

(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
16 décembre 2010 (16.12.2010)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2010/142700 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B01L 3/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2010/058037

(22) Date de dépôt international :
8 juin 2010 (08.06.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
09 02753 8 juin 2009 (08.06.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE (Paris 6)
[FR/FR]; 4, place Jussieu, F-75005 Paris (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : GROSSO,
David [FR/FR]; 22, rue des Francs Bourgeois, F-91630
Cheptainville (FR). LINDEN, Mika [FI/FI]; Brunngatan
8 B 28, FI-20500 Turku (FI). SANCHEZ, Clément [FR/
FR]; 48, avenue du Maréchal Foch, F-01440 Bure sur
Yvette (FR).

(74) Mandataires : PARZY, Benjamin et al.; c/o Cabinet
Boettcher, 22, rue du Général Foy, F-75008 Paris (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, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

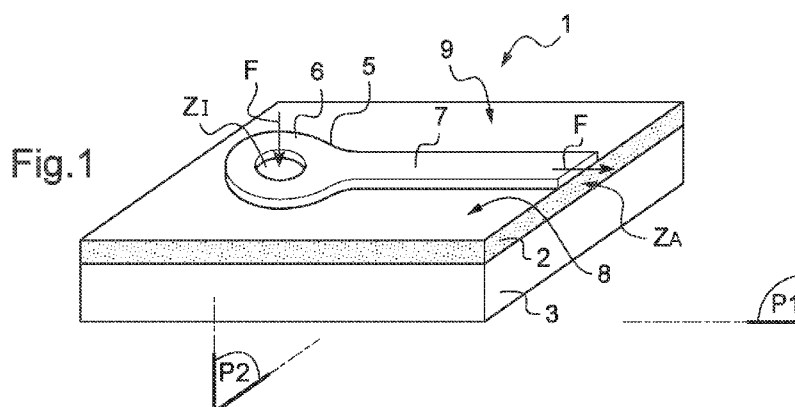
Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— relative au droit du déposant de revendiquer la priorité
de la demande antérieure (règle 4.17.iii))

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : MICROFLUIDIC DEVICE FOR TRANSPORTING A PRODUCT BY DIFFUSION IN A POROUS SUBSTRATE

(54) Titre : DISPOSITIF MICRO-FLUIDIQUE POUR CONVOYER UN PRODUIT PAR DIFFUSION DANS UN SUBSTRAT
POREUX



(57) Abstract : The invention relates to a microfluidic device (1) for transporting a product by diffusion in a porous substrate (2) from a product (F) injection area (ZI) to a product intake area (ZA), connected by a product channelling area (ZE). The porous substrate according to the invention has a free surface (4) which is partially covered with a mask (5, 6, 7) that is impervious to the product and which extends from the injection area (ZI) to the intake area (ZA) such as to define the product channelling area (ZE) in the substrate, in order to enable product evaporation via an uncovered portion (8, 9) of the free surface (4).

(57) Abrégé : L'invention a pour objet un dispositif micro- fluïdique (1) pour convoyer du produit par diffusion dans un substrat poreux (2) d'une zone d'injection (ZI) de produit (F) à une zone d'arrivée (ZA) de produit reliées par une zone de canalisation de produit (ZE). Selon l'invention, le substrat poreux présente une surface libre (4) qui est partiellement recouverte d'un masque (5,6,7) imperméable au produit et qui s'étend de la zone d'injection (ZI) à la zone d'arrivée (ZA) pour définir dans le substrat la zone de canalisation de produit (ZE), de façon à permettre une évaporation du produit par une portion non recouverte (8,9) de la surface libre (4).



WO 2010/142700 A1



Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Dispositif micro-fluidique pour convoier un produit par diffusion dans un substrat poreux

L'invention concerne un dispositif dit micro- ou nano- fluidique, destiné à acheminer notamment des produits en très petite quantité par diffusion dans une matrice poreuse.

ARRIERE-PLAN DE L'INVENTION

L'acheminement de fluide proprement dit ou de soluté dissous dans un fluide (on parlera ci-après de produits) par diffusion au sein d'une matrice poreuse intervient dans diverses applications, telles que la séparation (membranes, tamis moléculaire), la catalyse hétérogène (supports catalytiques), l'analyse (capteurs environnementaux, chromatographie, analyse médicale).

Il est connu de conformer cette matrice poreuse sous la forme d'une micro conduite cylindrique, destinée à être alimentée à l'une de ses extrémités en produit, et qui est gainée par une enveloppe d'un matériau imperméable au produit à convoier. L'enveloppe confine ainsi l'écoulement du produit dans la conduite de l'une à l'autre de ses extrémités, écoulement qui peut avoir lieu soit sous l'action de forces naturelles (capillarité), soit par sollicitation externe (telle qu'une différence de pression, un champ électrique).

Il est également connu de la demande de brevet US2007/0092411 une conduite micro fluidique comprenant un premier substrat dont les parois définissent un canal d'écoulement, canal qui est rempli de substrat poreux et qui est recouvert d'un deuxième substrat.

Dans un cas comme dans l'autre, ces configurations ne sont pas dénuées d'inconvénients. La fabrication de micro-conduites gainées ou de substrats définissant des canaux est, notamment, assez délicate.

Il est connu du document FR2282469 un dispositif microfluidique comportant un substrat poreux sous forme de couche ayant une première face en appui contre un sup-

port imperméable et une face opposée formant une surface libre par laquelle le produit transporté est susceptible de s'évaporer. Des orifices dans le support définissent dans le substrat poreux des zones d'injection de produit et des zones d'arrivée de produit qui débouchent sur la face en contact avec le support.

Le document US5223220 décrit quant à lui un dispositif avec un substrat poreux en couche enfermée dans une boîte dont le fond forme un support imperméable et le couvercle recouvre le substrat poreux en découvrant des portions de la surface en regard du substrat poreux pour y définir des zones d'injection et des zones d'arrivée de fluide.

Dans ce type de dispositif, le produit injecté dans la zone d'injection diffuse dans le substrat poreux, sans possibilité d'évaporation avant d'atteindre la zone d'arrivée.

BUT DE L'INVENTION

Le but de la présente invention est de remédier aux inconvénients des dispositifs évoqués précédemment, qui puisse, notamment, permettre une fabrication et/ou une mise en œuvre plus simple.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

L'invention a pour objet un dispositif microfluidique pour convoyer un produit par diffusion dans un substrat poreux d'une zone d'injection de produit à une zone d'arrivée de produit reliées par une zone de canalisation de produit, le substrat poreux étant en forme de couche ayant une face s'étendant contre un support imperméable au produit et une face opposée forme une surface libre sur laquelle débouche la zone d'injection, caractérisé en ce que la surface libre est partiellement recouverte d'un masque imperméable au produit et qui s'étend de la zone d'injection à la zone d'arrivée pour définir dans une portion du substrat recouverte par le masque la

zone de canalisation de produit, en permettant une diffusion du produit dans le substrat sans le masque de la zone d'injection à la zone d'arrivée concurremment une évaporation du produit par des portions non recouvertes de la surface libre de part et d'autre du masque.

Le produit introduit dans la zone d'injection est donc soumis à une compétition entre une diffusion dans le substrat poreux sous le masque et une évaporation latérale par la partie de surface libre non recouverte. En faisant en sorte que le taux de diffusion soit plus important que le taux d'évaporation, on obtient un transport du produit sous le masque, qui définit ainsi une zone de canalisation de produit dans le substrat, bien qu'aucune frontière ou aucune paroi ne délimite latéralement cette zone de canalisation de produit. Ainsi, loin d'éviter l'évaporation, le dispositif selon l'invention profite de ce phénomène pour canaliser le produit sous le masque.

Il est ainsi aisé de conférer au dispositif de l'invention des formes et des longueurs de zone de canalisation de produit très variées, en adaptant uniquement la forme et la longueur du masque.

On comprend dans le cadre de la présente invention que le produit est :

- soit sous forme liquide, et convoyé conformément à l'invention sous forme pure ou sous forme diluée dans un solvant approprié,
- soit sous forme solide, pulvérulente par exemple, et dissout dans un solvant approprié.

On comprend également par produit un mélange de plusieurs produits.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre et des dessins annexés, il-

lustrant plusieurs modes de réalisation particuliers non limitatifs de l'invention.

Il sera fait référence aux figures des dessins annexés, où :

- 5 - la figure 1 représente en perspective un dispositif micro-fluidique selon l'invention,
- la figure 2 est une vue en coupe transversale du dispositif de la figure 1 selon le plan P2 ; la figure 1a est une vue en coupe longitudinale du dispositif de la
- 10 figure 1 selon le plan P1 ;
- les figures 3a, 3b, 3c, 3d, 3e représentent la section longitudinale d'une portion de zone de canalisation de produit dans le substrat poreux selon différentes variantes de l'invention.

15 Ces figures sont volontairement très schématiques et ne respectent pas l'échelle entre les différents composants représentés afin d'en faciliter la lecture, chaque élément représenté conservant la même référence dans l'ensemble des figures.

20 DESCRIPTION DETAILLEE DES FIGURES

La figure 1 représente donc un dispositif micro-fluidique 1 selon l'invention, destiné à transporter dans un substrat poreux un produit F donné. On comprend sous le terme de micro-fluidique le fait que le dispositif est

25 apte à transporter de toutes petites quantités de produit (ce terme incluant également les dispositifs appelés nano-fluidiques). Ce dispositif 1 comprend un substrat poreux sous forme d'une couche 2 rapportée sur un support 3 imperméable au produit en question. Dans ce mode de ré-

30 alisation, le support 3 est plan, et la couche 2 présente une surface libre 4, opposée à la face en contact avec le support 3, elle aussi substantiellement plane. La couche 2 présente une zone d'injection ZI du produit F à proximité de l'un de ses bords, et une zone d'arrivée ZA et de

35 collecte du produit à proximité du bord opposé au précé-

dent, le sens d'écoulement du produit F de l'une à l'autre des zones d'injection ZI et d'arrivée ZA dans la couche 2 étant symbolisé par les flèches droites.

Ici, le substrat poreux de la couche 2 est en oxyde de silicium SiO_2 , à pores ouverts d'un diamètre de 15 nanomètres en moyenne. Sa porosité est d'environ 60%. La couche 2 a une épaisseur de 300 nanomètres environ. Elle a été déposée sur le support 3 par des techniques connues dans le domaine du dépôt de couches minces, par exemple ici par sol gel à partir de précurseurs connus.

La couche 2 est surmontée d'un masque 5, qui est ici une membrane de PDMS (polydimethylsiloxane) imperméable, qui recouvre partiellement la couche 2. Ce masque est choisi pour être imperméable au produit F que l'on veut transporter par le dispositif selon l'invention.

A titre illustratif, le produit F de référence est ici une solution aqueuse de SnCl_4 .

Dans une région amont 6 (en référence au sens d'écoulement du produit), le masque est ici en forme de collerette avec un orifice central délimitant dans le substrat poreux la zone d'injection ZI sur laquelle on peut déposer le produit à transporter par une pipette ou une seringue. Dans une région aval, le masque est en forme de bande 7 laissant libres deux parties 8, 9 de la surface libre 4 de la couche 2 de part et d'autre de cette bande 7.

Les figures 1a et 2, en combinaison avec la figure 1, permettent de mieux comprendre comment cette bande 7 du masque 5 permet de définir la zone de canalisation de produit ZE du produit F de la zone d'injection ZI à la zone d'arrivée ZA : le produit F, injecté dans la zone d'injection ZI, s'écoule sous la région amont 6 du masque 5, puisque son évaporation est bloquée par la présence du masque. Dès que le produit F dépasse la région amont 6 du masque 5, il va pouvoir s'évaporer par les zo-

nes 8,9 laissées libres de la couche 2, comme cela est représenté à la figure 1 sous la forme des petites flèches courbes, alors que dans la zone de la couche 2 recouverte par la portion aval 7 du masque 5, il va diffuser dans la couche 2 en direction de la zone d'arrivée ZA.

Comme représenté à la figure 2, qui est une vue transversale du dispositif au niveau de la région aval du masque 5, les bords de la bande 7 du masque 5 vont ainsi délimiter dans la couche 2 la zone de canalisation de produit ZE qui s'étend essentiellement sous le masque.

La zone de canalisation de produit ZE a, dans l'épaisseur de la couche 2, un profil P qui va en s'évasant de la surface de la couche 2 en contact avec la bande 7 du masque 5 vers la surface de la couche 2 en contact avec son support 3. Ce profil est ici illustré schématiquement. Il peut, selon le type de produit et les caractéristiques du substrat poreux, être différent, notamment être plus ou moins évasé. La figure 2, très schématique, représente des contours linéaires et très nets pour ce profil P. On comprendra que, dans la réalité, ce profil est plutôt délimité par des contours courbes et qu'en outre, il n'est pas aussi net, l'interface entre le produit sous forme liquide dans la zone ZE et qui passe sous forme gazeuse en dehors de cette zone étant diffuse.

La disposition du masque 5 sur la couche 2 confine donc le produit F dans une zone de canalisation de produit ZE aux frontières latérales prédéterminées.

Selon un deuxième exemple, le substrat poreux constitutif de la couche 2 est en oxyde de silicium SiO_2 , à pores ouverts de diamètre 200 nanomètres en moyenne et de porosité d'environ 30 %. La couche 2 a une épaisseur d'environ 500 nanomètres, et a été, comme dans l'exemple précédent, déposée par sol-gel. Les autres composants du dispositif, et le mode de fonctionnement du dispositif,

restent inchangés par rapport à l'exemple 1.

Les figures 3a à 3e illustrent des variantes de réalisation où le substrat poreux reste sous la forme d'une couche 2 rapportée sur un support 3, mais présente
5 une caractéristique physico-chimique variable dans la zone de canalisation de produit ZE de la couche. Cette variation peut être régulière, à la manière d'un gradient, elle peut aussi être irrégulière, par paliers par exemple, ou n'affecter qu'une partie de la zone de cana-
10 lisation de produit. Cette variation affecte de préférence, et dans ces figures, la zone de canalisation de produit dans le sens longitudinal de la zone de canalisation de produit, à savoir selon le sens d'écoulement du produit.

15 Les figures 3a à 3e représentent toutes des portions de coupes longitudinales de la zone ZE, les flèches rappelant le sens d'écoulement du produit. Ainsi, la figure 3a représente une section longitudinale de la zone ZE, où l'épaisseur de la couche va en diminuant de façon
20 régulière à la manière d'un gradient, et la figure 3b représente une même section où, cette fois, l'épaisseur de la couche va en augmentant de façon régulière. Il est également possible, bien sûr, de prévoir des variations d'épaisseur dans la largeur de la zone de canalisation de
25 produit.

La figure 3c représente une autre variante, où la porosité augmente au long de la zone ZE (représentation très symbolique), et la figure 3d où, cette fois, la porosité diminue au long de la zone ZE.

30 La figure 3e représente encore une autre variante, où la composition chimique du matériau varie le long de la zone, avec (de façon très symbolique encore), une couche entièrement constituée d'un produit a à proximité de la zone d'injection ZI, puis qui introduit pro-
35 gressivement dans sa composition un second produit b,

puis qui, dans sa partie la plus proche de la zone d'arrivée ZA, n'est plus constituée que du produit b. Bien sûr, on peut aussi prévoir que l'ensemble du substrat poreux soit constitué d'un même mélange de produits
5 ab, dont seule la proportion relative change le long de la zone de canalisation de produit. A noter qu'on peut également prévoir une modification de la composition chimique de la couche dans son épaisseur ou dans sa section transversale.

10 Selon d'autres variantes de l'invention, cette variation peut aussi affecter la zone de canalisation de produit transversalement au sens d'écoulement, ou encore dans l'épaisseur de la couche dans la zone de canalisation de produit.

15 A noter que dans les modes de réalisation décrits plus haut, le produit circule dans la couche par capillarité, mais que, de façon connue, son mode de propagation, et notamment sa vitesse, peut être modifié par intervention de facteurs extérieurs, comme l'application d'un
20 champ électrique ou une différence de pression.

Naturellement, on prendra soin de choisir de façon appropriée le type de produit et le type de substrat poreux, de façon à ce que la vitesse de diffusion du produit considéré dans le substrat poreux considéré reste
25 supérieure à sa vitesse d'évaporation, de façon à éviter que la propagation du produit ne se fasse dans la portion de surface libre du substrat poreux non recouverte par le masque, et pour s'assurer que le produit sera correctement transporté de la zone d'injection ZI à la zone
30 d'arrivée ZS.

De même, il est avantageux de moduler la pression de vapeur autour du dispositif, de façon à contrôler l'évaporation du produit par la portion de surface libre non recouverte du substrat poreux.

35 L'invention n'est pas limitée aux exemples qui

viennent d'être décrits, et elle englobe toute variante restant dans le cadre des revendications.

Notamment, d'autres substrats poreux que ceux décrits dans les exemples précédents peuvent être utilisés.
5 De préférence, on choisira un matériau à pores interconnectés, avec une taille de pores de 1 à 1000 nanomètres, notamment de 10 à 210 nanomètres.

Son épaisseur, quand il se présente sous forme de couche, est de préférence d'au moins 10 nanomètres et,
10 par exemple, comprise entre 10 nanomètres et 50 000 nanomètres. Elle est par exemple d'au plus 50 nanomètres ou d'au plus 500 nanomètres. Il peut être déposé sur un support sous forme de couche par tout type de procédé de fabrication de couches minces directement sur un support,
15 par exemple par pyrolyse de précurseurs en phase liquide (incluant les dépôts par sol-gel), solide ou gazeuse, ou encore par des techniques de dépôt sous vide du type pulvérisation cathodique, réactive ou non et assistée ou non par champ magnétique. Il peut aussi, notamment s'il est
20 sous forme de polymère poreux, être fabriqué sous forme de film qu'on vient ensuite solidariser à un support.

On peut, toujours dans le cadre de l'invention, concevoir un substrat poreux sur une certaine épaisseur, et imperméable au produit sur le reste de son épaisseur :
25 on a alors un substrat poreux avec son support intégré.

Comme vu dans les exemples 1 et 2, le substrat poreux peut être en oxyde de silicium. Il peut, plus généralement, être en au moins un oxyde, nitrure ou carbure d'au moins un élément M choisi de préférence parmi le silicium Si, ou un métal, notamment Al, Ti, Zr et Ce, ou
30 être produit d'un mélange d'au moins deux de ces produits. On peut utiliser, par exemple, des mélanges d'oxycarbure et/ou d'oxynitrure de silicium et/ ou de métaux. Le matériau poreux, outre ce ou ces produits de
35 type minéral, peut comprendre une certaine quantité de

produits organiques plus ou moins polymérisés : On parle alors de matériaux hybrides ou nanocomposites.

On peut aussi choisir des matériaux poreux en polymère, par exemple en PMMA (polyméthacrylate de méthyle) ou en PS (polystyrène), ou encore en PE (polyéthylène), seuls ou en mélange, notamment sous forme de copolymères blocs, ou encore en polymère contenant un squelette de produits comprenant des liaisons Si-O-Si.

On peut également prévoir que le substrat poreux, quelle que soit sa composition chimique, puisse être fonctionnalisé en surface par des groupements organiques comportant au moins un atome de carbone et au moins un agent de couplage de type complexant tel qu'un phosphate, un acide carboxylique, ou de type un silane ou siloxane.

Selon une variante de l'invention, on peut aussi prévoir que le substrat poreux comporte un empilement de couches poreuses de caractéristique(s) physico-chimique(s) différente(s), cette configuration permettant, notamment, de différencier l'écoulement de différents produits d'un même produit, chaque produit présentant une affinité particulière pour une couche particulière de l'empilement, ce qui, de facto permet des variations de composition ou de porosité dans l'épaisseur du substrat poreux, comme évoqué plus haut.

Le masque selon les exemples a été indiqué comme dépourvu de pores. Alternativement, il peut présenter des pores, mais qui sont choisis de taille inférieure aux pores du substrat poreux.

Le substrat poreux a été présenté dans les exemples sous la forme d'une couche substantiellement plane déposée sur un support également plan. On pourra bien sûr utiliser un support qui ne soit pas plan, qui, par exemple, ait une surface sur laquelle la couche est déposée, qui soit courbe, convexe, concave, ondulée ..., la couche, de fait, adoptant le même profil. Même dans ce dernier

cas de figure, le dispositif reste de fabrication plus simple que les micro-conduites massives ou les canaux de l'art antérieur.

5 Le substrat poreux a de préférence une porosité d'au moins 10%, de préférence d'environ 30 à 60%.

10 Le masque est de préférence plaqué sur la surface libre de la couche avec un contact direct substantiellement continu entre les deux matériaux. Cependant, on peut aussi envisager que le contact ne soit pas parfaitement continu sans que l'effet technique de l'invention, à savoir le cantonnement de l'écoulement du produit dans la zone sous-jacente au masque, soit sensiblement affecté, notamment si des bulles de vapeur de produit se trouvaient emprisonnées à l'interface entre couche et masque.

15 Le masque peut dès lors être prévu amovible, ce qui est très avantageux : si on peut le poser sur le substrat poreux et le retirer sans affecter sensiblement ni l'intégrité de la couche ni celle du masque, on peut, en fonction du produit que l'on veut transporter, ou du trajet qu'on veut lui faire suivre, concevoir des jeux de couches poreuses et des jeux de masques, qu'on peut ensuite associer deux à deux en fonction des besoins. Et si la couche ou le masque présente des défauts, on peut la/le remplacer sans avoir à remplacer l'ensemble.

25 Enfin, le dispositif selon l'invention peut servir de moyen de convoyage de produits vers des dispositifs d'analyse distincts. Mais il peut aussi être conçu de façon à ce que, lors du transport du produit dans le substrat poreux, le produit subisse un traitement (comme une séparation de ses produits, comme on l'a mentionné plus haut avec la variante utilisant un empilement de couches en substrats poreux différents) ou une modification. Il peut s'agir, notamment, d'une séparation entre différents produits contenus dans le produit, ou d'une
35 réaction de catalyse hétérogène des produits ou de l'un

des produits contenus dans le produit. Dans ce cas, on prévoit donc que le dispositif de l'invention comprenne également des moyens de traitement ou les catalyseurs ad hoc.

5 Le dispositif selon l'invention peut en outre comporter une enceinte à atmosphère contrôlée dans la quelle est disposé le substrat poreux.

L'invention a également des procédés de mise en œuvre du dispositif, selon deux variantes alternatives :

10 Selon une première variante, on injecte le produit à convoyer dans le substrat poreux sec. Le produit est convoyé sous forme liquide dans le substrat poreux sous le masque par capillarité, et s'évapore dans les portions de surface libres non recouvertes du substrat poreux, comme expliqué en détails ci-avant.

15 Selon une deuxième variante d'utilisation, on imprègne le substrat poreux d'un solvant préalablement à l'injection dans celui-ci du produit à convoyer, produit soluble/miscible dans le solvant en question. Comme expliqué au début de la demande, le produit peut être produit uniquement du produit pur que l'on veut convoyer, ou du produit - solide ou liquide - mis en solution dans un solvant (le même que le solvant servant à imprégner le substrat ou un autre solvant compatible-miscible avec celui-ci).

20 L'imprégnation préalable du substrat poreux peut être réalisée par condensation capillaire, en plaçant le substrat dans une atmosphère riche en solvant puis en réduisant la pression relative du solvant après saturation de la couche afin de permettre l'évaporation. On attend

25 que l'évaporation ne laisse subsister de solvant uniquement dans les zones d'injection, de canalisation et d'arrivée. Le produit, soit pur, soit dans un solvant liquide, une fois injecté dans le substrat poreux, est convoyé dans le substrat sous le masque par osmose ou par

30 diffusion à l'interface solide/liquide, le solvant impré-

35

gnant initialement le substrat dans cette zone de canalisation de produit servant en quelque sorte de milieu de diffusion au produit ou au soluté sans être lui-même déplacé : Le solvant résiduel définit des canaux liquides
5 dans lesquels les produits injectés dans la zone d'injection vont pouvoir migrer par diffusion dans les canaux de solvant.

REVENDICATIONS

1. Dispositif micro-fluidique (1) pour convoier
un produit par diffusion dans un substrat poreux (2)
5 d'une zone d'injection (ZI) de produit (F) à une zone
d'arrivée (ZA) de produit reliées par une zone de canali-
sation de produit (ZE), le substrat poreux étant en forme
de couche ayant une face s'étendant contre un support im-
perméable au produit et une face opposée forme une sur-
10 face libre sur laquelle débouche la zone d'injection, ca-
ractérisé en ce que la surface libre (4) est partielle-
ment recouverte d'un masque (5,6,7) imperméable au pro-
duit et qui s'étend de la zone d'injection (ZI) à la zone
d'arrivée (ZA) pour définir dans une portion du substrat
15 recouverte par le masque la zone de canalisation de pro-
duit (ZE), en permettant une diffusion du produit dans le
substrat sans le masque de la zone d'injection à la zone
d'arrivée concurremment une évaporation du produit par
des portions non recouvertes (8,9) de la surface libre
20 (4) de part et d'autre du masque.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans le-
quel le substrat poreux (2) présente des pores intercon-
nectés, avec de préférence une taille de pores de 1 à
1000 nanomètres.

25 3. Dispositif selon la revendication 1, dans le-
quel le substrat poreux (2) a une épaisseur d'au moins 10
nanomètres, de préférence comprise entre 10 et 50 000 na-
nomètres.

30 4. Dispositif selon la revendication 1, dans le-
quel le substrat poreux (2) comprend au moins un oxyde,
nitrure ou carbure d'au moins un élément M choisi parmi
le silicium Si, ou un métal, notamment Al, Ti, Zr et Ce,
ou être produit d'un mélange d'au moins deux de ces pro-
duits, ou encore un (des) (co)polymère(s) poreux .

35 5. Dispositif selon la revendication 1, dans le-

quel le substrat poreux (2) a une porosité d'au moins 10%, de préférence d'environ 30 à 60%.

5 6. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le substrat poreux est une couche (2) rapportée sur un support (3) et présente au moins une caractéristique physico-chimique variable dans la zone de canalisation de produit (ZE), de préférence selon le sens d'écoulement du produit (F), par exemple une variation d'épaisseur, et/ou une variation de porosité et/ou une variation de composition chimique.

7. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le substrat en substrat poreux (2) comporte un empilement de couches poreuses de caractéristique(s) physico-chimique(s) différente(s).

15 8. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le masque (5,6,7) est dépourvu de pores ou présente des pores de taille inférieure aux pores du substrat en substrat poreux (2).

20 9. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le masque (5,6,7) comprend au moins un polysiloxane(s).

10. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel le masque (5,6,7) est amovible.

25 11. Dispositif selon la revendication 1, qui comprend des moyens de traitement du produit.

12. Procédé de mise en œuvre du dispositif selon la revendication 1, dans lequel on injecte le produit à convoyer dans le substrat poreux sec.

30 13. Procédé de mise en œuvre du dispositif selon la revendication 1, dans lequel on imprègne le substrat poreux d'un solvant préalablement à l'injection dans celui-ci du produit à convoyer, produit miscible avec ledit solvant.

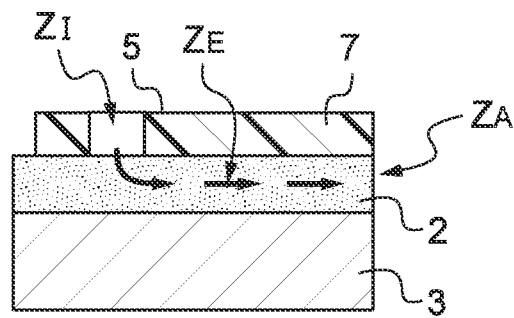
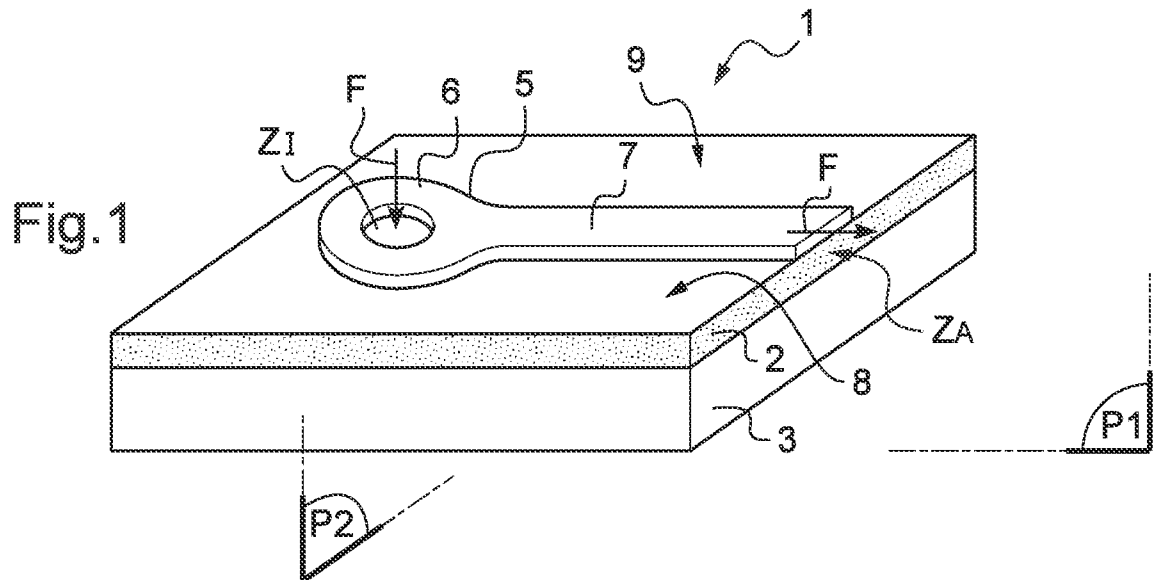


Fig. 1a

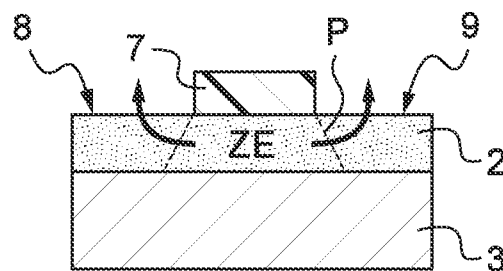


Fig.2

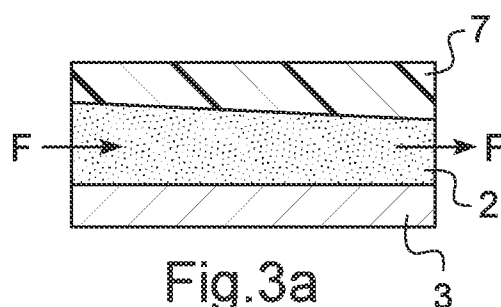


Fig. 3a

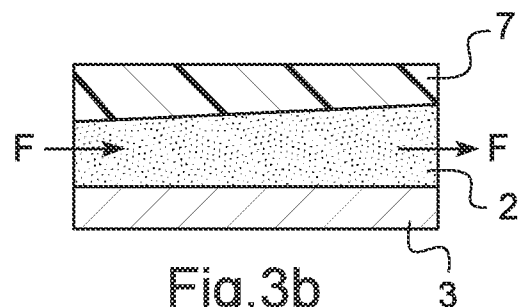


Fig. 3b

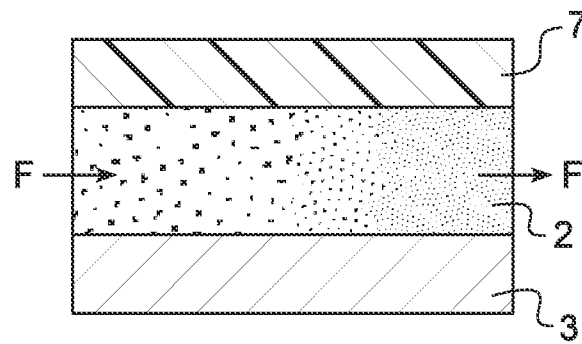


Fig.3c

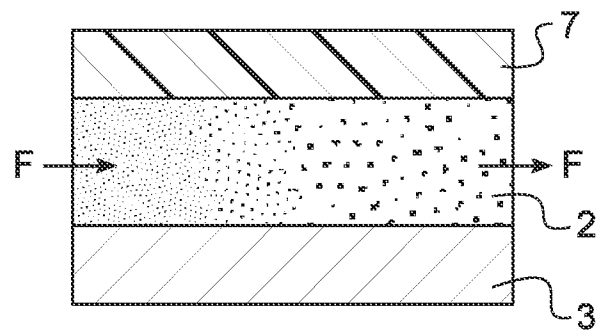


Fig.3d

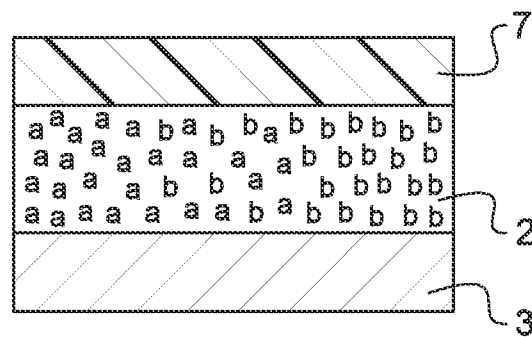


Fig.3e

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2010/058037

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B01L3/00
ADD.

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)

B01L G01N

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)

EP0-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 282 469 A1 (SCLAVO INST SIEROTERAPEUT [IT]) 19 March 1976 (1976-03-19) * abstract page 2, line 5 - page 3, line 31 page 4, line 15 - page 5, line 13 figures 4,5	1-13
X	US 5 223 220 A (FAN EUGENE [US] ET AL) 29 June 1993 (1993-06-29) * abstract column 3, line 24 - column 4, line 24 figure 1	1-13
X	US 2007/099311 A1 (ZHOU JIJIE [US] ET AL) 3 May 2007 (2007-05-03) * abstract paragraphs [0035] - [0037], [0064] - [0067] figure 15A	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

16 July 2010

Date of mailing of the international search report

26/07/2010

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

Sinn, Cornelia

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2010/058037

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2282469	A1	19-03-1976	DE 2536646 A1 04-03-1976
			GB 1512417 A 01-06-1978
			IT 1018223 B 30-09-1977
			US 3990852 A 09-11-1976
US 5223220	A	29-06-1993	NONE
US 2007099311	A1	03-05-2007	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2010/058037

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. B01L3/00

ADD.

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)

B01L G01N

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	FR 2 282 469 A1 (SCLAVO INST SIEROTERAPEUT [IT]) 19 mars 1976 (1976-03-19) * abrégé page 2, ligne 5 - page 3, ligne 31 page 4, ligne 15 - page 5, ligne 13 figures 4,5	1-13
X	US 5 223 220 A (FAN EUGENE [US] ET AL) 29 juin 1993 (1993-06-29) * abrégé colonne 3, ligne 24 - colonne 4, ligne 24 figure 1	1-13
X	US 2007/099311 A1 (ZHOU JIJIE [US] ET AL) 3 mai 2007 (2007-05-03) * abrégé alinéas [0035] - [0037], [0064] - [0067] figure 15A	1-13

☐ 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

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 juillet 2010

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

26/07/2010

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

Sinn, Cornelia

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2010/058037

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2282469	A1	19-03-1976	DE 2536646 A1	04-03-1976
			GB 1512417 A	01-06-1978
			IT 1018223 B	30-09-1977
			US 3990852 A	09-11-1976

US 5223220	A	29-06-1993	AUCUN	

US 2007099311	A1	03-05-2007	AUCUN	
