

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2012/010776 A1**

(43) Date de la publication internationale  
26 janvier 2012 (26.01.2012)

PCT

- (51) Classification internationale des brevets :  
*G02B 6/122* (2006.01)    *G02B 1/04* (2006.01)  
*G02B 6/138* (2006.01)    *B29D 11/00* (2006.01)  
*G02B 6/255* (2006.01)    *C08L 33/08* (2006.01)  
*G02B 6/38* (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2011/051658
- (22) Date de dépôt international :  
12 juillet 2011 (12.07.2011)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
1055860    19 juillet 2010 (19.07.2010)    FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
LOVALITE [FR/FR]; 18, rue Alain Savary, F-25000 Besançon (FR).
- (72) Inventeurs; et
- (75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
DAHMANI, Brahim [FR/FR]; 22, rue Erik Satie, F-25000 Besançon (FR). NEDELJKOVIC, Dusan [FR/FR]; 28C, rue de Vesoul, F-25000 Besançon (FR).
- (74) Mandataire : COSTANTINI, Paul; Novagraaf Technologies, 16, rue Gambetta, F-25000 Besançon (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Déclarations en vertu de la règle 4.17 :  
— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)  
Publiée :  
— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : METHOD FOR SPLICING OPTICAL FIBRES AND JOINT OBTAINED BY MEANS OF SUCH A METHOD

(54) Titre : PROCEDE D'EPISSURES DE FIBRES OPTIQUES ET JONCTION OBTENUE PAR UN TEL PROCEDE

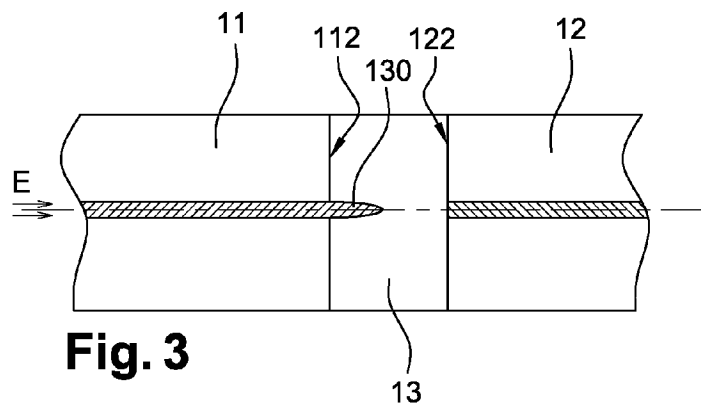


Fig. 3

(57) Abstract : In line with a method for splicing two optical fibres (11, 12), the procedure involves the following steps: the two fibres (11, 12) are aligned with one of their ends (112, 122) opposite one another, a photopolymerizable composition is placed in the gap (13) between the two ends (112, 122), said composition having a greater optical refractive index than when it is polymerized, the composition is provided with light by at least one of the fibres (11, 12) in order to form a bridge (131) of polymerized material between the ends (112, 122) of the two fibres. The composition has a polymerization threshold for the light energy provided, beyond which the polymerization begins. Joint produced by this method.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/010776 A1

---

Selon un procédé d'épissure de deux fibres optiques (11, 12), on procède aux étapes suivantes : on aligne les deux fibres (11, 12) avec une de leurs extrémités (112, 122) en vis-à-vis l'une de l'autre, on place une composition photopolymérisable dans l'interstice (13) entre les deux extrémités (112, 122), la composition ayant un indice de réfraction optique plus grand lorsqu'elle est polymérisée, on fournit de la lumière à la composition par au moins l'une des fibres (11, 12) pour former un pont (131) de matière polymérisée entre les extrémités (112, 122) des deux fibres. La composition a un seuil de polymérisation pour l'énergie lumineuse fournie au-delà duquel la polymérisation s'amorce. Jonction réalisée par ce procédé.

Procédé d'épissure de fibres optiques et jonction  
obtenue par un tel procédé.

### **DOMAINE DE L'INVENTION**

L'invention concerne un procédé d'épissure de fibres optiques et une jonction de fibres optiques obtenue par un tel procédé.

### 5 **TECHNIQUE ANTÉRIEURE**

Les fibres optiques sont des filaments de matériau transparent, comme du verre, qui permettent de transporter de la lumière le long de leur direction principale. Elles sont utilisées en particulier dans les  
10 télécommunications pour transporter des signaux modulés sur de très longues distances.

Les fibres optiques comportent un cœur d'un indice de réfraction optique prédéterminé entouré d'une gaine d'un indice de réfraction inférieur. La lumière dans le cœur  
15 se réfléchit sur la surface séparant le cœur de la gaine et reste ainsi confinée dans le cœur.

Il est nécessaire de pouvoir raccorder deux fibres optiques afin d'assurer la continuité optique de ce guide d'une fibre à l'autre avec une perte la plus faible  
20 possible.

On connaît une technique de soudure pour raccorder des fibres optiques. Les fibres sont d'abord préparées en clivant et/ou en polissant les extrémités à raccorder. Puis les fibres sont alignées extrémité contre extrémité.  
25 Un apport de chaleur fait fondre le matériau qui se soude sans apport de matière. La chaleur est apportée par exemple par un arc électrique.

Cette technique est largement utilisée puisqu'elle permet d'obtenir une jonction avec de faibles pertes dans  
30 la transmission du signal, de l'ordre de 0,02 à 0,04 dB.

Cependant, il est nécessaire de préparer très soigneusement les extrémités de fibres afin que leur face soit bien plane et perpendiculaire à l'axe de la fibre. De plus, il est nécessaire de positionner très  
5 précisément les fibres l'une au bout de l'autre. Ceci nécessite un matériel onéreux et délicat à mettre en œuvre.

D'autres procédés d'épissure ont été proposés. Le principe de ces procédés est un maintien mécanique des  
10 fibres l'une en regard de l'autre. Un support comporte une rainure, par exemple une rainure en vé, et les fibres sont pincées sur le support pour être maintenues en place. Cependant, la lumière qui sort à une extrémité d'une fibre est divergente. La proportion de lumière qui  
15 est captée par la fibre en regard faiblit rapidement en fonction de l'espace entre les extrémités des fibres. Ici aussi, il est important que les faces d'extrémités soient de bonne qualité. De plus, le positionnement relatif des fibres doit être soigné pour ne pas subir de fortes  
20 pertes. Dans des versions perfectionnées, un gel de même indice de réfraction optique que le cœur de la fibre est ajouté dans l'espace entre les fibres. On constate couramment qu'il n'est pas possible d'obtenir de manière fiable des pertes de moins de 0,1 à 0,2 dB, ce qui est  
25 considéré comme trop important dans un certain nombre d'applications.

Le document WO 86/03599 montre par exemple un procédé de ce type. Les fibres sont placées parallèlement l'une à l'autre et font face à un miroir qui renvoie la lumière  
30 en provenance d'une fibre en la focalisant sur l'extrémité de l'autre fibre.

Dans le document W003/012504, il est également proposé de placer une composition polymérisée dans l'interstice entre deux fibres optiques. Cette jonction  
35 est également très sensible au réglage de la largeur de l'interstice.

Le document US 4,666,236-A montre un procédé de raccordement de fibres optiques entre elles ou avec une photodiode laser. Une composition photopolymérisable est placée entre les composants à raccorder, et la  
5 composition est soumise à un éclairage par le composant. La polymérisation se fait uniquement dans la zone éclairée. Cependant, par cette méthode, le guide reconstitué est divergent et présente les mêmes pertes qu'avec un procédé avec une composition non polymérisée.

#### 10 **OBJECTIFS DE L'INVENTION**

L'invention vise à fournir un procédé d'épissure de fibres optiques qui soit simple à mettre en œuvre, fiable, peu coûteux et dont la jonction réalisée présente de faibles pertes.

#### 15 **EXPOSÉ DE L'INVENTION**

Avec ces objectifs en vue, l'invention a pour objet un procédé d'épissure de deux fibres optiques selon lequel on procède aux étapes suivantes : on aligne les deux fibres avec une de leurs extrémités en vis-à-vis  
20 l'une de l'autre, on place une composition photopolymérisable dans l'interstice entre les deux extrémités, la composition ayant un indice de réfraction optique plus grand lorsqu'elle est polymérisée, on fournit de la lumière à la composition par au moins l'une  
25 des fibres pour former un pont de matière polymérisée entre les extrémités des deux fibres, caractérisé en ce que la composition a un seuil de polymérisation pour l'énergie lumineuse fournie au-delà duquel la polymérisation s'amorce.

30 On constate qu'avec une telle composition, le pont qui est constitué entre les extrémités des fibres ne diverge pas, mais reste sensiblement cylindrique. De ce fait, les pertes constatées lors de la transmission de la lumière par la jonction sont très faibles et d'un niveau

acceptable. Les inventeurs expliquent ce phénomène de la façon suivante :

Le faisceau de lumière qui sort de l'extrémité d'une fibre a une répartition gaussienne de l'énergie, centrée sur le centre du cœur de la fibre, c'est-à-dire qu'elle est plus forte au centre que sur les bords. Pendant la phase d'éclairement, une partie polymérisée commence à se construire à partir du centre du cœur de la fibre source de lumière, c'est-à-dire dans une zone qui a reçu suffisamment d'énergie pour dépasser le seuil de polymérisation et donc pour que la polymérisation commence. L'intensité du faisceau incident et le temps d'exposition sont tels que le seuil de polymérisation peut ne pas être atteint dans toute la zone éclairée par le faisceau. Il est atteint d'abord au plus près de l'extrémité de la fibre, puisque le faisceau est divergent, et dans l'axe du cœur. La zone en cours de formation a la forme d'une pointe en symétrie de révolution et se distingue assez nettement de la zone non polymérisée. Comme l'indice de réfraction de la zone polymérisée est plus élevé que celui de la composition avant polymérisation, la zone en formation forme un guide optique qui concentre la lumière à l'extrémité de la pointe. La croissance de cette pointe se poursuit jusqu'à atteindre l'extrémité de l'autre fibre, de manière à former entre les cœurs des fibres un pont de forme sensiblement cylindrique.

L'existence d'un seuil de polymérisation permet qu'une zone non polymérisée subsiste autour de la pointe et dans laquelle l'indice de réfraction n'évolue pas pour former une guide optique avec la pointe. Quand le guide optique a commencé à se former, la zone périphérique au guide ne reçoit plus de lumière et ne peut donc pas atteindre le seuil de polymérisation.

On constate que le procédé est tolérant vis-à-vis de la qualité de surface des extrémités, à tel point qu'une

simple cassure à l'aide d'une pince coupante est suffisante comme préparation de la fibre.

L'existence d'un seuil de polymérisation s'explique en particulier par la présence d'oxygène dissous dans la composition. En effet, les radicaux excités par la lumière réagissent prioritairement avec l'oxygène. Lorsque tout l'oxygène est consommé, les radicaux excités réagissent avec le monomère pour former une chaîne polymère. L'oxygène joue donc un rôle de neutralisation de la formation du polymère, et c'est quand le seuil de consommation de l'oxygène est dépassé que la polymérisation peut commencer. L'oxygène dissous provient de l'atmosphère et s'incorpore à la composition lors de sa préparation et son stockage. On pourrait aussi utiliser spécifiquement des inhibiteurs de polymérisation tels que l'hydroquinone, la t-butylhydroquinone, l'hydroquinone-monoéthyl-éther, le t-butylcatéchol, la phénothiazine ou l' $\alpha$ -naphthol.

De manière particulière, la différence d'indice de réfraction optique entre la composition non polymérisée et le polymère est supérieure à 0,028. On constate que cette différence est suffisante pour que le phénomène décrit précédemment se produise.

Selon un mode de réalisation, la composition comporte du pentaérythritol tri-acrylate ou du penta-érythritol tétra-acrylate (PETA). Ce composé permet d'obtenir un polymère avec de bonnes qualités de transparence et un indice de réfraction proche de ceux du verre utilisé pour les fibres optiques.

De manière complémentaire, la composition comporte en outre un composé fluoré, tel que par exemple de l'acrylate de heptafluoro-butyle (HFBA). Le PETA et le HFBA forment ensemble un copolymère après polymérisation. Le dosage entre le PETA et le HFBA permet d'ajuster à la demande l'indice de réfraction optique de la composition

et du polymère du pont. On choisit l'indice du polymère au plus proche de celui du cœur des fibres à épisser.

De manière particulière, la composition comporte en outre de l'éosine comme agent de sensibilisation de la composition à la lumière. L'éosine permet d'amorcer la polymérisation lorsqu'elle est exposée à de la lumière visible, en particulier à de la lumière émise par une diode laser verte à une longueur d'onde de 532 nm. En ajustant sa concentration, on modifie l'intensité lumineuse nécessaire pour obtenir la polymérisation. Plus la concentration est importante, plus la lumière est absorbée et la polymérisation se produit rapidement. La concentration d'éosine est par exemple inférieure à 0,2%.

La composition contient par exemple également du N-méthyl-diéthanolamine (MDEA). On constate que ce composé facilite la polymérisation. Le photo-initiateur, l'éosine, amorce le processus de polymérisation en absorbant la lumière. Ensuite, l'éosine réagit avec le MDEA conduisant d'un état excité singulet instable vers un état triplet stable qui génère des radicaux libres. Ces radicaux libres, ainsi formés, réagissent avec le monomère (PETA) pour former une chaîne réticulée qui forme le polymère.

Dans une étape supplémentaire, on élimine la composition non polymérisée en laissant le pont, et on la remplace par une composition pour former une gaine autour du pont. La gaine est ainsi reconstituée et peut être maintenue de manière durable. Pour remplacer la composition, on peut rincer celle en place non polymérisée avec un solvant, tel que de l'éthanol, et mettre une composition, polymérisable par diverses méthodes. Si la composition est photopolymérisable, elle est éclairée par une lumière radiale par rapport à l'axe des fibres.

Par exemple, on polymérise la composition formant la gaine, l'indice de réfraction optique du polymère formé



étant inférieur à celui du pont. La jonction de la gaine reconstituée et du pont constitue un guide d'onde dans la continuité des fibres optiques assurant des pertes minimales. Comme la composition est polymérisée, elle est durable et reste en place sans vieillissement notable.

De manière particulière, on effectue une étape de traitement thermique de la jonction au-dessus d'un seuil prédéterminé de température. Cette étape permet de stabiliser la polymérisation et d'obtenir une jonction qui reste stable dans le temps, en particulier en ambiance chaude.

L'invention a aussi pour objet une jonction de deux fibres optiques placées bout-à-bout, un interstice séparant les extrémités des fibres optiques comportant un pont, caractérisée en ce qu'elle est obtenue selon le procédé d'épissure décrit précédemment.

Selon une disposition constructive, la jonction comporte des moyens mécaniques de maintien des fibres entre elles. Des efforts exercés entre les fibres ne sont pas transmis au pont, mais repris par les moyens mécaniques. L'intégrité du pont, accolé à l'extrémité des fibres, est donc préservée.

De manière particulière, les moyens mécaniques comportent au moins une fenêtre optique pour activer la photopolymérisation de la gaine autour du pont.

#### **BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES**

L'invention sera mieux comprise et d'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, la description faisant référence aux dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue d'un système pour la mise en œuvre d'un procédé d'épissure selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue d'une première étape de la réalisation d'une jonction entre deux fibres optiques selon le procédé conforme à l'invention ;

- les figures 3 et 4 sont des figures similaires à la figure 2 de deux étapes suivantes ;
- la figure 5 est une vue en perspective de moyens mécaniques de maintien des fibres entre elles ;
- 5 - la figure 6 est une image prise au microscope d'une épissure réalisée selon le procédé de l'invention ;
- la figure 7 est un diagramme représentant les pertes d'insertion d'un exemple de réalisation de l'invention avec des fibres monomodes comparé à la technique
- 10 - la figure 8 est une figure similaire à la figure 7 pour un mode de réalisation avec des fibres multimodes.

#### **DESCRIPTION DÉTAILLÉE**

Un procédé d'épissure de fibres optiques 11, 12  
15 comportant classiquement un cœur 111, 121 entouré d'une gaine 110, 120 est mis en œuvre conformément à l'invention avec les moyens mécaniques 2 de maintien tels que montrés sur la figure 5. Ces moyens mécaniques 2 servent à tenir les fibres optiques 11, 12 en regard

20 l'une de l'autre pendant et après la réalisation de l'épissure. Les moyens mécaniques 2 comportent une platine 20 servant de base et des leviers 21 servant à pincer les fibres optiques 11, 12 contre la platine 20. La platine 20 comporte en son milieu deux rainures 22 en

25 vé alignées et destinées à guider les fibres 11, 12 pour que leurs extrémités 112, 122 soient en regard l'une de l'autre et que les cœurs 111, 112 des fibres soient coaxiaux. Une entaille 23 sépare les deux rainures 22.

Dans une première étape du procédé, deux fibres  
30 optiques 11, 12 dont les bouts ont été débarrassés de leur jaquette de protection sont placées dans le prolongement l'une de l'autre dans les rainures 22 en vé. Les fibres optiques 11, 12 sont du type monomode à 1550 nm et ont pour référence « SMF28e » chez la société

35 Corning. Le cœur de ces fibres a un diamètre de l'ordre

de 10  $\mu\text{m}$ . Un interstice 13 est maintenu entre leurs extrémités 112, 122, avec une largeur ajustée entre 0 et 200  $\mu\text{m}$ , mais de préférence entre 10 et 100  $\mu\text{m}$ . La première des fibres 11 est connectée à son extrémité 112 opposée à une source de lumière telle qu'un laser 3 à l'argon, comme montré sur la figure 1. On place les moyens mécaniques 2 sur un microscope 4, de manière à observer l'interstice 13 de manière perpendiculaire à l'axe des fibres et à contrôler la largeur dudit interstice 13. La connexion au laser est faite par l'intermédiaire d'un obturateur 5 qui permet de laisser passer sur commande le rayon laser vers la première fibre optique.

Dans une deuxième étape, une composition photopolymérisable, détaillée ci-après, est placée dans l'interstice 13 entre les extrémités 112, 122 des fibres à l'aide d'une pipette.

Dans une troisième étape, on éclaire la composition à travers la fibre optique en alimentant le laser et en laissant ouvert l'obturateur pendant un temps prédéterminé pour construire un pont 131 entre les deux fibres.

Dans une quatrième étape, on place une composition dans l'interstice 13 pour former une gaine autour du pont 131 à la place du reste de composition non polymérisée.

Dans un exemple, la composition est élaborée de la manière suivante :

- on place dans un agitateur 5 mL de triacrylate ou tétra-acrylate de penta-érythritol (PETA) avec une pipette ;
- on ajoute du N-méthyl-diéthanolamine (MDEA) à l'aide d'une pipette ;
- on agite la solution pendant une heure ;
- on ajoute au mélange de l'hepta-fluoro-butyle-acrylate (HFBA) à l'aide d'une pipette ;

- on prélève une pointe de mini spatule d'éosine en poudre et on l'ajoute au mélange ;

- on agite la composition durant 12 heures en prenant soin de placer le récipient à l'abri de la lumière ;

5 - puis on laisse reposer la composition 4h minimum de façon à éliminer les bulles d'air de la composition, toujours à l'abri de la lumière.

La composition pour le pont 131 est la suivante :  
64,5 % de PETA, 31 % de HFBA, 4,48% de MDEA et 0,02%  
10 d'éosine. On mesure un indice de réfraction de 1,43 pour la composition, et de 1,46 pour le matériau polymérisé.

Une composition similaire est préparée selon la même procédure pour la réalisation de la gaine 132 autour du pont 131. Cette composition a les proportions suivantes :  
15 54,5 % de PETA, 41 % de HFBA, 4,48% de MDEA et 0,02% d'éosine. On mesure un indice de réfraction de 1,41 avant polymérisation et 1,44 pour le matériau polymérisé.

Avant le dépôt d'une goutte de solution photo-polymérisable, on règle la puissance du laser de façon à  
20 ce que sa puissance en sortie de fibre soit égale à 5  $\mu$ W. On place l'obturateur 5 en position fermée de façon à obturer le faisceau laser.

On vient ensuite déposer une goutte de solution photo-polymérisable qui va reconstruire le pont 131 dans  
25 l'interstice 13 entre les extrémités 112, 122 des fibres 11, 12, comme le montre la figure 2. On envoie alors le faisceau laser dans la première fibre 11 pendant une seconde, ce temps d'exposition étant contrôlé à l'aide de l'obturateur 5.

30 Comme expliqué précédemment, la matière exposée à la lumière dans le prolongement du cœur 111 de la première fibre 11 se polymérise et forme d'abord une pointe 130, comme montré sur la figure 3, puis un pont 131 entre les cœurs 111, 112 des fibres 11, 12 de forme sensiblement  
35 cylindrique, comme montré sur la figure 4.

On place alors la deuxième composition à la place de la première composition non polymérisée, autour du pont 131. On expose cette composition à la lumière pour la polymériser et qu'elle forme une gaine 132 autour du pont 131, comme montré sur les figures 4 et 6.

On peut ajouter une étape de stabilisation en soumettant la jonction à une température stabilisée, par exemple 90°C, pour que les variations de température par la suite ne se traduisent pas par des modifications de propriétés de la transmission.

Des mesures de pertes d'insertion ont été établies avec l'exemple tel que décrit précédemment et sont transcrits sur la courbe C du diagramme de la figure 7. La longueur d'onde est de 1550 nm. Les résultats sont comparés avec ceux obtenus avec une jonction avec simplement de l'air dans l'interstice 13 (courbe A), ou un gel d'indice composé de monomère PETA pur (courbe B). On constate de bien meilleures performances de la jonction réalisée selon l'invention.

Dans un deuxième exemple, des fibres multimodes ont été raccordées selon la méthode décrite précédemment. Les fibres ont un cœur de l'ordre de 50 µm. Des mesures de pertes d'insertion ont été établies à une longueur d'onde de 1550 nm. Les résultats sont présentés sur la courbe D de la figure 8 et sont comparés avec les pertes dans une jonction avec un gel d'indice composé de monomère PETA pur dans l'interstice 13 (courbe E). On constate que les pertes sont comparables jusqu'à un interstice de 300 µm et sont nettement plus faibles pour l'invention à des largeurs d'interstice supérieures.

L'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits. On pourra former le pont 131 en éclairant simultanément les deux fibres.

**REVENDICATIONS**

1. Procédé d'épissure de deux fibres optiques (11, 12) selon lequel on procède aux étapes suivantes :
- on aligne les deux fibres (11, 12) avec une de leurs extrémités (112, 122) en vis-à-vis l'une de l'autre,
  - 5 - on place une composition photopolymérisable dans l'interstice (13) entre les deux extrémités (112, 122), la composition ayant un indice de réfraction optique plus grand lorsqu'elle est polymérisée,
  - on fournit de la lumière à la composition par au
  - 10 moins l'une des fibres (11, 12) pour former un pont (131) de matière polymérisée entre les extrémités (112, 122) des deux fibres,
- caractérisé en ce que la composition a un seuil de polymérisation pour l'énergie lumineuse fournie au-delà
- 15 duquel la polymérisation s'amorce et en ce qu'on élimine la composition non polymérisée en laissant le pont (131), et on la remplace par une composition pour former une gaine (132) autour du pont (131).
2. Procédé selon la revendication 1, selon lequel
- 20 la différence d'indice de réfraction optique entre la composition non polymérisée et le polymère est supérieure à 0,028.
3. Procédé selon la revendication 1, selon lequel la composition comporte du pentaérythritol triacrylate
- 25 ou du penta-érythritol tétra-acrylate (PETA).
4. Procédé selon la revendication 3, selon lequel la composition comporte en outre un composé fluoré.
5. Procédé selon la revendication 4, selon lequel le composé fluoré est de l'acrylate de heptafluoro-
- 30 butyle (HFBA).
6. Procédé selon la revendication 3, selon lequel la composition comporte en outre de l'éosine comme

agent de sensibilisation de la composition à la lumière.

7. Procédé selon la revendication 3, selon lequel la composition contient également du N-méthyl-diéthanolamine (MDEA).

8. Procédé selon la revendication 1, selon lequel la composition contient de l'oxygène dissous.

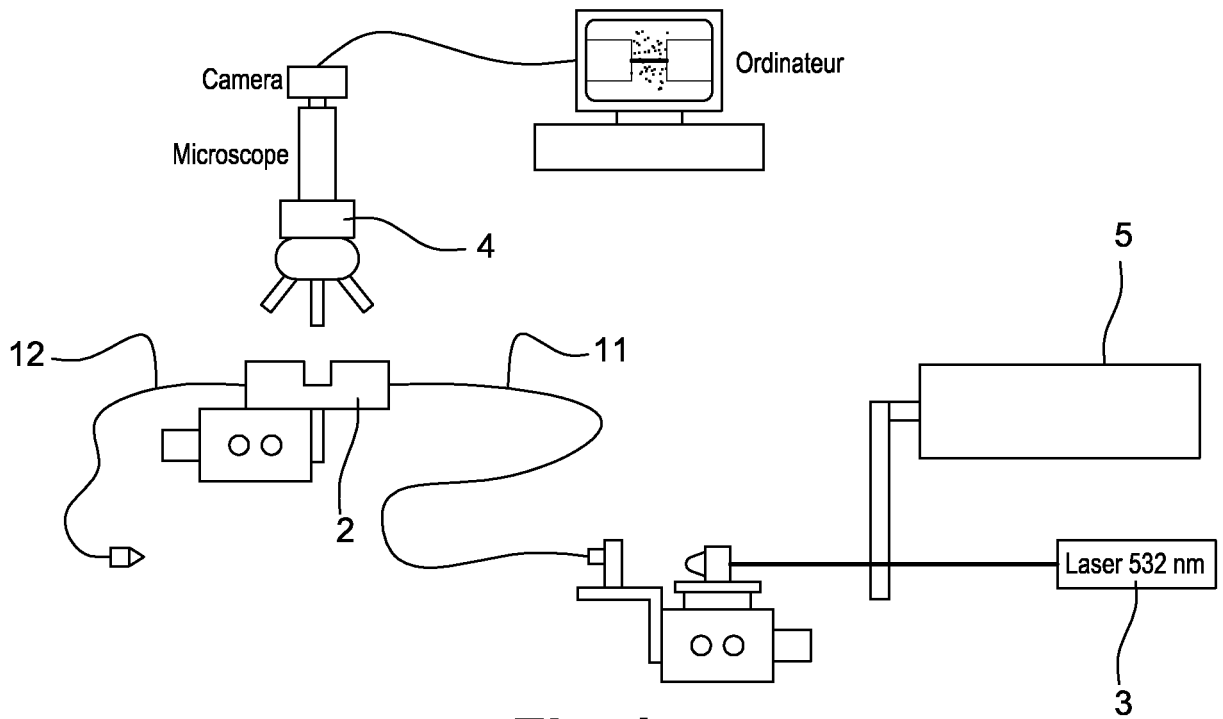
9. Procédé selon la revendication 1, selon lequel on polymérise la composition formant la gaine (132), l'indice de réfraction optique du polymère formé étant inférieur à celui du pont (131).

10. Procédé selon la revendication 1, selon lequel on effectue une étape de traitement thermique de la jonction au-dessus d'un seuil prédéterminé de température.

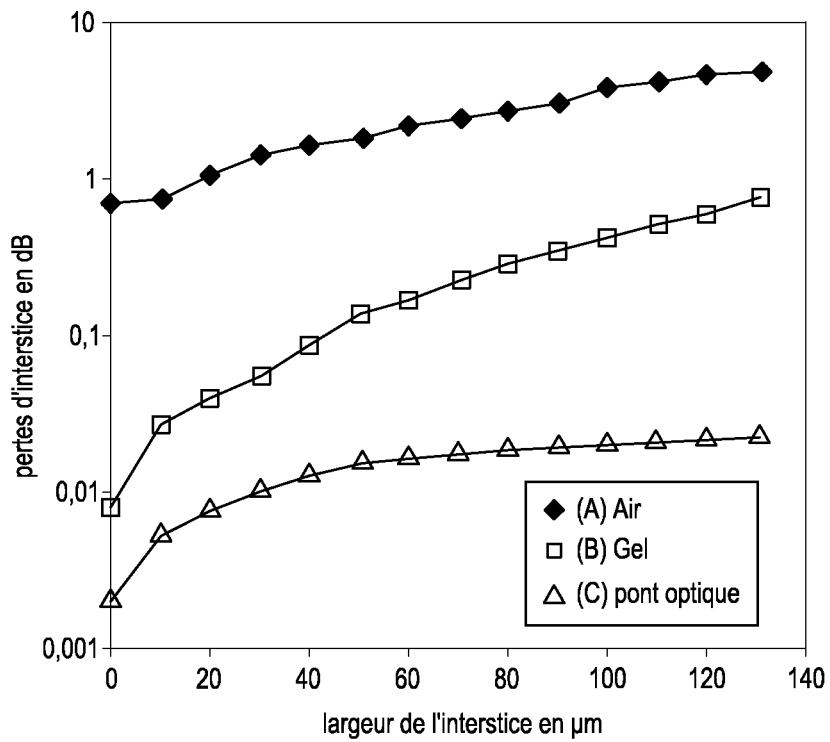
11. Jonction de deux fibres optiques (11, 12) placées bout-à-bout, un interstice (13) séparant les extrémités (112, 122) des fibres optiques (11, 12) comportant un pont (131), caractérisée en ce qu'elle est obtenue selon le procédé d'épissure de l'une des revendications 1 à 10.

12. Jonction selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens mécaniques (2) de maintien des fibres entre elles.

13. Jonction selon la revendication 12, dans laquelle les moyens mécaniques (2) comportent au moins une fenêtre optique pour activer la photopolymérisation de la gaine (132) autour du pont (131).

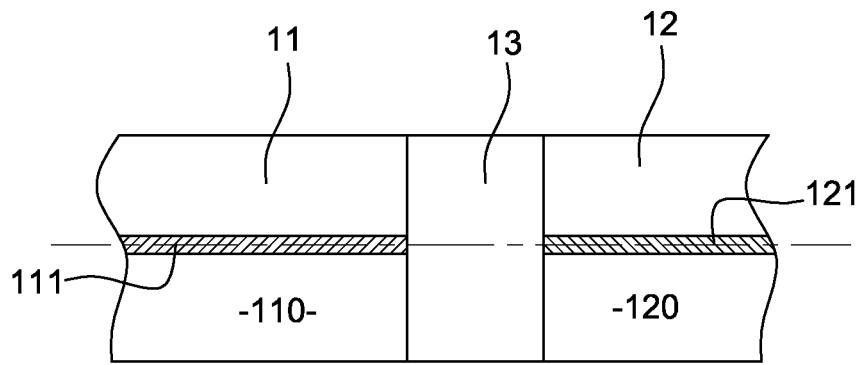


**Fig. 1**

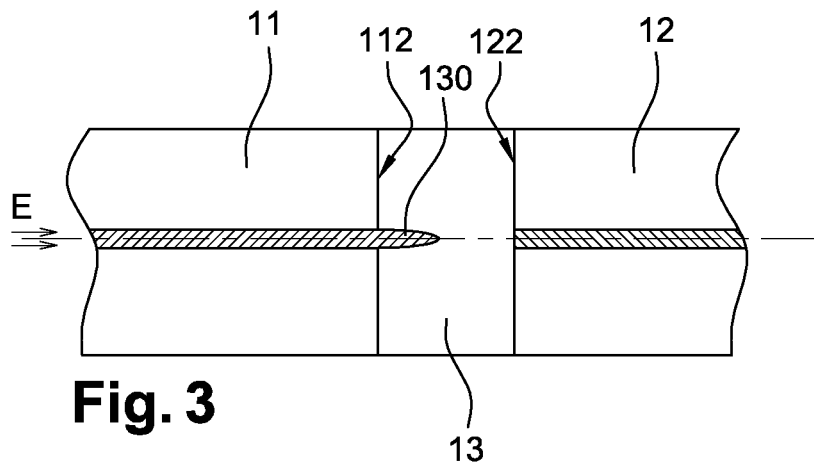


**Fig. 7**

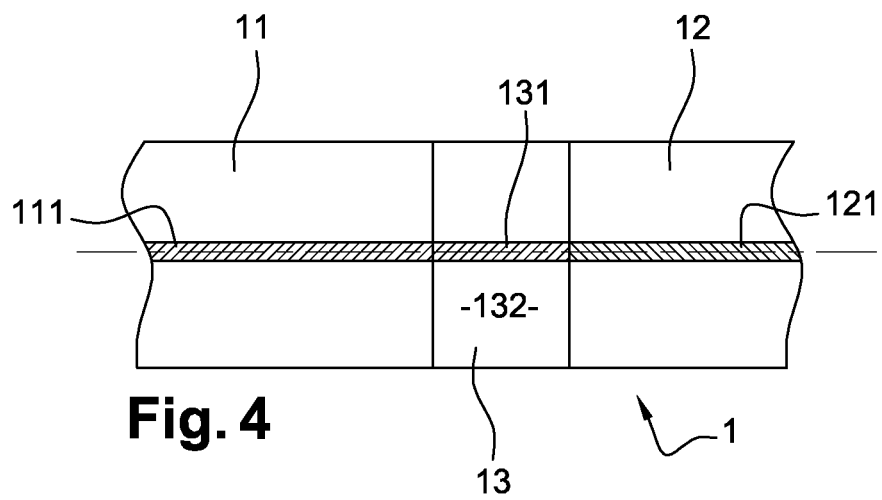




**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**

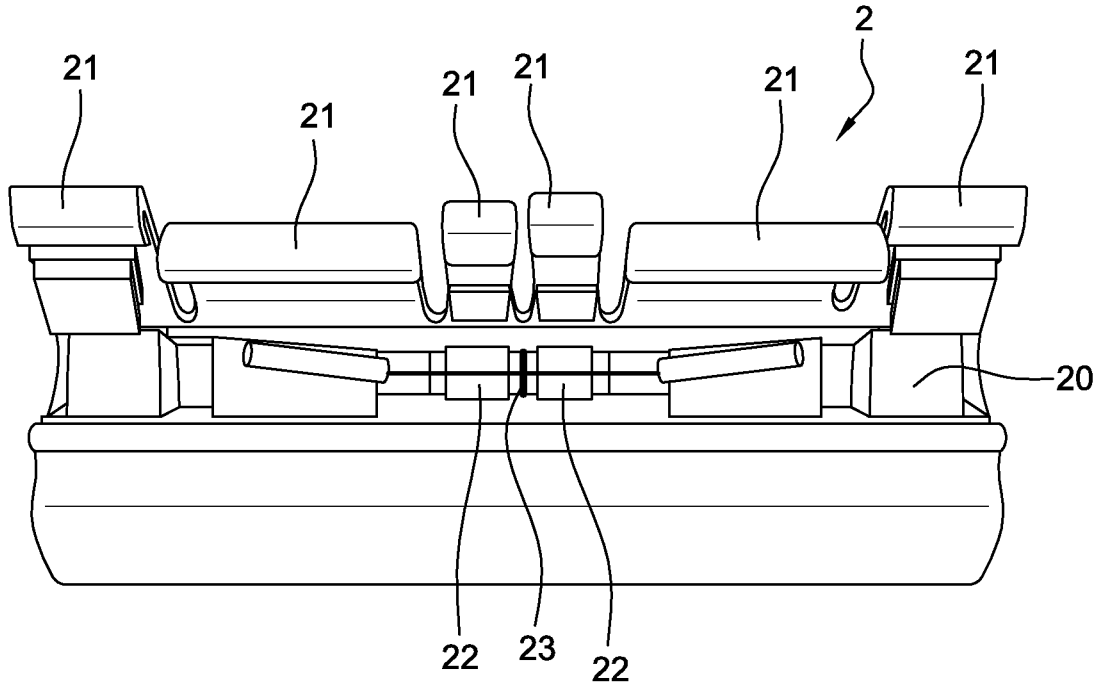


Fig. 5

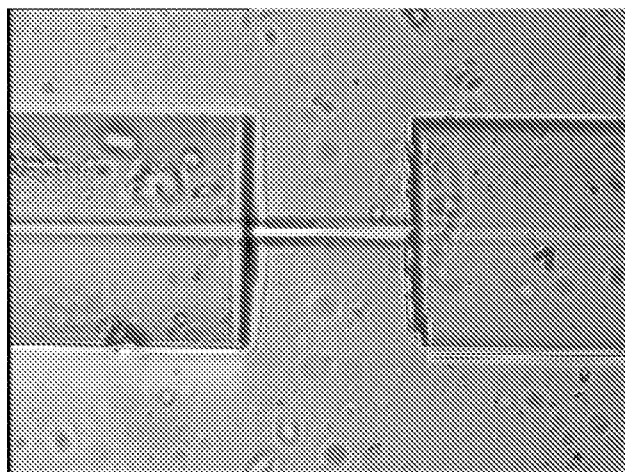


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2011/051658

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 INV. G02B6/122 G02B6/138 G02B6/255 G02B6/38  
 ADD. G02B1/04 B29D11/00 C08L33/08

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)  
 G02B B29C G03F C08L B29D

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 503 231 A1 (IBIDEN CO LTD [JP]) 2 February 2005 (2005-02-02) figures 9a, 20, 21, 32, 67-69 paragraph [0004] - paragraph [0010] paragraph [0017] - paragraph [0018] paragraph [0037] - paragraph [0044] paragraph [0192] - paragraph [0195] paragraph [0340] - paragraph [0348] paragraph [0402] - paragraph [0403] paragraph [0457] - paragraph [0460] paragraph [0508] - paragraph [0509] paragraph [0648] - paragraph [0663] ----- -/--	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C.

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	Date of mailing of the international search report
12 September 2011	30/09/2011

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Faderl, Ingo
--	--

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2011/051658

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 272 306 A (FUJITSU LTD [JP]) 11 May 1994 (1994-05-11) figures 15a-15d,16,21a-21d,23 page 22, line 18 - page 23, line 37 page 27, line 1 - line 24 page 51, line 3 - line 31 -----	1,3, 10-12
X	FR 2 827 968 A1 (BACHELOT RENAUD [FR]) 31 January 2003 (2003-01-31) cited in the application figures 1,4 page 2, line 13 - line 17 page 3, line 14 - line 23 page 4, line 4 - line 26 page 5, line 6 - line 8 page 6, line 17 - line 24 -----	1,3,6,7, 11
A	US 2005/013578 A1 (INUI YUKITOSHI [JP] ET AL) 20 January 2005 (2005-01-20) figures 2A-2E,6A,6B paragraph [0084] - paragraph [0089] paragraph [0104] - paragraph [0107] -----	1,9,11
A	US 2007/105973 A1 (NICOLSON PAUL C [US] ET AL NICOLSON PAUL CLEMENT [US] ET AL) 10 May 2007 (2007-05-10) paragraph [0003] - paragraph [0004] paragraph [0406] - paragraph [0411] paragraph [0412] - paragraph [0416] -----	1,3-5
A	US 2004/209202 A1 (NALEWAJEK DAVID [US] ET AL) 21 October 2004 (2004-10-21) paragraph [0007] - paragraph [0011] paragraph [0080] - paragraph [0098] -----	1,3,4,8
A	GB 2 459 505 A (DUBLIN INST OF TECHNOLOGY [IE]) 28 October 2009 (2009-10-28) figures 1,3 page 3, line 5 - line 17 page 4, line 7 - line 25 page 9, line 4 - line 8 -----	1,6
A	US 4 443 494 A (GONSER DONALD I [US]) 17 April 1984 (1984-04-17) figure 8 column 5, line 59 - column 7, line 9 column 9, line 58 - column 10, line 33 -----	1,7,11
A	EP 0 358 476 A2 (BARR & STROUD LTD [GB]; AKZO NV [NL]; NEDERLAND PTT [NL] AKZO NOBEL NV) 14 March 1990 (1990-03-14) figures 1-3 page 4, line 18 - page 28 -----	1,13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2011/051658

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1503231	A1	02-02-2005	WO 03091777 A1 06-11-2003
GB 2272306	A	11-05-1994	NONE
FR 2827968	A1	31-01-2003	AU 2002337225 A1 17-02-2003 CN 1551997 A 01-12-2004 CN 101165517 A 23-04-2008 EP 1412790 A2 28-04-2004 WO 03012504 A2 13-02-2003 JP 2004537745 A 16-12-2004 RU 2312381 C2 10-12-2007 US 2004264860 A1 30-12-2004
US 2005013578	A1	20-01-2005	NONE
US 2007105973	A1	10-05-2007	US 2009046242 A1 19-02-2009 US 2007105974 A1 10-05-2007 US 2010238398 A1 23-09-2010
US 2004209202	A1	21-10-2004	NONE
GB 2459505	A	28-10-2009	EP 2277067 A2 26-01-2011 WO 2009130333 A2 29-10-2009
US 4443494	A	17-04-1984	NONE
EP 0358476	A2	14-03-1990	AT 168790 T 15-08-1998 CA 1339118 C 29-07-1997 DE 68928746 D1 27-08-1998 DE 68928746 T2 11-03-1999 JP 2113210 A 25-04-1990 JP 2827019 B2 18-11-1998 US 5142605 A 25-08-1992

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2011/051658

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> INV. G02B6/122      G02B6/138      G02B6/255      G02B6/38 ADD. G02B1/04      B29D11/00      C08L33/08		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G02B B29C G03F C08L B29D		
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, INSPEC		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 503 231 A1 (IBIDEN CO LTD [JP]) 2 février 2005 (2005-02-02) figures 9a,20,21,32,67-69 alinéa [0004] - alinéa [0010] alinéa [0017] - alinéa [0018] alinéa [0037] - alinéa [0044] alinéa [0192] - alinéa [0195] alinéa [0340] - alinéa [0348] alinéa [0402] - alinéa [0403] alinéa [0457] - alinéa [0460] alinéa [0508] - alinéa [0509] alinéa [0648] - alinéa [0663] ----- -/--	1-13
<input checked="" type="checkbox"/>	Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> 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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  12 septembre 2011		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  30/09/2011
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, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Faderl, Ingo

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	GB 2 272 306 A (FUJITSU LTD [JP]) 11 mai 1994 (1994-05-11) figures 15a-15d,16,21a-21d,23 page 22, ligne 18 - page 23, ligne 37 page 27, ligne 1 - ligne 24 page 51, ligne 3 - ligne 31 -----	1,3, 10-12
X	FR 2 827 968 A1 (BACHELOT RENAUD [FR]) 31 janvier 2003 (2003-01-31) cité dans la demande figures 1,4 page 2, ligne 13 - ligne 17 page 3, ligne 14 - ligne 23 page 4, ligne 4 - ligne 26 page 5, ligne 6 - ligne 8 page 6, ligne 17 - ligne 24 -----	1,3,6,7, 11
A	US 2005/013578 A1 (INUI YUKITOSHI [JP] ET AL) 20 janvier 2005 (2005-01-20) figures 2A-2E,6A,6B alinéa [0084] - alinéa [0089] alinéa [0104] - alinéa [0107] -----	1,9,11
A	US 2007/105973 A1 (NICOLSON PAUL C [US] ET AL NICOLSON PAUL CLEMENT [US] ET AL) 10 mai 2007 (2007-05-10) alinéa [0003] - alinéa [0004] alinéa [0406] - alinéa [0411] alinéa [0412] - alinéa [0416] -----	1,3-5
A	US 2004/209202 A1 (NALEWAJEK DAVID [US] ET AL) 21 octobre 2004 (2004-10-21) alinéa [0007] - alinéa [0011] alinéa [0080] - alinéa [0098] -----	1,3,4,8
A	GB 2 459 505 A (DUBLIN INST OF TECHNOLOGY [IE]) 28 octobre 2009 (2009-10-28) figures 1,3 page 3, ligne 5 - ligne 17 page 4, ligne 7 - ligne 25 page 9, ligne 4 - ligne 8 -----	1,6
A	US 4 443 494 A (GONSER DONALD I [US]) 17 avril 1984 (1984-04-17) figure 8 colonne 5, ligne 59 - colonne 7, ligne 9 colonne 9, ligne 58 - colonne 10, ligne 33 -----	1,7,11
A	EP 0 358 476 A2 (BARR & STROUD LTD [GB]; AKZO NV [NL]; NEDERLAND PTT [NL] AKZO NOBEL NV) 14 mars 1990 (1990-03-14) figures 1-3 page 4, ligne 18 - page 28 -----	1,13

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2011/051658

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1503231	A1	02-02-2005	WO 03091777 A1	06-11-2003
GB 2272306	A	11-05-1994	AUCUN	
FR 2827968	A1	31-01-2003	AU 2002337225 A1	17-02-2003
			CN 1551997 A	01-12-2004
			CN 101165517 A	23-04-2008
			EP 1412790 A2	28-04-2004
			WO 03012504 A2	13-02-2003
			JP 2004537745 A	16-12-2004
			RU 2312381 C2	10-12-2007
			US 2004264860 A1	30-12-2004
US 2005013578	A1	20-01-2005	AUCUN	
US 2007105973	A1	10-05-2007	US 2009046242 A1	19-02-2009
			US 2007105974 A1	10-05-2007
			US 2010238398 A1	23-09-2010
US 2004209202	A1	21-10-2004	AUCUN	
GB 2459505	A	28-10-2009	EP 2277067 A2	26-01-2011
			WO 2009130333 A2	29-10-2009
US 4443494	A	17-04-1984	AUCUN	
EP 0358476	A2	14-03-1990	AT 168790 T	15-08-1998
			CA 1339118 C	29-07-1997
			DE 68928746 D1	27-08-1998
			DE 68928746 T2	11-03-1999
			JP 2113210 A	25-04-1990
			JP 2827019 B2	18-11-1998
			US 5142605 A	25-08-1992