MO-
LECULAIRE ET PROCEDE D'ASSEMBLAGE DE CES DEUX ELEMENTS



(57) Abstract: The invention relates to a method
for assembling two elements of an optical structure
by joining faces, wherein at least one element
comprises at least one optical guide whose core
is slightly sunken with respect to the joining face
thereof, consisting in selecting an element whose
joining face is ground for flatness and roughness
prior to forming the optical guide core used in the
form of an element comprising at least one optical
guide, after formation of the optical guide core,
in preparing the surface of the joining faces of two
elements of the optical structure in such a way that
it is possible to carry out the assembly thereof by
molecular adhesion, in bringing into contact the
joining faces and in carrying out annealing at a

temperature of the order of 150 °C for reinforcing the adhesion of the assembled faces.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé d'assemblage de deux éléments d'une structure optique selon des faces d'assemblage, au moins l'un de ces éléments comprenant au moins un guide optique dont le cœur est faiblement enterré par rapport à la face d'assemblage de cet élément. Le procédé comprend les étapes consistant à : sélectionner en tant qu'élément comprenant au moins un guide optique, un élément dont la face d'assemblage a été rectifiée en planéité et en rugosité avant la création du cœur de guide optique ; effectuer, après la création du cœur du guide optique, une préparation de surface des faces d'assemblage des deux éléments de la structure optique pour permettre un assemblage par adhésion moléculaire des deux éléments ; mettre en contact les faces d'assemblage, effectuer un recuit de renforcement de l'adhésion des faces assemblées, la température du recuit étant de l'ordre de 150°C.



- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues
- abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et

**STRUCTURE OPTIQUE COMPORTANT AU MOINS DEUX ELEMENTS
ASSEMBLES PAR ADHESION MOLECULAIRE ET PROCEDE
D'ASSEMBLAGE DE CES DEUX ELEMENTS**

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention concerne une
5 structure optique comportant au moins deux éléments
assemblés par adhésion moléculaire. Elle concerne
également un procédé d'assemblage de ces deux éléments
pour réaliser la structure optique.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

10 Un composant optique peut comprendre au
moins un guide optique dont le cœur est enterré par
rapport à la surface du composant. La profondeur
d'enterrage des guides optiques est généralement
faible, de quelques micromètres à quelques dizaines de
15 micromètres. C'est pourquoi ces composants nécessitent
généralement l'assemblage d'une contre-lame pouvant
servir à la fois :

- de protection de la surface,
- de support mécanique pour la connexion

20 d'autres composants ou dispositifs ayant une surface
d'interconnexion plus grande que celle du composant
(par exemple une fibre optique en fêrûle).

La contre-lame est généralement réalisée
dans le même matériau que celui à la surface du
25 composant comprenant les guides optiques afin
d'optimiser la qualité et la robustesse de
l'assemblage. En effet, avec le même matériau, la

contre-lame a ainsi des propriétés physiques très proches de celles du matériau à la surface du composant. L'épaisseur de la contre-lame est généralement de l'ordre de 1 mm.

5 Avant l'assemblage de la contre-lame, il est généralement nécessaire ou indispensable de déposer à la surface du composant une couche d'adaptation d'indice de réfraction avec un matériau ayant des propriétés optiques très proches du matériau entourant
10 le cœur du guide et formant sa gaine. Cette couche permet d'adapter l'indice de réfraction à proximité du cœur du guide optique sur une distance d'au moins 10 μm afin de minimiser les pertes à la surface du composant.

La technique usuelle d'assemblage de la
15 contre-lame à la surface du composant est le collage. Le collage est une technique très simple à appliquer pour l'assemblage de la contre-lame car elle ne nécessite aucune préparation particulière des faces à assembler. De plus, le collage absorbe les éventuels
20 défauts des faces à assembler : rugosité, non planéité, résidus. En revanche, l'utilisation de colle à l'interface entre le composant et la contre-lame rend généralement indispensable le dépôt préalable de la couche d'adaptation d'indice de réfraction afin de
25 minimiser les risques de pertes par couplage par ondes évanescentes entre le guide optique et la colle. Ceci d'autant plus que les variations d'indice de réfraction de la colle avec la température peuvent être différentes de celle du matériau formant la gaine du
30 guide optique. La couche de colle peut ainsi jouer

également le rôle de guide optique qui viendra pomper la lumière du guide enterré du composant.

Un guide optique enterré peut être obtenu sur du verre par la technique d'échange d'ions. Un
5 substrat de verre comprenant des ions sodium (silicate ou borosilicate) est plongé dans un premier temps dans un bain de sels d'argent en fusion afin de faire pénétrer les ions argent dans le substrat générant un cœur de guide en surface. Dans un second temps, le
10 substrat subit un recuit assisté d'un champ électrique afin de faire migrer le cœur du guide en profondeur par rapport à la surface du substrat et de former la géométrie de sa section généralement circulaire. Cette technique permet d'enterrer le cœur du guide de
15 quelques micromètres à quelques dizaines de micromètres de la surface du substrat.

Un guide optique enterré peut aussi être réalisé par de la silice dopée reposant sur une couche de silice présente en surface d'un substrat en
20 silicium. Cette technique permet la génération de guides optiques par une suite de dépôts et de microstructuration. Dans un premier temps, le cœur du guide de section carrée est réalisé à la surface d'un substrat en silicium recouvert d'une couche de silice
25 jouant le rôle de gaine optique. Dans un second temps, le cœur du guide ainsi réalisé est recouvert d'une couche de silice afin d'obtenir une gaine d'indice de réfraction adapté autour du guide. Le cœur du guide est réalisé par les techniques de photolithographie et
30 gravure issues de la microélectronique dans un matériau de type silice dopée phosphore, bore, ou germanium.

Un guide optique enterré peut encore être obtenu par réalisation d'un guide dans une couche de silice reposant sur un substrat en silicium, le guide étant généré par implantation ionique locale de la
5 couche de silice. Les cœurs des guides sont obtenus par implantation ionique d'ions de type titane. Le contrôle de l'énergie d'implantation permet de contrôler la profondeur d'implantation et ainsi la géométrie du guide. Cette technique permet d'enterrer le cœur du
10 guide à quelques micromètres de la surface du substrat.

Le collage de la contre-lame présente les inconvénients suivants :

- Une colle dégaze généralement au cours du temps. Ces émissions peuvent alors se condenser sur les
15 faces de composants sensibles tels que les diodes laser et dégrader leur fonctionnement.

- L'indice de la colle varie en fonction de la température et peut causer des pertes par couplage par onde évanescente entre le guide et la colle : la
20 couche de colle peut ainsi jouer également le rôle de guide optique qui viendra pomper la lumière du guide enterré du composant. Ceci rend généralement indispensable le dépôt préalable de la couche d'adaptation d'indice de réfraction afin de minimiser
25 les risques de pertes par couplage par ondes évanescentes entre le guide optique et la colle.

- Les colles ont des capacités limitées de résistance aux conditions climatiques (notamment la température, la pression, l'humidité).

30 Par ailleurs, l'adhésion moléculaire est une technique particulièrement employée pour

l'assemblage de composants optiques. L'adhésion moléculaire est obtenue par des liaisons hydrogène qui se développent entre un atome d'hydrogène électropositif et un atome électronégatif tel que l'oxygène ou le chlore. Ces liaisons sont très forte et peuvent aller jusqu'à 40 kJ/mol.

Ce type d'adhésion est particulièrement appliqué aux matériaux de type verres et silice. D'abord il nécessite une préparation particulièrement soignée des faces à assembler : celles-ci doivent être planes (de l'ordre de 1 à 2 μm pour une plaque de diamètre 2 pouces), avec une très faible rugosité (de l'ordre de quelques nanomètres), et exemptes de poussières ou résidus. Considérant une même grandeur de défaut de planéité (inévitables lors de la fabrication), il est préférable que celle-ci soit de type concave ou convexe plutôt que vrillé en forme de chips par exemple : en effet, une forme concave ou convexe permettra plus facilement et chasser toutes les bulles d'air lors de l'adhésion. Cette préparation peut être très agressive selon les états de surface initiaux qui peuvent nécessiter un polissage sur une profondeur de plusieurs micromètres. Ensuite, les faces à assembler sont mises en contact et l'adhésion s'effectue et se propage instantanément. Pour renforcer les liaisons ainsi créées, l'assemblage subit un recuit à une température typique de 300°C pendant quelques minutes.

On peut se référer à ce sujet à l'ouvrage « Semiconductor Wafer Bonding : Science and Technology » de U. GOSELE et Q.Y. TONG, 1998, John Wiley & Sons, Inc.

EXPOSE DE L'INVENTION

Il est proposé par la présente invention de réaliser l'assemblage de deux éléments d'une structure
5 optique par une technique d'assemblage moléculaire.

Cette technique nécessite une adaptation particulière pour pouvoir être appliquée aux composants comprenant des guides optiques enterrés. D'une part, ce type de composants a une surface très fragile car elle
10 est très proche du cœur du guide. Cela rend délicat la préparation de la surface qui ne doit pas dégrader les propriétés du cœur du guide, soit directement par le polissage, soit par propagation de micro-fissures par exemple lors du polissage. D'autre part, le recuit à
15 300°C nécessaire au renforcement des liaisons d'adhésion n'est généralement pas compatible avec les techniques de fabrication des composants : un tel recuit peut entraîner la déformation irréversible des guides ou bien le décollement de leur support à cause
20 des différents coefficients de dilatation thermique mis en jeu pour les divers matériaux utilisés.

Pour apporter une solution à ces deux problèmes, il est proposé d'apporter, selon la présente invention, des modifications au procédé d'adhésion
25 moléculaire usuel. D'une part, les substrats sur lesquels sont réalisés les guides sont préalablement sélectionnés ou rectifiés en planéité et rugosité de façon à minimiser la profondeur de matière qui sera retirée à la surface lors de la préparation à
30 l'adhésion après la réalisation des guides. De plus, cette préparation qui consiste alors en un nettoyage

suivi d'un léger polissage est réalisée en minimisant les contraintes de déformation appliquées au composant : la force appliquée lors du polissage doit être nécessaire et suffisante pour obtenir une qualité
5 de surface satisfaisante sans dégrader les guides optiques. D'autre part, la température de recuit pour le renforcement des liaisons d'adhésion a été réduite à moins de 150°C pendant quelques minutes. Ce recuit est également optimisé afin d'obtenir une force d'adhésion
10 nécessaire et suffisante aux étapes suivantes de la fabrication (par exemple découpe, polissage, stockage en température) tout en préservant les propriétés mécaniques et optiques du composant.

L'invention a donc pour objet un procédé
15 d'assemblage de deux éléments d'une structure optique selon des faces d'assemblage, au moins l'un de ces éléments comprenant au moins un guide optique dont le cœur est faiblement enterré par rapport à la face d'assemblage de cet élément, caractérisé en ce qu'il
20 comprend les étapes consistant à :

- sélectionner en tant que ledit élément comprenant au moins un guide optique, un élément dont la face d'assemblage a été rectifiée en planéité et en rugosité avant la création du cœur de guide optique,
- 25 - effectuer, après la création du cœur du guide optique, une préparation de surface des faces d'assemblage des deux éléments de la structure optique pour permettre un assemblage par adhésion moléculaire des deux éléments,
- 30 - mettre en contact les faces d'assemblage,

- effectuer un recuit de renforcement de l'adhésion des faces assemblées, la température du recuit étant de l'ordre de 150°C.

Avantageusement, les deux éléments sont en
5 des matériaux possédant des propriétés optiques, mécaniques et thermiques proches.

Selon une première variante de mise en œuvre, l'élément comprenant au moins un guide optique est un élément en verre, le cœur du guide optique étant
10 obtenu par la technique d'échange d'ions.

Selon une deuxième variante de mise en œuvre, l'élément comprenant au moins un guide optique comprend un substrat de silicium recouvert d'une couche de silice dont la surface est rectifiée en planéité et
15 en rugosité avant la formation d'un cœur de guide en silice dopé sur la couche de silice, le cœur de guide étant ensuite recouvert d'une couche de silice épousant le relief formé par le cœur du guide.

Selon une troisième variante de mise en œuvre, l'élément comprenant au moins un guide optique comprend un substrat de silicium recouvert d'une couche de silice dont la surface est rectifiée en planéité et en rugosité avant la formation d'un cœur de guide en silice dopée sur la couche de silice, le cœur de guide
20 étant ensuite recouvert d'une couche de silice planarisée.

Selon une quatrième variante de mise en œuvre, l'élément comprenant au moins un guide optique comprend un substrat en silicium recouvert d'une couche
30 de silice dont la surface est rectifiée en planéité et

en rugosité avant la formation d'un cœur de guide obtenu par implantation ionique locale de la silice.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

5 L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

10 - la figure 1 est une vue en coupe transversale de deux éléments d'une première structure optique, assemblés par le procédé selon l'invention,

- la figure 2 est une vue en coupe transversale de deux éléments d'une deuxième structure
15 optique, assemblés par le procédé selon l'invention,

- la figure 3 est une vue en coupe transversale de deux éléments d'une troisième structure optique, assemblés par le procédé selon l'invention,

- la figure 4 est une vue en coupe
20 transversale de deux éléments d'une quatrième structure optique, assemblés par le procédé selon l'invention,

- la figure 5 est une vue de dessus montrant un assemblage, selon la présente invention, de deux composants sur une même contre-lame.

25

EXPOSE DETAILLE DE MODES DE REALISATION PARTICULIERS

Le procédé selon la présente invention peut s'appliquer aux différentes techniques de fabrication de guides optiques enterrés.

30 La figure 1 est une vue en coupe transversale de deux éléments d'une première structure

optique, assemblés par le procédé selon l'invention. Cette structure optique comprend un élément 1 constitué par un substrat en verre comprenant des ions sodium. Avant la réalisation du guide optique, la face
5 d'assemblage 2 de ce substrat a été rectifiée en planéité (pour obtenir une planéité de l'ordre du micromètre, typiquement 1 à 2 μm) et en rugosité (pour obtenir une rugosité au maximum de quelques dizaines de nanomètres). Le substrat 1, pourvu d'un masque sur la
10 face d'assemblage 2, a ensuite été plongé dans un bain de sels d'argent en fusion afin de faire pénétrer les ions argent dans le substrat, générant un cœur de guide en surface dans la zone non masquée. Ensuite, le substrat 1 a subi un recuit assisté par un champ
15 électrique afin de faire migrer le cœur du guide 3 en profondeur par rapport à la surface 2 du substrat.

La face d'assemblage 2 du substrat 1 subit ensuite une préparation de surface pour permettre un assemblage par adhésion moléculaire. Il en va de même
20 pour la face d'assemblage 8 de l'élément 9 en verre et servant de contre-lame. Cette préparation de surface peut être réalisée de la manière suivante. Les faces d'assemblage sont d'abord nettoyées à l'acétone et à l'alcool pour les dégraisser. Elles sont ensuite polies
25 pour obtenir une rugosité de qualité optique (rugosité inférieure à quelques nm) et les faces d'assemblage sont activées pour favoriser les liaisons hydrogène.

Une fois la préparation de surface effectuée, les faces d'assemblage sont mises en contact
30 à partir de leur centre afin de propager l'adhésion du

centre vers les bords et chasser ainsi les bulles d'air entre les faces d'assemblage.

L'adhérence entre les deux éléments assemblés est renforcée par un recuit à 150°C pendant
5 quelques minutes. Une température plus ou moins élevée, pendant plus ou moins longtemps, peut être appliquée selon la résistance de la structure.

La figure 2 est une vue en coupe transversale de deux éléments d'une deuxième structure,
10 assemblés par le procédé selon l'invention. Cette structure optique comprend un élément 11 constitué par un substrat en silicium recouvert d'une couche de silice 14. La face libre de la couche de silice est rectifiée en planéité et en rugosité. Un cœur de guide
15 13 en silice dopée, de section carrée, est réalisé sur la couche de silice 14. Le cœur de guide 13 est réalisé par les techniques de photolithographie et de gravure issues de la microélectronique, à partir de silice dopée au phosphore, au bore ou au germanium. Il est
20 ensuite recouvert d'une couche de silice 15, qui peut faire plusieurs micromètres d'épaisseur, afin d'obtenir une gaine d'indice de réfraction adapté.

Comme pour la première structure optique, la face d'assemblage 12 (qui est le report de la face
25 rectifiée de la couche 14) de l'élément comprenant le guide optique et la face d'assemblage 18 de la contre-lame 19 en verre subissent une préparation de surface.

Comme précédemment, les faces d'assemblage 12 et 18 sont mises en contact et l'adhérence est
30 renforcée par un recuit à une température de l'ordre de 150°C.

La figure 3 est une vue en coupe transversale de deux éléments d'une troisième structure, assemblés par le procédé selon l'invention. Cette structure optique comprend, comme pour la
5 deuxième structure, un élément 21 constitué par un substrat de silicium recouvert d'une couche de silice 24. La face libre de la couche de silice est rectifiée en planéité et en rugosité. Un cœur de guide 23 en silice dopée, de section carrée, est réalisé comme
10 précédemment sur la couche de silice 24. Il est ensuite recouvert d'une couche de silice épaisse 25 qui est ensuite planarisée pour obtenir une couche d'épaisseur uniforme.

La face d'assemblage 22 (qui est le report
15 de la face rectifiée de la couche 24) de l'élément comprenant le guide optique et la face d'assemblage 28 de la contre-lame 29 en verre subissent la préparation de surface déjà décrite.

Comme précédemment, les faces d'assemblage
20 22 et 28 sont mises en contact et l'adhérence est renforcée par un recuit à une température de l'ordre de 150°C.

La figure 4 est une vue en coupe transversale de deux éléments d'une quatrième structure
25 optique, assemblés par le procédé selon l'invention. Cette structure optique comprend un élément 31 constitué par un substrat en silicium recouvert d'une couche de silice 34. La face libre 32 de la couche de silice 34 est rectifiée en planéité et en rugosité. Un
30 cœur de guide 33, généré localement par implantation

ionique d'ions titane, est réalisé dans la couche de silice 34.

La face d'assemblage 32 de l'élément comprenant le guide optique et la face d'assemblage 38
5 de la contre-lame 39 en verre subissent une préparation de surface.

Comme précédemment, les faces d'assemblage 32 et 38 sont mises en contact et l'adhérence est renforcée par un recuit à une température de l'ordre de
10 150°C.

Plusieurs composants optiques identiques ou différents peuvent être assemblés à une même contre-lame. La figure 5 est une vue de dessus montrant un tel assemblage. La contre-lame 49 supporte et maintient par
15 adhésion moléculaire deux composants 41 et 41' à guide optique à cœur faiblement enterré. Les faces d'assemblage des composants 41 et 41' sont préparées conformément à la présente invention. Les composants 41 et 41' peuvent éventuellement être connectés entre eux,
20 par exemple par des fibres optiques. La contre-lame 49 joue ainsi en plus le rôle de support commun aux composants de la structure optique.

Par rapport à l'assemblage par collage, l'assemblage par adhérence moléculaire présente les
25 avantages suivants :

- L'assemblage ne nécessite plus le dépôt d'une couche d'adaptation d'indice de réfraction sur la surface du composant. En prenant un même matériau aux propriétés proches de celui à la surface du composant,
30 l'adaptation d'indice est optimale et ne varie pas avec la température.

- Les risques d'endommagement de composants sensibles au dégazage de la colle (par exemple diode laser) sont supprimés.

5 - La résistance aux conditions climatiques (température, pression, humidité) est meilleure qu'un assemblage par collage qui, comparativement, présente plus de dégradations lorsqu'il est soumis à des cycles de vieillissement.

10 - La résistance aux gradients de température est meilleure qu'un assemblage par collage car les matériaux de part et d'autre de la surface d'adhésion ont des propriétés de dilatation thermique très proches.

15 La présente invention s'applique aux composants optiques passifs (diviseur, multiplexeur) et aux composants optiques actifs (amplificateurs).

REVENDICATIONS

1. Procédé d'assemblage de deux éléments d'une structure optique selon des faces d'assemblage, au moins l'un de ces éléments comprenant au moins un guide optique dont le cœur est faiblement enterré par rapport à la face d'assemblage de cet élément, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à :
- 10 - sélectionner en tant que ledit élément comprenant au moins un guide optique, un élément dont la face d'assemblage a été rectifiée en planéité et en rugosité avant la création du cœur de guide optique (3, 13, 23, 33),
 - 15 - effectuer, après la création du cœur du guide optique, une préparation de surface des faces d'assemblage des deux éléments de la structure optique pour permettre un assemblage par adhésion moléculaire des deux éléments,
 - 20 - mettre en contact les faces d'assemblage, - effectuer un recuit de renforcement de l'adhésion des faces assemblées, la température du recuit étant de l'ordre de 150°C.
2. Procédé d'assemblage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux éléments sont en des matériaux possédant des propriétés optiques, mécaniques et thermiques proches.
3. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'élément

comprenant au moins un guide optique est un élément en verre (1), le cœur (3) du guide optique étant obtenu par la technique d'échange d'ions.

5 4. Procédé d'assemblage selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'élément comprenant au moins un guide optique comprend un substrat de silicium (11) recouvert d'une couche de silice (14) dont la surface est rectifiée en planéité
10 et en rugosité avant la formation d'un cœur de guide (13) en silice dopé sur la couche de silice (14), le cœur de guide (13) étant ensuite recouvert d'une couche de silice (15) épousant le relief formé par le cœur du guide.

15 5. Procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'élément comprenant au moins un guide optique comprend un substrat de silicium (21) recouvert d'une
20 couche de silice (24) dont la surface est rectifiée en planéité et en rugosité avant la formation d'un cœur de guide (23) en silice dopée sur la couche de silice (24), le cœur de guide (23) étant ensuite recouvert d'une couche de silice planarisée (25).

25 6. Procédé d'assemblage selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'élément comprenant au moins un guide optique comprend un substrat en silicium (31) recouvert d'une
30 couche de silice (34) dont la surface est rectifiée en planéité et en rugosité avant la formation d'un cœur de

guide (33) obtenu par implantation ionique locale de la silice.

1 / 2

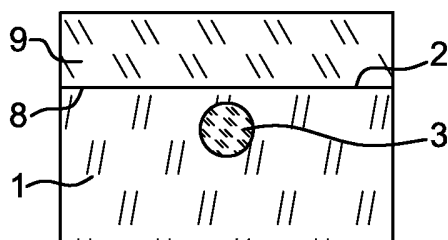


FIG. 1

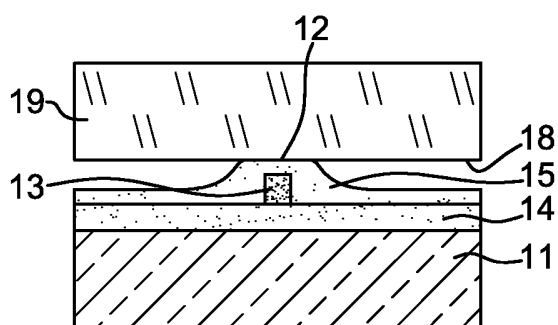


FIG. 2

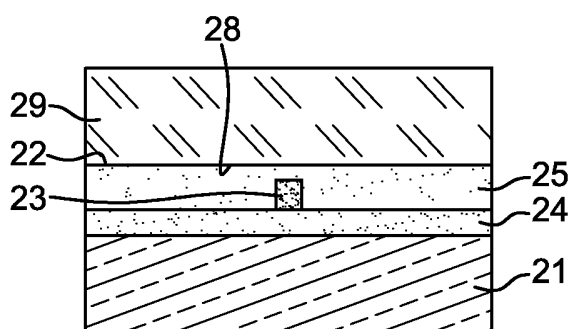


FIG. 3

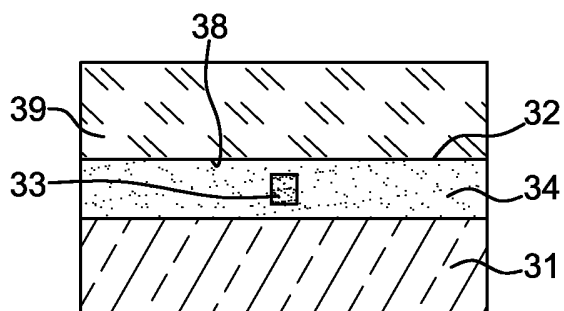


FIG. 4

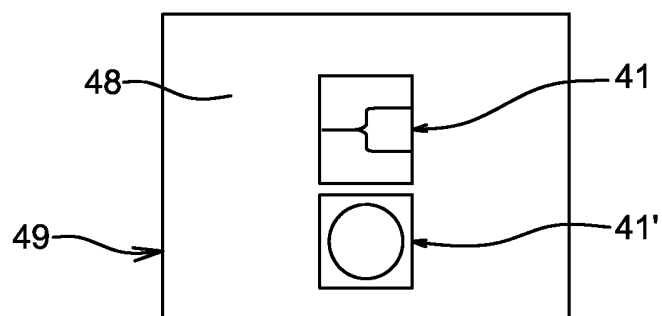


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2005/050715

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B6/13

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L 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, INSPEC, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 656 181 A (BIASSE ET AL) 12 August 1997 (1997-08-12) abstract; claim 7 column 4, lines 38-52 -----	1-3
X	US 6 645 831 B1 (SHAHEEN MOHAMAD A ET AL) 11 November 2003 (2003-11-11) abstract; figures 7f,7g column 11, line 48 - column 12, line 11 ----- -/--	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in 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

11 January 2006

Date of mailing of the international search report

26/01/2006

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

Faderl, I

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2005/050715

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	REED G T ET AL: "SILICON ON INSULATOR OPTICAL WAVEGUIDES FORMED BY DIRECT WAFER BONDING" MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING B, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, vol. B15, no. 2, 1 November 1992 (1992-11-01), pages 156-159, XP000359258 ISSN: 0921-5107 page 156, paragraph 2.SAMPLE-PREPARATION - page 157	4-6
A	BOUKENTER A ET AL: "Photoluminescence spectroscopy of direct bonded silica based wafers" JOURNAL OF NON-CRYSTALLINE SOLIDS, NORTH-HOLLAND PHYSICS PUBLISHING. AMSTERDAM, NL, vol. 216, August 1997 (1997-08), pages 95-98, XP004110433 ISSN: 0022-3093 pages 95-96	1-6
A	VELDHUIS G J ET AL: "ELECTROSTATICALLY ACTUATED MECHANOOPTICAL WAVEGUIDE ON-OFF SWITCH SHOWING HIGH EXTINCTION AT A LOW ACTUATION-VOLTAGE" IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, US, vol. 5, no. 1, January 1999 (1999-01), pages 60-66, XP000823389 ISSN: 1077-260X page 63, paragraph III. - page 64	1
A	US 4 962 879 A (GOESELE ET AL) 16 October 1990 (1990-10-16) the whole document	1-6
A	SAYAH A ET AL: "Development of novel low temperature bonding technologies for microchip chemical analysis applications" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, vol. 84, no. 1-2, 1 August 2000 (2000-08-01), pages 103-108, XP004222500 ISSN: 0924-4247 the whole document	1-6

-/--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2005/050715

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ZHAO C Z ET AL: "SILICON RAISED STRIP WAVEGUIDES BASED ON SILICON AND SILICON DIOXIDE THERMAL BONDING" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 9, no. 4, April 1997 (1997-04), pages 473-474, XP000690467 ISSN: 1041-1135 page 473, paragraph II.FABRICATION -----	1-6
A	ZHAO C Z ET AL: "SILICON ON INSULATOR MACH-ZEHNDER WAVEGUIDE INTERFEROMETERS OPERATING AT 1.3 M" APPLIED PHYSICS LETTERS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 67, no. 17, 20 October 1995 (1995-10-20), XP000544331 ISSN: 0003-6951 the whole document -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2005/050715

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5656181	A	12-08-1997	EP 0691554 A1 FR 2722304 A1 JP 8043656 A	10-01-1996 12-01-1996 16-02-1996
US 6645831	B1	11-11-2003	US 2003211704 A1 US 2004106268 A1	13-11-2003 03-06-2004
US 4962879	A	16-10-1990	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2005/050715

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE G02B6/13		
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) H01L 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 réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, INSPEC, WPI Data, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 656 181 A (BIASSE ET AL) 12 août 1997 (1997-08-12) abrégé; revendication 7 colonne 4, ligne 38-52	1-3
X	US 6 645 831 B1 (SHAHEEN MOHAMAD A ET AL) 11 novembre 2003 (2003-11-11) abrégé; figures 7f,7g colonne 11, ligne 48 - colonne 12, ligne 11	1
----- -/--		
☒ 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 *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
11 janvier 2006		26/01/2006
Norm et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale		Fonctionnaire autorisé
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) 340-3016		Faderl, I

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	REED G T ET AL: "SILICON ON INSULATOR OPTICAL WAVEGUIDES FORMED BY DIRECT WAFER BONDING" MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING B, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, vol. B15, no. 2, 1 novembre 1992 (1992-11-01), pages 156-159, XP000359258 ISSN: 0921-5107 page 156, alinéa 2. SAMPLE-PREPARATION - page 157	4-6
A	BOUKENTER A ET AL: "Photoluminescence spectroscopy of direct bonded silica based wafers" JOURNAL OF NON-CRYSTALLINE SOLIDS, NORTH-HOLLAND PHYSICS PUBLISHING. AMSTERDAM, NL, vol. 216, août 1997 (1997-08), pages 95-98, XP004110433 ISSN: 0022-3093 pages 95-96	1-6
A	VELDHUIS G J ET AL: "ELECTROSTATICALLY ACTUATED MECHANOOPTICAL WAVEGUIDE ON-OFF SWITCH SHOWING HIGH EXTINCTION AT A LOW ACTUATION-VOLTAGE" IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, US, vol. 5, no. 1, janvier 1999 (1999-01), pages 60-66, XP000823389 ISSN: 1077-260X page 63, alinéa III. - page 64	1
A	US 4 962 879 A (GOESELE ET AL) 16 octobre 1990 (1990-10-16) le document en entier	1-6
A	SAYAH A ET AL: "Development of novel low temperature bonding technologies for microchip chemical analysis applications" SENSORS AND ACTUATORS A, ELSEVIER SEQUOIA S.A., LAUSANNE, CH, vol. 84, no. 1-2, 1 août 2000 (2000-08-01), pages 103-108, XP004222500 ISSN: 0924-4247 le document en entier	1-6

-/--

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2005/050715

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	ZHAO C Z ET AL: "SILICON RAISED STRIP WAVEGUIDES BASED ON SILICON AND SILICON DIOXIDE THERMAL BONDING" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 9, no. 4, avril 1997 (1997-04), pages 473-474, XP000690467 ISSN: 1041-1135 page 473, alinéa II.FABRICATION -----	1-6
A	ZHAO C Z ET AL: "SILICON ON INSULATOR MACH-ZEHNDER WAVEGUIDE INTERFEROMETERS OPERATING AT 1.3 M" APPLIED PHYSICS LETTERS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, US, vol. 67, no. 17, 20 octobre 1995 (1995-10-20), XP000544331 ISSN: 0003-6951 le document en entier -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2005/050715

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5656181	A	12-08-1997	EP 0691554 A1	10-01-1996
			FR 2722304 A1	12-01-1996
			JP 8043656 A	16-02-1996
US 6645831	B1	11-11-2003	US 2003211704 A1	13-11-2003
			US 2004106268 A1	03-06-2004
US 4962879	A	16-10-1990	AUCUN	