

(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
2 juillet 2015 (02.07.2015)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2015/097300 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B01L 3/00 (2006.01) *F04B 43/04* (2006.01)
B81B 3/00 (2006.01) *F16K 99/00* (2006.01)
F04B 19/24 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2014/079337

(22) Date de dépôt international :
24 décembre 2014 (24.12.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1363551 24 décembre 2013 (24.12.2013) FR

(71) Déposant : ESPCI INNOV [FR/FR]; 10 rue Vauquelin, F-75005 Paris (FR).

(72) Inventeurs : HUERRE, Alex; MMN, ESPCI, 10, rue Vauquelin, F-75005 Paris (FR). MIRALLES, Vincent; MMN, ESPCI, 10, rue Vauquelin, F-75005 Paris (FR). JULLIEN, Marie-Caroline; MMN, ESPCI, 10, rue Vau-

quelin, F-75005 Paris (FR). FOURNIE, Bastien; 18, avenue de la première armée, F-09100 Pamiers (FR). WILLIAMS, Hannah; Ground floor flat, 34 Glazbury road, West Kensington, London W149AS (GB). SELVA, Bertrand; Bourtoyre, F-47470 Beauville (FR).

(74) Mandataire : SCHMIT-CHRETIEN; 836, rue du Mas de Verchant, F-34000 Montpellier (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, BN, 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : MICROFLUIDIC DEVICE FOR HANDLING IMMISCIBLE FLUIDS

(54) Titre : DISPOSITIF MICROFLUIDIQUE DE MANIPULATION DES FLUIDES NON MISCIBLE

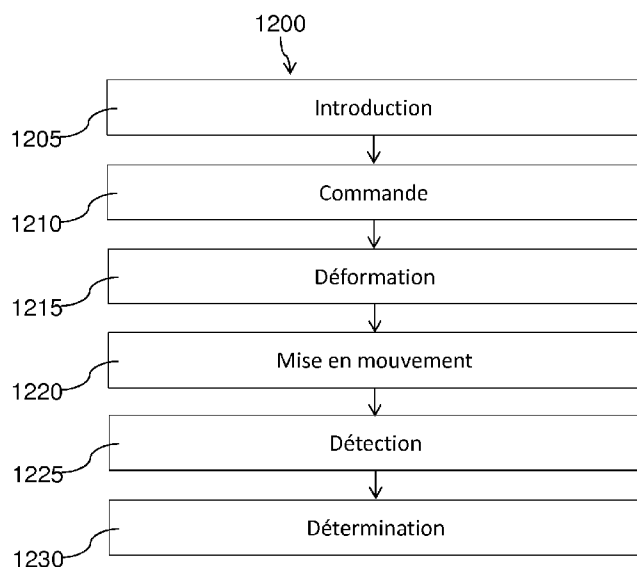


Figure 12

(57) Abstract : The process (1200) for handling an element consisting of a first fluid transported by a second fluid that is immiscible with the first fluid in a cavity, at least one wall of which is made of a deformable material, characterized in that it comprises: a step (1205) of introducing the second fluid and the element of the first fluid into the cavity, - a step (1210) of ordering a local deformation of the deformable material of the cavity, at least one other portion of the deformable material of the cavity not being deformed, - a step (1215) of locally deforming a portion of the deformable material forming the cavity in order to at least partially obstruct the passage of the element introduced into the cavity without obstructing the passage of the second fluid and - a step (1220) of moving the element in the cavity to the outside of the deformed portion of the cavity.

(57) Abrégé : Le procédé (1200) de manipulation d'un élément constitué d'un premier fluide transporté par un deuxième fluide non miscible avec le premier

[Suite sur la page suivante]

1205... Introduction	1220... Movement
1210... Order	1225... Detection
1215... Deformation	1230... Determination



GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

fluide dans une cavité dont au moins une paroi est en matériau déformable, caractérisé en ce qu'il comporte : - une étape (1205) d'introduction du deuxième fluide et de l'élément du premier fluide dans la cavité, - une étape (1210) de commande d'une déformation locale du matériau déformable de la cavité, au moins une autre partie du matériau déformable de la cavité n'étant pas déformée, - une étape (1215) de déformation locale d'une partie du matériau déformable formant de la cavité pour obstruer au moins partiellement le passage de l'élément introduit dans la cavité sans obstruer le passage du deuxième fluide et - une étape (1220) de mise en mouvement de l'élément dans la cavité vers l'extérieur de la partie déformée de la cavité.

DISPOSITIF MICROFLUIDIQUE DE MANIPULATION DES FLUIDES NON MISCIBLE

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

La présente invention vise :

- un dispositif de manipulation,
- un dispositif de génération,
- 5 - un dispositif de tri et
- un dispositif de stockage

d'un élément constitué d'un premier fluide transporté dans un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide et un dispositif de fusion de deux éléments constitués de premiers fluides miscibles transportés dans un deuxième fluide non miscible avec
10 chaque premier fluides. Elle s'applique, notamment, au diagnostic biologique et aux analyses chimiques et biochimiques. L'invention s'applique à deux configurations principales, soit l'élément du premier fluide est transporté par un flux du deuxième fluide, soit le flux du deuxième fluide est nul.

15 ETAT DE LA TECHNIQUE

On appellera « élément d'un fluide » une goutte d'un liquide ou une bulle d'air, à titre d'exemple.

Dans les systèmes de diagnostic biologique actuels basés sur des échantillons liquides de volumes limités utilisant, par exemple, des systèmes de
20 microfluidique digitale basée sur la manipulation de bulles/gouttes d'un premier fluide dans un deuxième fluide, la manipulation optimale de la quantité d'échantillon disponible est une contrainte majeure. Les systèmes les plus avancés aujourd'hui portent sur le contrôle de l'écoulement d'un élément de l'échantillon de manière optimale.

25 Dans ce type de systèmes, les fonctions à réaliser sont notamment, dans le cas de systèmes avec un flux du deuxième fluide :

- générer un élément,
- déplacer un élément,
- isoler un élément,
- briser un élément,
- 5 - trier un élément,
- stocker un élément,
- forcer le contact entre deux éléments,
- fusionner des éléments et,
- retenir un élément à la manière d'une vanne,

10 Les fonctions à réaliser sont notamment, dans le cas de systèmes sans flux du deuxième fluide :

- déplacer un élément,
- isoler un élément,
- briser un élément,
- 15 - trier un élément,
- stocker un élément,
- forcer le contact entre deux éléments et
- fusionner des éléments.

Cependant, il n'existe à ce jour pas de système permettant de réaliser
20 l'ensemble de ces fonctions indépendamment de la présence d'un flux du deuxième fluide de façon optimale.

Dans des systèmes de type « EWOD » (« Electrowetting On Dielectrics », traduit en français par « électromouillage sur diélectriques »), les fonctions de manipulation d'un élément peuvent être réalisées. Ces systèmes consistent à
25 modifier les propriétés de mouillage, par application d'un champ électrique, d'un substrat fonctionnalisé permettant de réaliser les fonctions de manipulation, de génération, de tri, de fusion et de stockage décrites ci-dessus.

Cependant, ces systèmes ont l'inconvénient de présenter une ligne triple au niveau de l'élément. Cet élément étant en contact direct avec le substrat, c'est à dire
30 sans lubrification du substrat, la manipulation de l'élément est rendue complexe. D'autre part, ces systèmes nécessitent un potentiel électrique élevé, de l'ordre de 100 Volts, pour fonctionner, ce qui rend ces systèmes énergétiquement peu optimaux. Pour s'affranchir de cette contrainte énergétique, il est possible de réduire

l'épaisseur de la couche du matériau diélectrique, ce qui rend dans ce cas la fabrication de ces systèmes complexe.

D'autres systèmes utilisent la diélectrophorèse, c'est à dire l'application d'un champ électromagnétique pour manipuler un élément. Ces systèmes permettent
5 uniquement de réaliser une fonction de tri avec flux ou d'isolement sans flux.

On connaît, en particulier, des systèmes mettant en œuvre l'enseignement de la demande de brevet WO 2008/150210. Dans de tels systèmes, une micro-pompe est réalisée par la mise en œuvre de deux diaphragmes actionnés par des actionneurs à changement de phase. Ces systèmes présentent notamment des
10 difficultés d'intégration.

Pour l'ensemble de ces raisons, les systèmes actuels ne permettent pas de répondre de manière satisfaisante aux contraintes :

- d'optimisation énergétique,
- de facilité de fabrication,
- 15 - d'absence de ligne triple susceptible de polluer un échantillon ou le substrat et
- de réalisation de l'ensemble des fonctions de manipulation souhaitées.

OBJET DE L'INVENTION

La présente invention vise à remédier à tout ou partie de ces inconvénients.

20 A cet effet, la présente invention vise, selon un premier aspect, un procédé de manipulation d'un élément constitué d'un premier fluide transporté par un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide dans une cavité dont au moins une paroi est en matériau déformable, qui comporte :

- 25 - une étape d'introduction du deuxième fluide et de l'élément du premier fluide dans la cavité,
- une étape de commande d'une déformation locale d'une partie du matériau déformable de la cavité, au moins une autre partie du matériau déformable de la cavité n'étant pas déformée,
- une étape de déformation locale d'une partie du matériau déformable de la
30 cavité pour obstruer au moins partiellement le passage de l'élément introduit dans la cavité sans obstruer le passage du deuxième fluide et
- une étape de mise en mouvement de l'élément dans la cavité vers l'extérieur de la partie déformée de la cavité.

Grâce à ces dispositions, il est possible de réaliser le déplacement d'un élément ou la manipulation de cet élément par l'exercice d'une pression physique sur l'élément de manière à forcer son déplacement. De plus, la présence du deuxième fluide, mouillant la paroi de la cavité, permet d'éviter que l'élément entre en contact
5 avec la paroi, limitant le risque de pollution des éléments.

Dans des modes de réalisation, le procédé objet de la présente invention comporte une étape de détermination du positionnement d'un élément de la cavité en fonction du positionnement d'une partie déformée de la cavité.

Ces modes de réalisation permettent de réaliser une prédiction du
10 positionnement de l'élément dans la cavité, cette information de positionnement pouvant être utilisée pour la commande d'une déformation d'une autre partie en matériau déformable de la cavité.

Dans des modes de réalisation, le procédé objet de la présente invention comporte une étape de détection du positionnement d'un élément dans la cavité,
15 l'étape de commande commandant la déformation d'une partie du matériau déformable de la cavité sélectionnée en fonction du positionnement détecté de l'élément.

Ces modes de réalisation permettent d'utiliser cette information de positionnement pour la commande d'une déformation d'une autre partie en matériau
20 déformable de la cavité.

Dans des modes de réalisation, la déformation d'une partie du matériau déformable est réalisée par échauffement local du matériau déformable, la partie déformée du matériau déformable étant déformée par effet thermomécanique.

Dans des modes de réalisation, la déformation d'une partie du matériau
25 déformable est réalisée par un moyen de déformation pneumatique.

Dans des modes de réalisation, la déformation d'une partie du matériau déformable est réalisée par un moyen de déformation piézoélectrique.

La présente invention vise, selon un deuxième aspect, un dispositif de manipulation d'un élément constitué d'un premier fluide transporté dans un deuxième
30 fluide non miscible avec le premier fluide, qui comporte :

- une cavité, configurée pour recevoir au moins un élément constitué du premier fluide et le deuxième fluide, qui comporte au moins une paroi en matériau déformable par effet thermomécanique,

- au moins un moyen d'échauffement local configuré pour déformer au moins une partie du matériau déformable de la cavité par effet thermomécanique de manière à ce que, lorsque le moyen d'échauffement local chauffe, chaque partie du matériau déformable chauffée obstrue au moins partiellement une section de la cavité pour permettre le passage du deuxième fluide et pour bloquer le passage de chaque élément du premier fluide, au moins une autre partie du matériau déformable de la cavité n'étant pas déformée,
- un moyen de mise en mouvement de l'élément constitué du premier fluide configuré pour déplacer l'élément vers l'extérieur de la partie déformée du matériau déformable et
- un moyen de commande configuré pour commander indépendamment l'échauffement d'au moins un moyen d'échauffement local.

Grâce à ces dispositions, il est possible de réaliser le déplacement d'un élément par utilisation d'une pression physique sur l'élément de manière à forcer son déplacement. La tension électrique nécessaire, pour réaliser la déformation est faible comparé aux tensions appliquées, par exemple, avec l'EWOD. De plus, la présence du deuxième fluide, mouillant la paroi de la cavité, permet d'éviter que l'élément entre en contact avec la paroi, limitant le risque de pollution des éléments.

Dans des modes de réalisation les transferts thermiques sont très rapides, de l'ordre de quelques centaines de millisecondes, ce qui assure un chauffage quasi-instantané du matériau déformable chauffé par un moyen d'échauffement local.

Dans des modes de réalisation, le moyen de mise en mouvement est un rail thermique, comportant au moins un moyen d'échauffement local, configuré pour déformer au moins une partie du matériau déformable de la cavité par effet thermomécanique de manière à ce que, lorsque le moyen d'échauffement local chauffe, chaque partie en matériau déformable chauffée obstrue au moins partiellement une section de la cavité pour permettre le passage du deuxième fluide et pour bloquer le passage de chaque élément du premier fluide.

Ces modes de réalisation ont l'avantage de permettre, dans le cas d'une zone d'échauffement local de petite dimension par rapport à la longueur de la cavité, une manipulation locale d'au moins un élément selon la manipulation à réaliser.

Dans des modes de réalisation, le moyen de commande est configuré pour commander l'échauffement successif des moyens d'échauffement local successifs du rail thermique de manière à déplacer l'élément le long de la cavité.

5 Ces modes de réalisation ont l'avantage de permettre de déplacer un élément dans la cavité sans nécessiter de flux extérieur. De plus, il est possible de forcer deux éléments à entrer en contact en poussant chaque élément l'un vers l'autre.

Dans des modes de réalisation, la cavité comporte au moins une partie latérale en matériau non déformable par la chaleur émise par au moins un moyen d'échauffement local.

10 Ces modes de réalisation ont l'avantage de faciliter la fabrication du dispositif objet de la présente invention.

Dans des modes de réalisation, le moyen de mise en mouvement comporte un moyen de génération d'un flux du deuxième fluide pour mettre en mouvement au moins un élément.

15 Ces modes de réalisation permettent de réaliser une fonction de vanne capillaire en bloquant un élément mis en mouvement par un flux.

Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de la présente invention comporte un moyen de détection du contenu d'un élément du premier fluide.

20 L'avantage de ces modes de réalisation est qu'ils permettent, en fonction du contenu détecté, de réaliser un traitement à l'élément comme par exemple un déplacement ou au contraire un isolement de l'élément.

Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de la présente invention comporte un moyen de détection de la position d'au moins un élément dans la cavité pour fournir un signal de position au moyen de commande.

25 Ces modes de réalisation ont l'avantage de permettre une optimisation du traitement réalisé à un élément en fonction de la position détectée de l'élément.

Dans des modes de réalisation :

- la cavité comporte au moins une partie translucide,
 - le moyen de détection de la position d'au moins un élément dans la cavité
- 30 comporte un moyen de capture d'image et un moyen de traitement d'images capturées configuré pour déterminer la position d'un élément en fonction de l'image traitée.

L'avantage de ces modes de réalisation est qu'ils permettent, avec un seul moyen de détection, de détecter une pluralité d'éléments dans le cas d'un dispositif complexe comportant une pluralité de cavités et/ou de dispositifs objets de la présente invention.

5 Dans des modes de réalisation, le moyen de détection est configuré pour détecter un élément du premier fluide en fonction d'une perturbation d'un champ électromagnétique à proximité de la cavité.

Ces modes de réalisation ont l'avantage de permettre de détecter la position d'un élément sans contraintes de luminosité, par exemple.

10 Dans des modes de réalisation, le moyen de commande est configuré pour provoquer l'échauffement d'au moins deux parties adjacentes du matériau déformable à la position détectée de l'élément de manière à isoler l'élément dans une partie de la cavité obstruée à chaque extrémité par une déformation de la cavité.

15 L'avantage de ces modes de réalisation est qu'ils permettent de retenir un élément dans un conduit aminci à chaque extrémité par une déformation de la cavité.

Dans des modes de réalisation, le moyen de commande est configuré pour commander l'échauffement d'une partie du matériau déformable de la cavité à la position détectée de l'élément pour diviser ledit élément en deux éléments positionnés vers l'extérieur de la partie du matériau déformable échauffée.

20 Ces modes de réalisation ont l'avantage de permettre de réaliser de manière optimisée la brisure d'un élément dont les dimensions sont larges par rapport à la dimension de la partie déformée du matériau déformable par la chaleur émise par un moyen d'échauffement local.

25 Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de la présente invention comporte un substrat, comportant au moins un moyen d'échauffement local, solidarisé avec la cavité.

L'avantage de ces modes de réalisation est qu'ils permettent de récupérer chaque moyen d'échauffement local dans le substrat en décollant le substrat de la cavité.

30 Selon un troisième aspect, la présente invention vise un dispositif de génération d'élément constitué d'un premier fluide transporté dans un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide, qui comporte un dispositif de manipulation d'un objet de la présente invention dont :

- une ouverture de la cavité vers au moins une cavité secondaire est traversée par au moins un flux à phase continue,
- le moyen de mise en mouvement est configuré pour déplacer un flux de premier fluide dans la cavité vers la cavité secondaire pour former un élément du premier fluide dans la cavité secondaire et
- un moyen d'échauffement local échauffant le matériau déformable positionné à l'intersection des deux cavités de manière à bloquer ou forcer, lors de l'échauffement de la partie du matériau déformable, le passage d'éléments depuis la cavité vers la cavité secondaire.

Grâce à ces dispositions, il est possible de contrôler la taille d'un élément généré dans la cavité secondaire en divisant cet élément en déformant la cavité au niveau de l'intersection.

Sans l'action d'un moyen d'échauffement local, un élément peut se former naturellement, mais sa taille est alors déterminée par les rapports des débits des flux et par la géométrie de la jonction entre les deux cavités. Grâce au dispositif de génération objet de la présente invention, il est possible, de contrôler la taille des éléments générés.

Selon un quatrième aspect, la présente invention vise un dispositif de tri d'au moins un élément constitué d'un premier fluide transporté dans un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide, qui comporte :

- un moyen d'actionnement d'un moyen de commande d'un dispositif de manipulation d'un élément objet de la présente invention,
- le dispositif de manipulation d'un élément qui comporte :
 - au moins deux ouvertures de la cavité situées en aval d'un sens de mouvement du moyen de mise en mouvement donnant, chacune, dans une cavité secondaire et
 - un moyen d'échauffement local échauffant le matériau déformable positionné à chaque intersection de manière à bloquer, le passage d'un élément depuis la cavité vers au moins une cavité secondaire.

Grâce à ces dispositions, il est possible de trier des éléments de natures différentes afin notamment de séparer ces éléments.

Selon un cinquième aspect, la présente invention vise un dispositif de stockage/déstockage d'un élément constitué d'un premier fluide transporté dans un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide, qui comporte :

- un dispositif de manipulation objet de la présente invention, dont une partie du
5 matériau déformable est configurée, lors de la déformation, pour bloquer le passage d'un élément dans une cavité primaire et diriger cet élément vers une structure de stockage/déstockage et
- la structure de stockage/déstockage configurée pour, lors de l'échauffement d'une partie du matériau déformable de la structure, par un moyen
10 d'échauffement local du dispositif secondaire, déstocker l'élément.

Grâce à ces dispositions, il est possible de stocker un élément présent dans la première cavité. De plus, ces dispositions permettent de réorganiser une séquence d'éléments du premier fluide.

Dans des modes de réalisation, le dispositif objet de la présente invention
15 comporte une partie en matériau déformable située à la jonction entre la cavité primaire et la structure de stockage/déstockage.

Ces modes de réalisation permettent d'isoler un élément stocké.

Dans des modes de réalisation, la partie du matériau déformable située à la jonction entre la cavité primaire et la structure de stockage/déstockage est
20 configurée pour être échauffée lorsqu'un élément est stocké dans la structure.

Ces modes de réalisation ont l'avantage d'automatiser l'isolement d'un élément stocké.

Dans des modes de réalisation, la structure de stockage/déstockage comporte un conduit configuré pour alimenter la cavité primaire avec le deuxième fluide
25 contenu dans la structure.

Ces modes de réalisation permettent de stocker un élément dans la structure de stockage plus facilement lorsque la cavité primaire est bloquée.

Selon un sixième aspect, la présente invention vise un dispositif de fusion de deux éléments constitués de premiers fluides miscibles transportés dans un
30 deuxième fluide non miscible avec chaque premier fluide, qui comporte un dispositif de manipulation objet de la présente invention, comportant une pluralité de parties déformées configurées pour forcer au contact les deux éléments par déplacement successif d'au moins un des deux éléments.

Grâce à ces dispositions, il est possible de forcer le contact entre deux éléments constitués de fluides différents.

Selon un septième aspect, la présente invention vise un dispositif matriciel de manipulation d'un élément constitué d'un premier fluide transporté dans un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide, qui comporte un dispositif de manipulation d'un élément constitué d'un premier fluide transporté dans un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide objet de la présente invention, dont la cavité s'étend dans deux directions et qui comporte :

- au moins une case comportant au moins trois sorties et
- au moins un moyen d'échauffement permettant de déformer une partie du matériau déformable positionné en regard d'au moins une sortie.

Ces modes de réalisation ont l'avantage de permettre de réaliser un déplacement matriciel si la cavité comporte une pluralité de cases. On peut envisager les 3 cas suivants : l'ensemble de la matrice est soumise à un flux, aucun flux ne traverse la matrice, et un flux traverse uniquement une partie de la matrice. Dans ce matriçage on peut réaliser toutes les fonctionnalités proposées précédemment. Dans des variantes, ces fonctionnalités sont assistées d'un système de détection et/ou d'identification. Pour faire ce matriçage, il suffit de faire un réseau de moyens d'échauffement local présentant un angle. Dans cette géométrie le dispositif permet de réaliser une fonctionnalité de contournement d'obstacle. Dans cette géométrie le dispositif permet de réaliser une réorganisation de séquences d'éléments de premiers fluides, voire des autres fonctionnalités décrites ci-après.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres avantages, buts et caractéristiques particulières de l'invention ressortiront de la description non limitative qui suit d'au moins un mode de réalisation particulier du procédé et des dispositifs objets de la présente invention, en regard des dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente, schématiquement, une vue en coupe d'un mode de réalisation particulier du dispositif de manipulation d'un élément objet de la présente invention,
- la figure 2 représente, schématiquement, un mode de réalisation particulier du dispositif de manipulation d'un élément objet de la présente invention,

- la figure 3 représente, schématiquement, une vue en coupe d'un mode de réalisation particulier d'un déplacement d'un élément par le dispositif objet de la présente invention,
- la figure 4 représente, schématiquement, une vue en coupe d'un mode de réalisation particulier d'un isolement d'un élément par le dispositif objet de la présente invention,
- la figure 5 représente, schématiquement, une vue en coupe d'un mode de réalisation particulier d'une vanne capillaire par le dispositif objet de la présente invention,
- la figure 6 représente, schématiquement, une vue de dessus d'un mode de réalisation particulier du dispositif de génération d'un élément objet de la présente invention,
- la figure 7 représente, schématiquement, une vue de dessus d'un mode de réalisation particulier du dispositif de tri d'un élément objet de la présente invention,
- la figure 8 représente, schématiquement, une vue de dessus d'un mode de réalisation particulier du dispositif de stockage/déstockage objet de la présente invention,
- la figure 9 représente, schématiquement, une vue de dessus d'un mode de réalisation particulier du dispositif objet de la présente invention dans lequel la cavité s'étend selon deux dimensions,
- la figure 10 représente, schématiquement, un mode de réalisation particulier d'un réseau de manipulation d'un élément objet de la présente invention,
- la figure 11 représente, schématiquement, une vue en coupe d'un mode de réalisation particulier du dispositif de manipulation d'un élément objet de la présente invention,
- la figure 12 représente, schématiquement, un logigramme d'étapes particulier du procédé objet de la présente invention et
- la figure 13 représente, schématiquement, une vue en coupe de la cavité objet de la présente invention.

DESCRIPTION D'EXEMPLES DE REALISATION DE L'INVENTION

La présente description est donnée à titre non limitatif.

On note, dès à présent, que les figures ne sont pas à l'échelle.

Dans le reste de la description, on appellera « élément d'un fluide » une goutte d'un liquide ou une bulle d'air, à titre d'exemple. Cependant, la présente invention ne se limite pas à ces seuls cas.

5 On observe, sur la figure 1, vu en coupe, un mode de réalisation particulier du dispositif 10 de manipulation d'un élément objet de la présente invention. Ce dispositif 10 comporte :

- une cavité 105, configurée pour recevoir au moins un élément d'un fluide, qui comporte :
 - 10 - une partie 110 du matériau déformable déformée par effet thermomécanique ;
 - une partie 125 en matériau isolant électriquement ;
 - une partie 110 translucide ;
 - deux ouvertures 130 et
 - 15 - un moyen 135 de génération d'un flux d'un fluide porteur passant par les deux ouvertures 130 ;
 - un moyen 120 de commande d'au moins un moyen d'échauffement local 115,
 - un rail 160 thermique comportant une pluralité de moyens d'échauffement local 115,
 - 20 - dans des variantes, un moyen 140 de détection de la position d'au moins un élément dans la cavité 105 qui comporte :
 - un moyen 145 de capture d'image et
 - un moyen 150 de traitement d'images capturées configuré pour déterminer la position d'un élément en fonction de l'image traitée et
 - 25 - un substrat 165, comportant le rail thermique 160, solidarisé avec la cavité 105.

La cavité 105 est, par exemple, un conduit de section rectangulaire, selon un axe transverse de la cavité 105, posé sur le substrat 165. Cette cavité 105 peut également avoir une section de toute autre forme géométrique. Ce conduit comporte
30 une partie 125 en matériau électriquement isolant, en contact avec le substrat 165. Cette partie 125 en matériau électriquement isolant, comme par exemple du PDMS. Cette partie 125 est de faible épaisseur comparée à l'épaisseur de la partie 110. Le conduit comporte une partie 110 en matériau déformable, comme par exemple du

PDMS. L'épaisseur de cette partie 110 en matériau déformable est, par exemple, dix fois supérieure à une dimension de la section de la cavité 105 selon un axe transverse de la cavité 105. Ce conduit est, par exemple, configuré pour recevoir des éléments de 80 micromètres de diamètre. Le conduit a, par exemple, un diamètre de 100 micromètres. Le conduit comporte, de plus, une partie 110 translucide correspondant à la partie 110 déformable. Dans des variantes, la cavité 105 ne comporte pas de partie translucide. Ce conduit comporte, en outre, deux ouvertures 130 situées aux deux extrémités du conduit. Ces ouvertures 130 permettent l'injection ou l'éjection d'un élément dans le conduit. En particulier, l'une de ces ouvertures 130 peut être associée à un moyen 135 de génération d'un flux passant par les deux ouvertures 130.

Dans des variantes, une de ces ouvertures est constituée par des pores dans la partie 125 ou dans la partie 110 en matériau déformable.

Dans des variantes, la partie 125 est en matériau non déformable.

Dans des variantes, le dispositif 10 comporte une seule ouverture 130 permettant à un élément d'entrer dans la cavité 105.

Le moyen de génération 135 de flux d'un fluide porteur est, par exemple un pousse seringue ou un contrôleur de pression permettant d'injecter un fluide dans une ouverture 130 de manière à ce que le fluide injecté sorte par l'autre ouverture 130 du conduit. Dans des variantes, ce moyen de génération 135 est configuré pour injecter un fluide multiphasique contenant au moins un élément de fluide à manipuler. Ce flux d'un fluide porteur permet de mettre en mouvement au moins un élément. Dans des variantes, le dispositif 10 ne comporte pas de moyen de génération 135 de flux.

Le moyen de commande 120 d'au moins un moyen d'échauffement local 115 est, par exemple, un contrôleur connecté à chaque moyen d'échauffement local 115 du dispositif 10. Ce moyen de commande 120 est configuré pour émettre une commande d'échauffement local indépendamment à au moins un moyen d'échauffement local 115 afin de manipuler un élément dans la cavité 105. Le moyen 120 de commande est configuré pour provoquer l'échauffement successif d'au moins deux moyens 115 d'échauffement local adjacents du rail thermique 160 de manière à déplacer l'élément le long de la cavité 105. En effet, la déformation d'une partie 110 du matériau déformable de la cavité 105 engendrée par l'échauffement d'un premier

moyen d'échauffement local 115 provoque le déplacement de l'élément dans la cavité 105. Si un deuxième moyen d'échauffement local 115 est échauffé au nouveau lieu où l'élément est situé, un nouveau déplacement de l'élément est réalisé. Chaque moyen d'échauffement local 115 positionné le long de la cavité 105
5 peut être échauffé de manière à déplacer un élément d'un bout à l'autre du chemin formé par les moyens d'échauffement local 115 le long de la cavité 105. Dans des variantes, le moyen de commande 120 est commandé par le moyen de détection 140. Dans ces variantes, lorsque le dispositif 10 ne comporte pas de moyen de génération de flux 135, le moyen de détection 140 commande au moyen de
10 commande 120 l'échauffement successif de moyens d'échauffement local 115 adjacents à un élément en fonction de la position détectée de cet élément.

Le moyen de commande 120 est également configuré pour commander l'échauffement de deux moyens d'échauffement local 115 adjacents à la position détectée de l'élément de manière à retenir l'élément dans un conduit. Lorsque le
15 dispositif comporte un moyen de génération de flux 135, le moyen de commande 120 peut être configuré pour commander l'échauffement d'un moyen d'échauffement local 115 adjacent à la position détectée de l'élément de manière à retenir l'élément contre la partie 110 du matériau déformable déformé. On observe ce mode de réalisation plus particulièrement en figure 5.

20 Le moyen de commande 120 est, enfin, configuré pour commander l'échauffement d'un moyen 115 dont un élément est positionné entre le moyen 115 et une partie 110 déformée de la cavité 105 de manière à diviser l'élément en au moins deux éléments de dimensions inférieures à l'élément divisé.

Chaque moyen d'échauffement local 115 est intégré à un rail thermique 160
25 commandé par le moyen de commande 120 et intégré dans le substrat 165. Ce rail thermique 160 est positionné le long de la cavité 105 de manière à ce que chaque moyen d'échauffement local 115 du rail thermique 160 soit en regard d'une partie déformée du matériau déformable 110 de la cavité 105. La présence d'un film de lubrification du deuxième fluide présent entre l'élément et une partie 125 garantit qu'il
30 n'y a pas de pollution croisée élément-substrat. Chaque moyen d'échauffement local 115 est configuré pour, lors d'un échauffement, provoquer une déformation par effet thermomécanique d'une partie du matériau déformable 110, de la cavité 105. Cette déformation provoque une obstruction au moins partielle de la cavité 105 bloquant le

passage d'un élément au lieu de l'obstruction. La dimension de chaque moyen d'échauffement local 115 en regard d'une partie en matériau déformable 110 est très inférieure, d'au moins un ordre de grandeur, à la longueur totale de la cavité 105. Cette différence de dimensions permet de déformer localement la cavité 105 sans
5 provoquer une déformation dans l'ensemble de la cavité 105 et permet, ainsi, un contrôle maîtrisé de la manipulation d'un élément. La puissance nécessaire pour réaliser la déformation d'une partie en matériau déformable 110 est, par exemple, de l'ordre de 150 mW et la tension aux bornes de chaque moyen est inférieure à 10 V.

Des variantes de moyens d'échauffement local sont décrites en figure 11, ci-
10 dessous.

Ce moyen d'échauffement local chauffe la cavité 105 sur une surface dont la plus grande dimension est de taille similaire à la plus grande dimension d'un élément de fluide traversant la cavité. Cet échauffement local permet une manipulation locale et fine des gouttes dans une cavité autrement plus grande.

15 La relation entre les dimensions de la partie déformée, l'élément et la cavité sont illustrés par la figure 13.

Dans cette figure 13, on observe une cavité 1300 présentant une paroi en matériau déformable 1310, un élément 1305 du premier fluide étant introduit dans la cavité 1300.

20 On observe, notamment, que la plus grande dimension L2 de la partie déformée 1310 est inférieure d'un ordre de grandeur à la plus grande dimension L1 de la cavité 1300. Préférentiellement, la partie déformée 1310 est inférieure de deux ordres de grandeur à la plus grande dimension L1 de la cavité 1300.

La dimension L2 de la partie en matériau déformable 1310 est choisie pour
25 que, lors de la déformation de cette partie du matériau déformable 1310, la plus petite dimension L4 de la section de la cavité 1300 déformée ne permette pas le passage de l'élément 1305 mais permet l'écoulement du deuxième fluide. Cette dimension L4 est inférieure à la plus petite dimension L5 de l'élément 1305, la plus grande dimension de la goutte étant supérieure à la dimension L3 de la cavité.

30 Par exemple, la section de la cavité 1300 est rectangulaire, l'élément 1305 présentant une forme de galette et la partie en matériau déformable 1310 présente une dimension L2 de la partie du matériau déformable similaire à la section de l'élément 1305 et donc de la cavité 1300.

Par exemple, une obstruction formée dans la section de la cavité par une partie du matériau déformable mesure deux micromètres.

Le moyen de détection 140, illustré en figure 1, d'un élément est, par exemple, un ensemble formé du moyen de capture d'image 145 et du moyen de traitement
5 150 d'images capturées. Le moyen de capture d'image 145 est, par exemple, une caméra positionnée de manière à pouvoir capturer une image de chaque partie translucide 110 du dispositif 10. Le moyen de traitement 150 d'image est, par exemple, un circuit électronique piloté par un programme informatique configuré pour établir, par détection de formes, la présence ou non d'un élément en un lieu de la
10 cavité 105 en fonction de l'image capturée. Ce moyen de détection 140 est configuré pour transmettre un signal de position au moyen de commande 120. Ce signal de position est utilisé par le moyen de commande 120 afin de déterminer quels moyens d'échauffement local 115 doivent être échauffés. Dans des variantes, ce moyen de détection 140 est un circuit électronique, connecté à une bobine entourant au moins
15 partiellement la cavité, configuré pour détecter un élément du premier fluide en fonction d'une perturbation d'un champ électromagnétique à proximité de la cavité 105.

Le substrat 165 comportant le rail thermique 160, solidarisé à la cavité 105, peut être désolidarisé de la partie 125, ce qui permet de recycler le rail thermique
20 160 que le substrat 165 comporte.

On observe, sur la figure 2, schématiquement, un mode de réalisation particulier du dispositif 20 objet de la présente invention. Ce dispositif 20 comporte un moyen de commande 205 qui adresse indépendamment un signal de commande, via une voie de commande 215 indépendante, à chaque moyen d'échauffement local
25 210 du dispositif 20. Le système de détection 220, comportant par exemple un système de détection de position 230 et un système de détection du contenu 235 des éléments dans le dispositif 20, est relié au moyen de commande 205 via une autre voie de commande 225.

On observe, sur la figure 3, vu en coupe, un mode de réalisation particulier du
30 dispositif 30 d'un déplacement d'un élément 315 par le dispositif 10 objet de la présente invention. Dans ce mode de réalisation, le dispositif 10 ne comporte pas de moyen de génération de flux. Le déplacement d'un élément 315 est réalisé lorsqu'un élément 315 est présent dans une cavité 320 en regard du matériau déformable 310

de la cavité 320. Si une commande de déplacement de l'élément 315 est reçue par un moyen de commande, non représenté, du moyen 305 d'échauffement local, ce moyen de commande commande l'échauffement du moyen 305 d'échauffement local. Ce moyen 305 d'échauffement local provoque l'expansion de la partie en
5 matériau déformable 310 dans la cavité 320. Lorsque la partie en matériau déformable 310 appuie sur l'élément 315, l'élément 315 est poussé dans la cavité 320 de manière à réaliser un déplacement longitudinal. Dans des variantes, une pluralité de moyens est mise en œuvre de manière à provoquer un déplacement de proche en proche de l'élément 315. Ces modes de réalisation permettent de
10 déplacer au moins un élément sans flux du deuxième fluide.

On observe, sur la figure 4, vu en coupe, un mode de réalisation particulier du dispositif 40 d'un isolement d'un élément 415 par le dispositif 10 objet de la présente invention. Cet isolement d'élément 415 est réalisé par chauffage simultané de deux
15 moyens 405 d'échauffement placés en regard du matériau déformable provoquant des déformations 410 adjacentes à la position d'un élément 415 situé dans une cavité 420. L'élément 415 se retrouve alors pris au piège entre deux parties déformables 410 déformées par effet thermomécanique. Dans des variantes, l'élément 415 est positionné entre deux parties déformables, de la cavité 410, non adjacentes déformées par l'action de deux moyens 405 d'échauffement local.

On observe, sur la figure 5, vu en coupe, un mode de réalisation particulier du
20 dispositif 50 d'une vanne capillaire par le dispositif 10 objet de la présente invention. Cette vanne capillaire est réalisée lorsqu'une partie déformée 510 du matériau déformable d'une cavité 520 est déformée par effet thermomécanique par l'actionnement d'un moyen d'échauffement local 505 alors qu'un élément 515 est
25 poussé vers la déformation par un flux 525 d'un fluide par exemple. Ce flux 525 est généré par un moyen de génération 530 d'un flux du deuxième fluide. Cette vanne est ouverte lorsque le moyen 505 d'échauffement local ne chauffe pas, et donc que la partie en matériau déformable 510 n'obstrue pas le passage de l'élément 515. Inversement la vanne est fermée lorsque le moyen 505 chauffe et que la partie du
30 matériau déformable déformée empêche à un élément 515 de passer dans la cavité 520.

On observe, sur la figure 6, vu de dessus, un mode de réalisation particulier du dispositif 60 de génération d'un élément objet de la présente invention. Ce dispositif 60 comporte :

- une cavité 605, traversée par un flux 610 longitudinal d'un premier fluide, qui sera dispersé dans une cavité 620 secondaire, qui comporte une jonction 615, située en aval du flux 610, entrant dans la cavité 620 secondaire traversée par un flux 625 d'un deuxième fluide et
- un moyen d'échauffement local positionné en regard du matériau déformable à l'intersection 615 des deux cavités, 605 et 620, de manière à bloquer le passage du premier fluide depuis la cavité 605 vers la cavité secondaire 620, bloquant ainsi la formation d'éléments.

La cavité 605 est, par exemple, similaire à la cavité 105 décrite en figure 1. Cette cavité 605 est traversée par un flux 610 d'un premier fluide non miscible avec le deuxième fluide porté par le flux 625.

Afin de générer un élément, non représenté, du premier fluide, le moyen d'échauffement local est chauffé de manière à bloquer le passage d'un élément injecté par le flux 610. Lorsqu'une commande de génération d'élément est reçue par le dispositif 60, le moyen d'échauffement local cesse de chauffer de manière à permettre au premier fluide d'entrer dans la cavité 620 secondaire. Au bout d'une durée prédéterminée, le moyen d'échauffement local est chauffé de nouveau de manière à briser l'élément passant entre le moyen d'échauffement local et une partie en matériau déformable 630 de la cavité 605. La partie du premier fluide ayant ainsi franchit le moyen est ainsi injecté dans la cavité 620 et génère un élément du premier fluide qui peut être utilisé selon différents besoins.

Sans l'action d'un moyen d'échauffement local, un élément peut se former naturellement, mais sa taille est alors déterminée par les rapports des débits des flux, 610 et 625, et par la géométrie de la jonction 615 entre les deux cavités, 605 et 620. Grâce au mode de réalisation du dispositif 60 décrit en figure 6, il est possible, de contrôler la taille des éléments générés. Il y a donc deux variantes possibles lorsque le moyen d'échauffement local est désactivé :

- soit on laisse l'élément se former librement et on active le moyen d'échauffement local pour bloquer la formation d'un nouvel élément ou

- le moyen d'échauffement local est activé au bout d'un temps prédéterminé pour générer des éléments de taille contrôlée.

Dans des variantes, la jonction 615 relie en amont une pluralité de cavités 605 et une pluralité de flux 625, débouchant en aval dans au moins une cavité 620
5 unique.

Dans d'autres variantes, une pluralité de cavités 605 dont chaque cavité 605 transporte un élément d'au moins un fluide secondaire transporté dans un premier fluide. Au moins deux fluides secondaires sont miscibles l'un avec l'autre. Ainsi, les éléments générés et déplacés dans au moins une cavité 620 unique à partir d'au
10 moins deux cavités 605 peuvent se mélanger de manière à devenir un « élément d'un deuxième fluide » tel que décrit la description des figures. Ainsi, le dispositif de génération 60 peut comporter une pluralité de cavités 605 transportant un fluide permettant de générer un élément et une pluralité de cavités 620 transportant un élément généré.

On observe, sur la figure 7, vu de dessus, un mode de réalisation particulier du dispositif 70 de tri d'un élément objet de la présente invention. Ce dispositif 70
15 comporte :

- un moyen 705 d'identification de la nature d'un élément
- un moyen 710 d'actionnement d'un moyen 715 de commande d'un dispositif
20 10 tel que décrit en figure 1,
- le dispositif 10 de manipulation d'un élément dont :
 - la cavité 720 est traversée par un flux 725 longitudinal comportant des éléments d'un premier fluide dispersés dans le deuxième fluide ;
 - deux ouvertures 730 de la cavité 720 situées en aval du flux 725 entrent,
25 chacune, dans une cavité 735 secondaire et
 - un moyen d'échauffement local est positionné en regard du matériau déformable 740 à chaque intersection de manière à bloquer le passage d'un élément depuis la cavité 720 à une cavité 735 secondaire.

Le moyen d'identification 705 d'un élément est, par exemple, une bobine
30 entourant un lieu de la cavité 720 configuré pour mesurer l'impédance du fluide de l'élément et pour déterminer la nature du fluide en fonction de l'impédance mesurée.

Dans des variantes préférentielles, le dispositif 70 ne comporte pas de moyen d'identification 705.

Le moyen d'actionnement 710 est, par exemple, un circuit électronique configuré pour commander au moyen de commande 715 l'échauffement du moyen d'échauffement local positionné à l'ouverture 730 de la cavité 735 secondaire dans laquelle on ne souhaite pas faire entrer l'élément de fluide identifié. Inversement, le
5 moyen de commande 715 commande l'arrêt de l'échauffement du moyen d'échauffement local positionné à l'ouverture 730 de la cavité 735 secondaire dans laquelle on souhaite faire entrer l'élément de fluide identifié, si ce moyen d'échauffement local est en train de chauffer. De cette manière, il est possible de réaliser un tri des éléments entrant dans le dispositif 70 en ouvrant sélectivement
10 une cavité 735 secondaire dans laquelle l'élément trié est dirigé.

On observe, sur la figure 8, vu de dessus, un mode de réalisation particulier du dispositif 80 de stockage/déstockage d'un élément d'un premier fluide non miscible. Ce dispositif 80 comporte une cavité principale 825 traversée par un flux 820 d'éléments du premier fluide dispersés. Ce dispositif 80 comporte également
15 une cavité secondaire 815 vers laquelle les éléments peuvent être dirigés et donc stockés. Le moyen de commande permet d'activer des moyens d'échauffement local échauffant des parties déformables 835 lors du passage d'au moins un élément détecté par le moyen de détection, dirigeant les éléments dans la cavité secondaire 815 permettant le stockage. Une cavité de contournement 830 permet la circulation
20 libre d'un deuxième fluide transportant les éléments du premier fluide. Dans des variantes, le dispositif 80 ne comporte pas de cavité de contournement 830. Dans des variantes, la cavité 815 est isolée de la cavité secondaire 825 par activation d'un moyen d'échauffement local, échauffant une partie du matériau déformable 840 de la cavité, commandé par le moyen de commande. Dans la phase de déstockage :

- 25 - un moyen d'échauffement local configuré pour chauffer une partie du matériau déformable 835 de la cavité principale 825 de manière à bloquer le passage d'un élément dans cette cavité 825, est désactivé et
- des moyens d'échauffement local, échauffant des parties déformables 845, sont activés par le moyen de commande de manière à propulser au moins un
30 élément de la cavité secondaire 815 vers la cavité principale 825.

Dans les variantes comportant un moyen d'échauffement local 840, la phase de déstockage est réalisée par la séquence suivante :

- le moyen d'échauffement local, échauffant la partie du matériau déformable 840, isolant la cavité secondaire 815 est désactivé,
- le moyen d'échauffement local configuré pour chauffer une partie du matériau déformable 835 de la cavité principale 825 de manière à bloquer le passage d'un élément dans cette cavité 825, est désactivé et
- les moyens d'échauffement local, échauffant les parties déformables de la cavité 845, sont activés par le moyen de commande de manière à propulser au moins un élément de la cavité secondaire 815 vers la cavité principale 825 et
- la cavité 815 est isolée en actionnant le moyen d'échauffement local échauffant la partie déformée du matériau déformable 840.

Dans des variantes, la partie déformée du matériau déformable en regard du moyen d'échauffement local, échauffant la partie en matériau déformable 840 située à la jonction entre la cavité primaire et la cavité secondaire est configurée pour être échauffée lorsqu'un élément est stocké dans la structure.

Un autre mode de réalisation du dispositif 80 de stockage/déstockage permet de réaliser une réorganisation d'une séquence d'éléments de fluides non miscibles. Dans ces modes de réalisation, le dispositif 80 comporte au moins une cavité secondaire dans laquelle sont stockés des éléments. Dans des variantes, le stockage est réalisé en fonction de leur nature détectée par un moyen de détection. En fonction d'une commande de séquence d'éléments reçue par un moyen de commande de l'échauffement des moyens d'échauffement local, le déstockage d'au moins un élément est provoqué séquentiellement dans au moins une cavité secondaire. De cette manière, il est possible de réorganiser une séquence d'éléments en stockant indépendamment chaque élément dans un premier temps puis en déstockant sélectivement les éléments stockés en fonction de leur nature.

On observe, sur la figure 9, vu de dessus, un mode de réalisation particulier du dispositif 90 objet de la présente invention. Sur cette figure, une cavité 945 du dispositif 90 s'étend selon deux axes. Cette cavité 945 est formée de cases 935 délimitées par quatre liaisons entre des plots 915 répartis dans la cavité 945, positionnés de manière à former quatre coins d'un carré.

Dans des variantes, des cases de n'importe quelle géométrie polygonale comportant au moins trois côtés sont utilisées.

Dans des variantes, ces cases sont délimitées par des parties déformées, dont la fonction est similaire à celle des plots décrits ci-dessus, de la cavité provoquant une déformation de la cavité.

L'accumulation de cases permet de créer une matrice à deux dimensions permettant de réaliser une pluralité de fonctions. Une partie déformée du matériau déformable 920 est positionnée en regard de chaque arête du carré ainsi délimité. Il est possible, lors de l'échauffement d'au moins une partie du matériau déformable 920, de :

- bloquer l'accès à une case lorsque chaque partie déformée du matériau déformable 920 est échauffée par un moyen d'échauffement local,
- créer une cavité unidirectionnelle lorsque deux parties déformées 920 opposées sont échauffées simultanément,
- créer un coude pour une cavité unidirectionnelle connectée à la case lorsque deux parties déformées 920 adjacentes sont échauffées simultanément,
- propulser un élément vers une cavité adjacente et située en regard d'une partie du matériau déformable 920.

Ce dispositif 90 comporte, de plus, une cavité 925 servant d'entrée à des éléments d'un premier fluide non miscible transportés par un flux 930 d'un deuxième fluide. Ce dispositif 90 comporte une cavité 940 de sortie positionnée en regard de la cavité 925 d'entrée de manière à ce que le flux 930 du deuxième fluide soit dirigé vers la cavité 940 de sortie. Sur le chemin du flux 930 entre la cavité 925 d'entrée et la cavité 940 de sortie, des parties déformées 920 sont positionnées. De cette manière, lorsque le moyen d'échauffement local chauffe, un élément poussé par le flux 930 est orienté vers une case de la matrice par la déformation d'une partie du matériau déformable 920. A l'intérieur de la cavité 935 en deux dimensions, il est possible de réaliser l'ensemble des fonctions détaillées dans les figures 1 à 8, à savoir, par exemple :

- vanne capillaire,
- génération d'un élément,
- brisure d'un élément,
- isolement d'un élément,
- tri d'un élément,
- fusion d'au moins deux éléments,

- déplacement d'un élément et
- réorganisation d'une séquence d'éléments.

On observe, sur la figure 10, schématiquement, un mode de réalisation particulier d'un réseau 1000 de manipulation d'éléments de fluides non miscibles. Ce
5 réseau comporte quatre générateurs d'éléments 1005 tels que décrits en figure 6 produisant, d'un générateur à l'autre, des éléments de composition et de volumes pouvant être différents. Ces éléments sont acheminés dans une cavité 1010 comportant un système de vanne capillaire tel que décrit en figure 5. Ces vannes capillaires permettent, dans ce mode de réalisation, de prédéfinir le nombre
10 d'éléments de chaque nature pour une séquence d'éléments donnée à la jonction 1055.

Chaque séquence d'éléments est acheminée, via un canal 1015, dans une cavité 1020 comportant un système de matrice à deux dimensions tel que en figure 9. Dans un mode de réalisation, l'ordre des éléments de la séquence entrant dans la
15 matrice peut être modifié en sortie.

Un ou plusieurs éléments de la séquence peuvent être stockés dans une ou des cavités de stockage 1030 via le dispositif décrit en figure 8 afin, éventuellement, de les faire fusionner, dans un dispositif de fusion 1025. Cette opération permet de générer des éléments de plus grande taille contenant divers éléments issus de
20 séquences successives. L'intérêt de fusionner des éléments est de permettre de réaliser du criblage haut-débit, c'est à dire tester un grand nombre de combinaisons d'éléments possibles.

Ces éléments peuvent être expulsés de la cavité 1030 via le système de déstockage tel que décrit en figure 8. Ces éléments sont ensuite acheminés vers un
25 dispositif de tri 1035 tel que décrit dans la figure 7, comportant un moyen de détection et trois branches de sortie 1060, 1065 et 1070.

Les éléments acheminés dans la branche 1060 sont directement acheminés à une jonction 1085. Les éléments acheminés à une jonction 1065 sont divisés en au moins deux éléments de plus petite taille dans la cavité 1045 comportant un dispositif
30 de division d'éléments.

Les éléments issus de la division sont acheminés à un dispositif de tri 1035, tel que décrit en figure 7, comportant un moyen de détection et deux branches de

sorties 1075 et 1080. Les éléments acheminés par la branche 1080 sont acheminés directement à une jonction 1090.

Les éléments acheminés par la branche 1075 sont bloqués par un dispositif 1050 tel que décrit en figure 5 afin d'être mis en contact avec les éléments provenant de la branche 1060 via la jonction 1085. Les éléments ainsi mis en contact peuvent être libérés par le dispositif 1050, puis fusionnés via un autre dispositif de fusion 1025.

L'élément résultant de la fusion est acheminé dans une cavité comportant un rail thermique 1040, via un dispositif de stockage 1030 tel que décrit dans la figure 8. Dans le rail thermique, tel que décrit en figure 1, l'élément est acheminé en n'importe quelle position du rail. La position choisie permet, par exemple, d'observer une évolution de la nature de l'élément en fonction du temps. Si l'élément n'est pas stocké, cet élément est acheminé directement vers une jonction 1090.

Les éléments acheminés dans la branche 1070 sont transportés vers une cavité comportant un rail thermique 1040, via un dispositif de stockage 1030 tel que décrit dans la figure 8. Dans le rail thermique, tel que décrit en figure 1, l'élément est acheminé en n'importe quelle position du rail. Si l'élément n'est pas stocké, cet élément est acheminé directement vers la jonction 1090. L'ensemble des éléments arrivant à la jonction 1090 sont évacués via une sortie 1095.

On observe, sur la figure 11, un mode de réalisation particulier du dispositif 1100 objet de la présente invention. Ce dispositif 1100 est similaire au dispositif 10 décrit en figure 1. Dans ce dispositif 1100, le moyen d'échauffement local est un ensemble comportant un laser 1105 et un miroir 1120, le miroir 1120 étant configuré pour orienter le faisceau du laser 1105 en direction d'une partie en matériau déformable 1110 de la cavité 1115 en fonction d'une commande d'échauffement local émise par le moyen de commande, non représenté. Dans des variantes, le dispositif 1100 ne comporte pas de miroir 1120 et le laser 1105 comporte un obturateur matriciel configuré pour permettre le passage du faisceau du laser 1105 selon une commande d'échauffement local émise par le moyen de commande. Dans d'autres variantes, le laser 1105 est monté sur un dispositif pivotant permettant l'orientation du faisceau du laser 1105 selon une commande d'échauffement local émise par le moyen de commande. Dans d'autres variantes, le moyen d'échauffement local met en œuvre tout moyen d'émission connu d'une onde

électromagnétique afin de réaliser l'échauffement de la partie en matériau déformable 1110. Dans des variantes, d'autres techniques d'échauffement local peuvent être employées comme, par exemple, des dispositifs utilisant l'effet Joule, des fluides préchauffés, des micro-ondes, un signal infra-rouge. Les différences
5 entre ces techniques résident dans le temps transitoire d'établissement de la température et de l'intégration.

On observe, sur la figure 12, un logigramme d'étapes particulier du procédé 1200 objet de la présente invention. Ce procédé 1200 de manipulation d'un élément constitué d'un premier fluide transporté par un deuxième fluide non miscible avec le
10 premier fluide dans une cavité dont au moins une paroi est en matériau déformable, comporte :

- une étape 1205 d'introduction du deuxième fluide et de l'élément du premier fluide dans la cavité,
- une étape 1210 de commande d'une déformation locale d'une partie du
15 matériau déformable de la cavité, au moins une autre partie en matériau déformable de la cavité n'étant pas déformée,
- une étape 1215 de déformation locale d'une partie du matériau déformable de la cavité pour obstruer au moins partiellement le passage de l'élément introduit dans la cavité sans obstruer le passage du deuxième fluide et
- une étape 1220 de mise en mouvement de l'élément dans la cavité vers
20 l'extérieur de la partie déformée de la cavité.

L'étape d'introduction 1205 est réalisée, par exemple, par la mise en œuvre d'une alimentation en éléments du premier fluide transportés par le deuxième fluide. Cette alimentation pousse dans la cavité ces éléments.

25 L'étape de commande 1210 est réalisée, par exemple, par un moyen de commande tel que décrit en regard d'une des figures 1 à 11.

L'étape de déformation locale 1215 est réalisée, par exemple, par :

- échauffement local d'une partie du matériau déformable, la partie en matériau déformable étant déformée par effet thermomécanique,
- un moyen de déformation pneumatique et/ou
30 - un moyen de déformation piézoélectrique.

L'échauffement local est similaire à l'échauffement décrit en regard d'une des figures 1 à 11 ci-dessus.

Le moyen de déformation pneumatique est, par exemple, une conduite contenue dans la paroi de la cavité, la pression d'un fluide à l'intérieur de cette conduite étant augmentée de sorte à ce que la conduite s'étende et obstrue partiellement la cavité.

5 Le moyen de déformation piézoélectrique est un matériau piézoélectrique dont l'application d'un courant électrique sur ce matériau provoque une déformation obstruant partiellement la cavité.

10 L'étape de mise en mouvement 1220 dépend du type de manipulation réalisée, les différents types de manipulations étant décrits en regard des figures 1 à 11.

Dans des modes de réalisation particuliers, le procédé 1200 comporte une étape 1230 de détermination du positionnement d'un élément de la cavité en fonction du positionnement d'une partie déformée de la cavité.

15 Cette étape de détermination 1230 est réalisée, par exemple, lors de la mise en œuvre d'un rail thermique tel que décrit ci-dessus, en fonction de l'élément thermique du rail actionné permettant une prédiction du positionnement de l'élément dans la cavité.

20 Dans des modes de réalisation particuliers, le procédé 1200 comporte une étape 1225 de détection du positionnement d'un élément dans la cavité, l'étape 1210 de commande commandant la déformation d'une partie du matériau déformable de la cavité sélectionnée en fonction du positionnement détecté de l'élément.

Cette étape de détection 1225 est réalisée, par exemple, par un capteur optique, inductif, capacitif ou résistif positionné en regard de la partie de la cavité et configuré pour détecter le passage d'un élément.

REVENDICATIONS

1. Procédé (1200) de manipulation d'un élément constitué d'un premier fluide transporté par un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide dans une cavité dont au moins une paroi est en matériau déformable, caractérisé en ce qu'il comporte :

- 5 - une étape (1205) d'introduction du deuxième fluide et de l'élément du premier fluide dans la cavité,
- une étape (1210) de commande d'une déformation locale du matériau déformable de la cavité, au moins une autre partie du matériau déformable de la cavité n'étant pas déformée,
- 10 - une étape (1215) de déformation locale d'une partie du matériau déformable formant la cavité pour obstruer au moins partiellement le passage de l'élément introduit dans la cavité sans obstruer le passage du deuxième fluide et
- une étape (1220) de mise en mouvement de l'élément dans la cavité vers l'extérieur de la partie déformée de la cavité.

15

2. Procédé (1200) selon la revendication 1, qui comporte une étape (1230) de détermination du positionnement d'un élément de la cavité en fonction du positionnement d'une partie déformée de la cavité.

- 20 3. Procédé (1200) selon l'une des revendications 1 ou 2, qui comporte une étape (1225) de détection du positionnement d'un élément dans la cavité, l'étape (1210) de commande commandant la déformation d'une partie du matériau déformable de la cavité sélectionnée en fonction du positionnement détecté de l'élément.

- 25 4. Procédé (1200) selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel la déformation d'une partie du matériau déformable est réalisée par échauffement local du matériau déformable, la partie déformée du matériau déformable étant déformée par effet thermomécanique.

5. Procédé (1200) selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel la déformation d'une partie du matériau déformable est réalisée par un moyen de déformation pneumatique.

5 6. Procédé (1200) selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel la déformation d'une partie du matériau déformable est réalisée par un moyen de déformation piézoélectrique.

10 7. Dispositif (10) de manipulation d'un élément constitué d'un premier fluide transporté dans un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide pour mettre en œuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte :

- 15 - une cavité (105), configurée pour recevoir au moins un élément constitué du premier fluide et le deuxième fluide, qui comporte au moins une paroi (110) en matériau déformable par effet thermomécanique,
- au moins un moyen d'échauffement local (115) configuré pour déformer au moins une partie du matériau déformable de la cavité par effet thermomécanique de manière à ce que, lorsque le moyen d'échauffement local chauffe, chaque partie du matériau déformable chauffée obstrue au moins partiellement une section de la cavité pour permettre le passage du deuxième fluide et pour bloquer le passage de chaque élément du premier fluide, au moins une autre partie du matériau déformable de la cavité n'étant pas déformée,
- 20 - un moyen (135, 160) de mise en mouvement de l'élément constitué du premier fluide configuré pour déplacer l'élément vers l'extérieur de la partie déformée du matériau déformable et
- 25 - un moyen (120) de commande configuré pour commander indépendamment l'échauffement d'au moins un moyen d'échauffement local.

30 8. Dispositif (10) selon la revendication 7, dans lequel le moyen (160) de mise en mouvement est un rail (160) thermique, comportant au moins un moyen (115) d'échauffement local, configuré pour déformer au moins une partie du matériau déformable de la cavité par effet thermomécanique de manière à ce que, lorsque le

moyen d'échauffement local chauffe, chaque partie déformée du matériau déformable chauffée obstrue au moins partiellement une section de la cavité pour permettre le passage du deuxième fluide et pour bloquer le passage de chaque élément du premier fluide.

5

9. Dispositif (10) selon la revendication 8, dans lequel le moyen (120) de commande est configuré pour commander l'échauffement successif des moyens d'échauffement local successifs du rail (160) thermique de manière à déplacer l'élément le long de la cavité.

10

10. Dispositif (10) selon l'une des revendications 7 à 9, dans lequel la cavité comporte au moins une partie latérale (125) en matériau non déformable par la chaleur émise par au moins un moyen d'échauffement local.

15

11. Dispositif (50) selon l'une des revendications 7 à 10, dans lequel le moyen (530) de mise en mouvement comporte un moyen (535) de génération d'un flux du deuxième fluide pour mettre en mouvement au moins un élément.

20

12. Dispositif (70) selon l'une des revendications 7 à 11, qui comporte un moyen (710) de détection du contenu d'un élément du premier fluide.

25

13. Dispositif (10) selon l'une des revendications 7 à 12, qui comporte un moyen (140) de détection de la position d'au moins un élément dans la cavité pour fournir un signal de position au moyen (120) de commande.

30

14. Dispositif (10) selon la revendication 13, dans lequel :

- la cavité (105) comporte au moins une partie (110) translucide,
- le moyen (140) de détection de la position d'au moins un élément dans la cavité comporte un moyen (145) de capture d'image et un moyen (150) de traitement d'images capturées configuré pour déterminer la position d'un élément en fonction de l'image traitée.

15. Dispositif (10) selon la revendication 13, dans lequel le moyen (140) de détection est configuré pour détecter un élément du premier fluide en fonction d'une perturbation d'un champ électromagnétique à proximité de la cavité.

- 5 16. Dispositif (10) selon l'une des revendications 13 à 15, dans lequel le moyen (120) de commande est configuré pour provoquer l'échauffement d'au moins deux parties du matériau déformable adjacentes à la position détectée de l'élément de manière à isoler l'élément dans une partie de la cavité obstruée à chaque extrémité par une déformation de la cavité (105).

10

17. Dispositif (10) selon l'une des revendications 13 à 16, dans lequel le moyen (120) de commande est configuré pour commander l'échauffement d'une partie du matériau déformable de la cavité à la position détectée de l'élément pour diviser ledit élément en deux éléments positionnés vers l'extérieur de la partie du matériau déformable échauffée.

15

18. Dispositif (10) selon l'une des revendications 7 à 17, qui comporte un substrat (165), comportant au moins un moyen (115) d'échauffement local, solidarisé avec la cavité (105).

20

19. Dispositif (60) de génération d'élément constitué d'un premier fluide transporté dans un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de manipulation d'un élément selon l'une des revendications 7 à 18 dont :

25

- une ouverture (615) d'au moins une cavité (605) vers une cavité (620) secondaire est traversée par au moins un flux (625) à phase continue,
- le moyen (610) de mise en mouvement est configuré pour déplacer un flux de premier fluide dans la cavité vers la cavité secondaire pour former un élément du premier fluide dans la cavité secondaire et

30

- un moyen d'échauffement local échauffant le matériau déformable positionné à l'intersection des deux cavités de manière à bloquer ou forcer, lors de l'échauffement de la partie du matériau déformable, le passage d'éléments depuis la cavité vers la cavité secondaire.

20. Dispositif (70) de tri d'au moins un élément constitué d'un premier fluide transporté dans un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un moyen (710) d'actionnement d'un moyen (715) de commande d'un dispositif de manipulation d'un élément selon les revendications 7 à 18,
- le dispositif de manipulation d'un élément qui comporte :
 - au moins deux ouvertures (730) de la cavité situées en aval d'un sens de mouvement du moyen de mise en mouvement donnant, chacune, dans une cavité (735) secondaire et
 - un moyen d'échauffement local échauffant le matériau déformable positionné à chaque intersection de manière à bloquer, le passage d'un élément depuis la cavité vers au moins une cavité secondaire.

21. Dispositif (80) de stockage/déstockage d'un élément constitué d'un premier fluide transporté dans un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un dispositif de manipulation selon la revendication 11 et l'une des revendications 7 à 10 et/ou 12 à 28, dont une partie du matériau déformable (835) est configurée, lors de la déformation, pour bloquer le passage d'un élément dans une cavité primaire (825) et diriger cet élément vers une structure de stockage/déstockage (815) et
- la structure de stockage/déstockage configurée pour, lors de l'échauffement d'une partie du matériau déformable de la structure par un moyen d'échauffement local du dispositif secondaire, déstocker l'élément.

22. Dispositif (80) selon la revendication 21, qui comporte une partie déformée du matériau déformable (840) située à la jonction entre la cavité primaire (825) et la structure (815) de stockage/déstockage.

23. Dispositif (40) de fusion de deux éléments constitués de premiers fluides miscibles transportés dans un deuxième fluide non miscible avec chaque premier fluide, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de manipulation selon l'une des revendications 7 à 18, comportant une pluralité de parties déformées (410)

configurées pour forcer au contact les deux éléments par déplacement successif d'au moins un des deux éléments.

24. Dispositif (90) matriciel de manipulation d'un élément constitué d'un premier
5 fluide transporté dans un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide, qui
comporte un dispositif de manipulation d'un élément constitué d'un premier fluide
transporté dans un deuxième fluide non miscible avec le premier fluide selon l'une
des revendications 7 à 18, dont la cavité (925) s'étend dans deux directions et qui
comporte :

- 10
- au moins une case (935) comportant au moins trois sorties (945) et
 - au moins une partie (920) déformée du matériau déformable est positionnée en regard d'au moins une sortie.

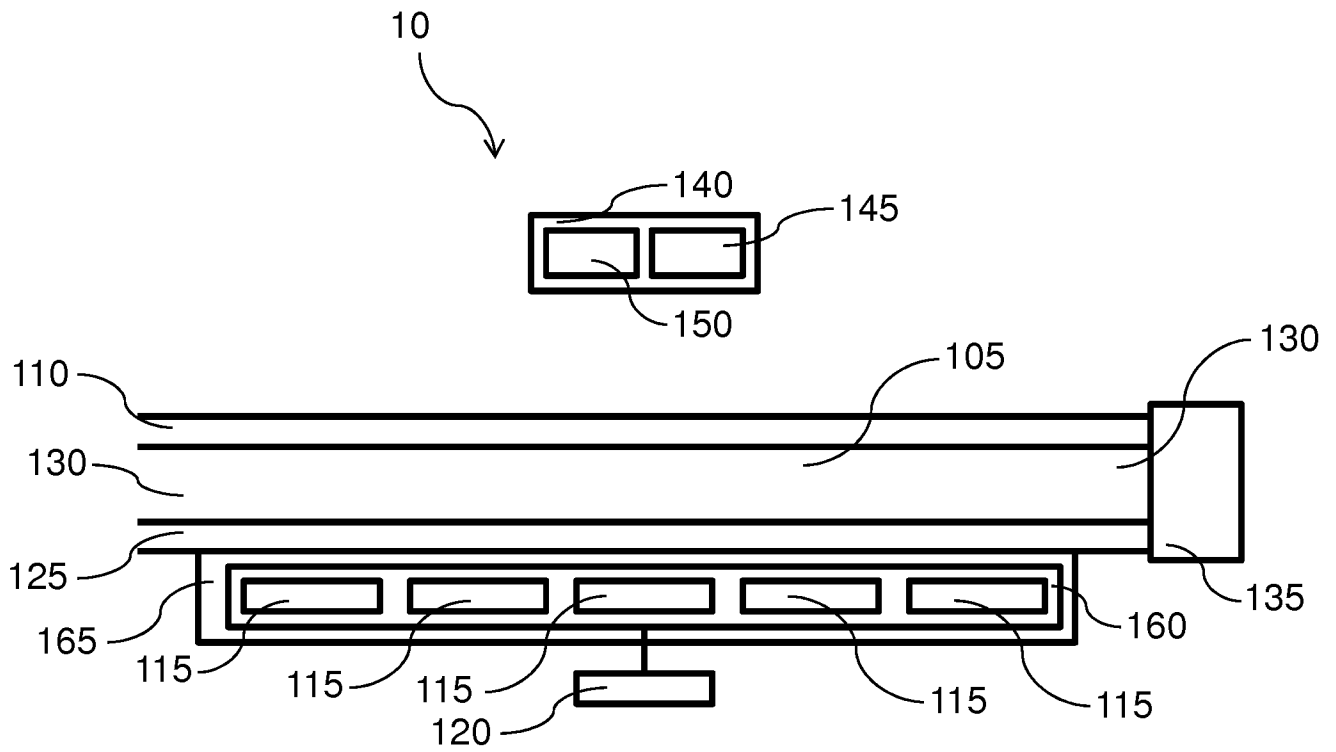


Figure 1

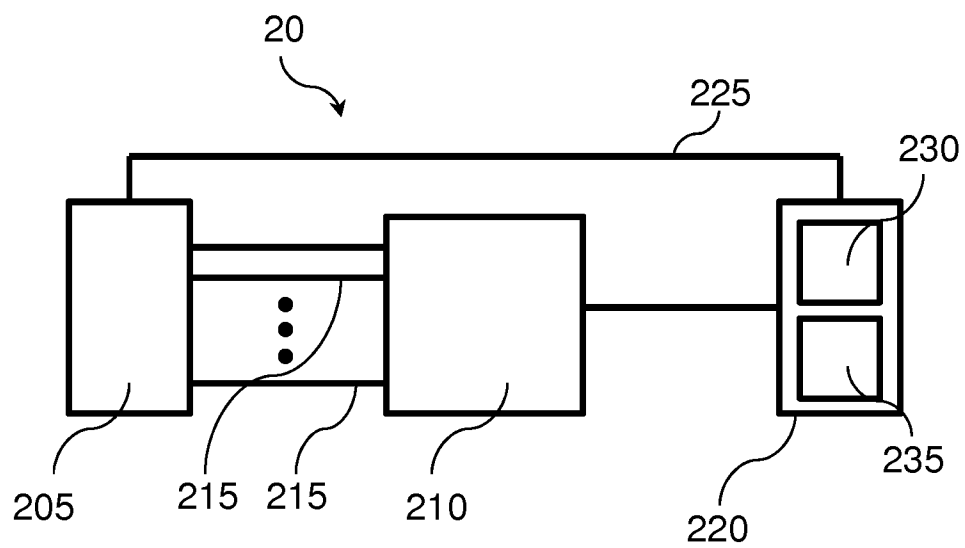


Figure 2

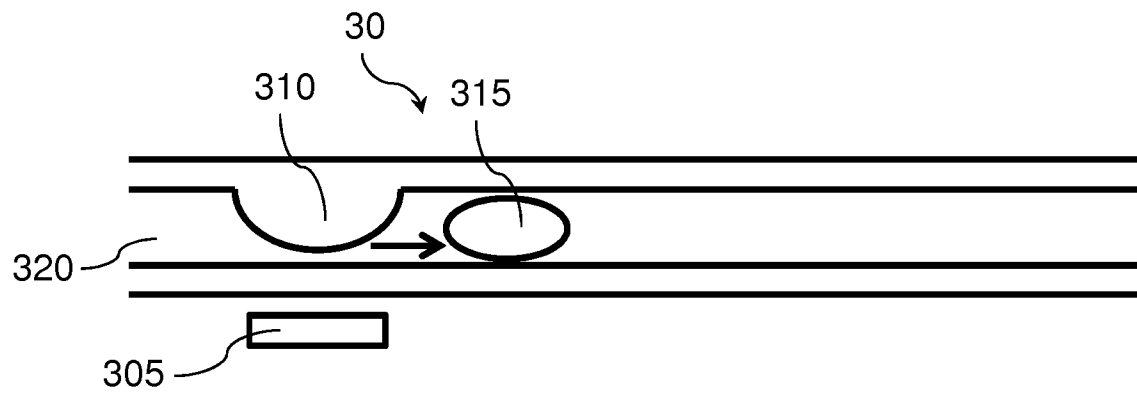


Figure 3

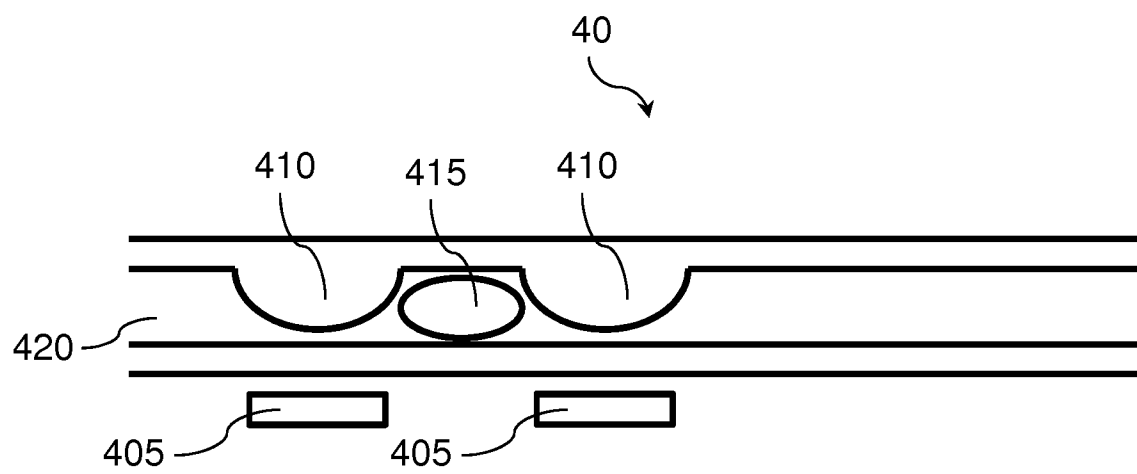


Figure 4

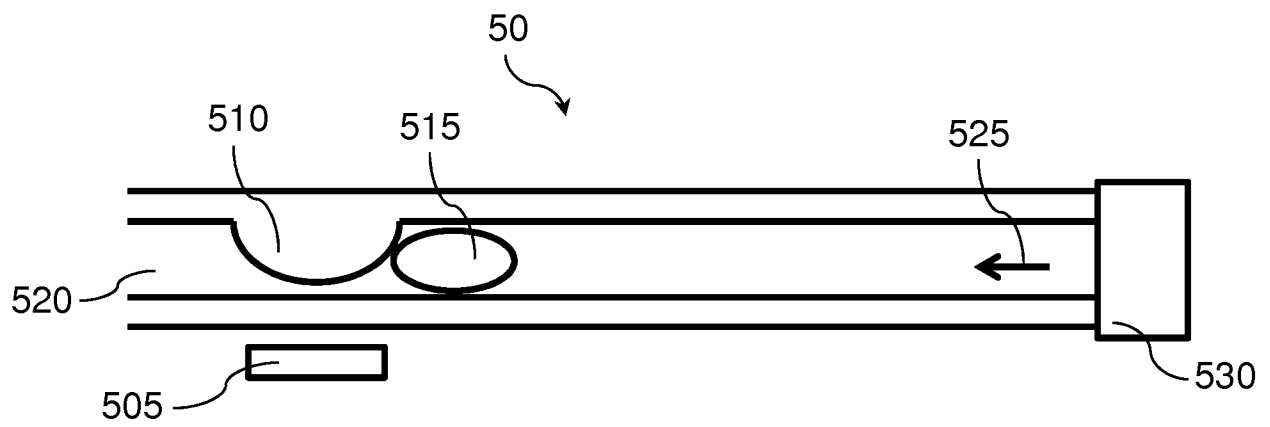


Figure 5

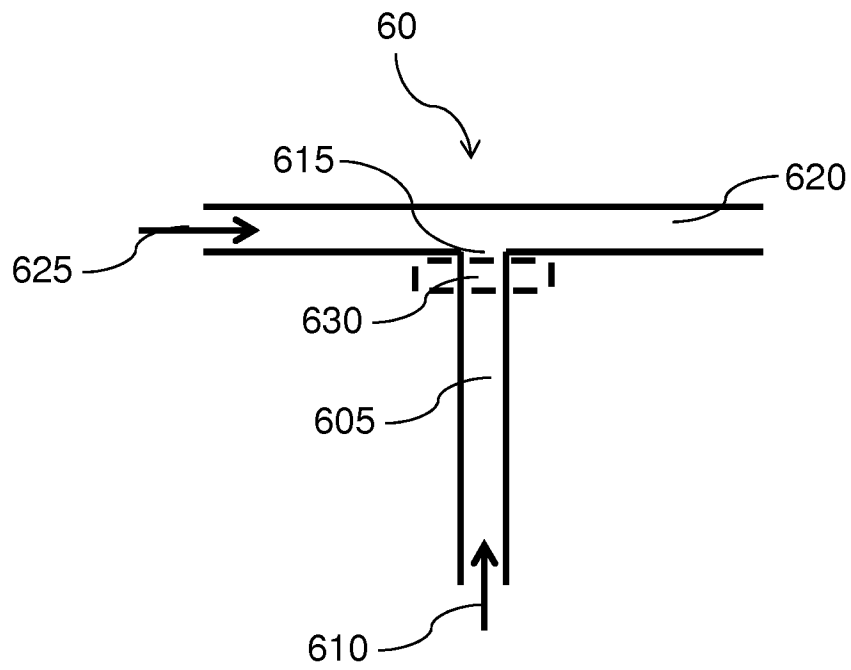


Figure 6

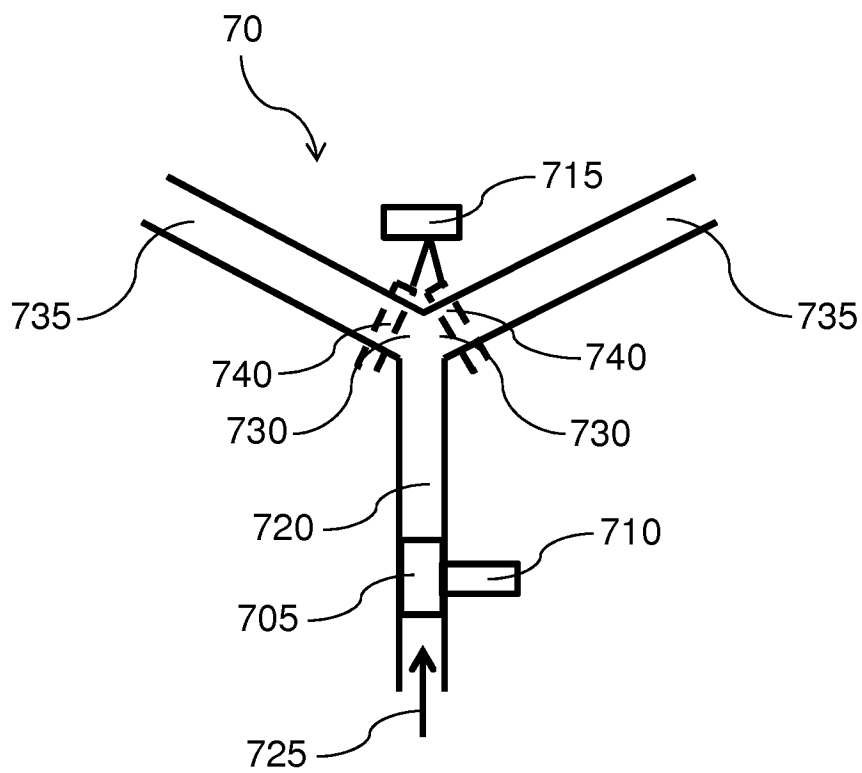


Figure 7

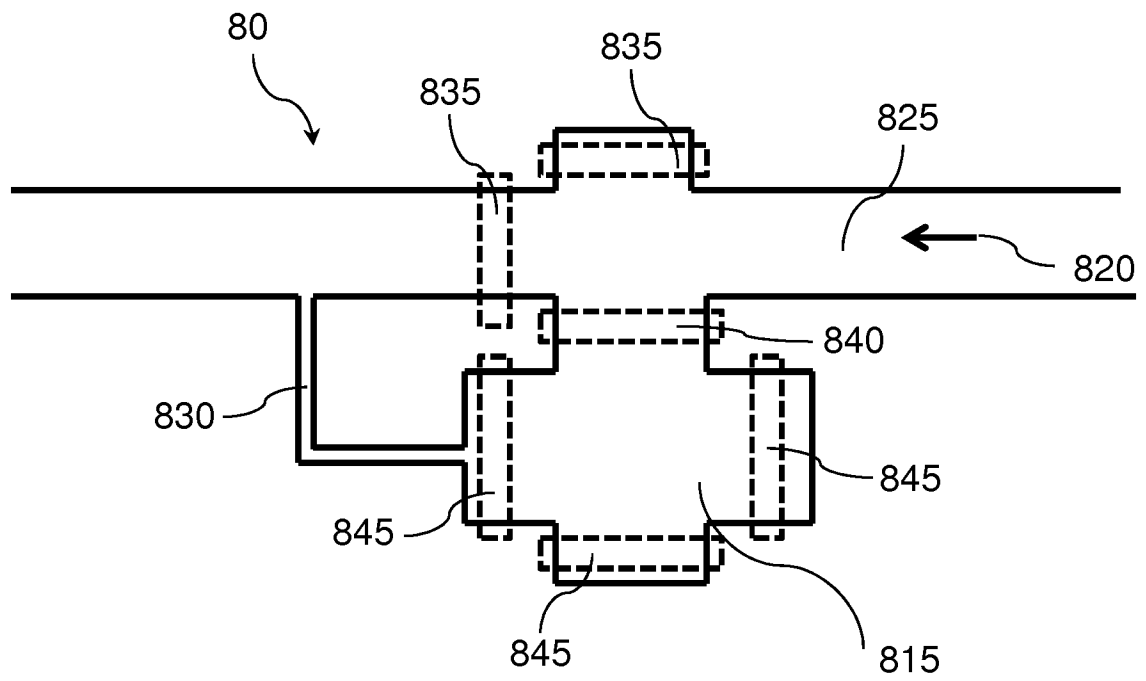


Figure 8

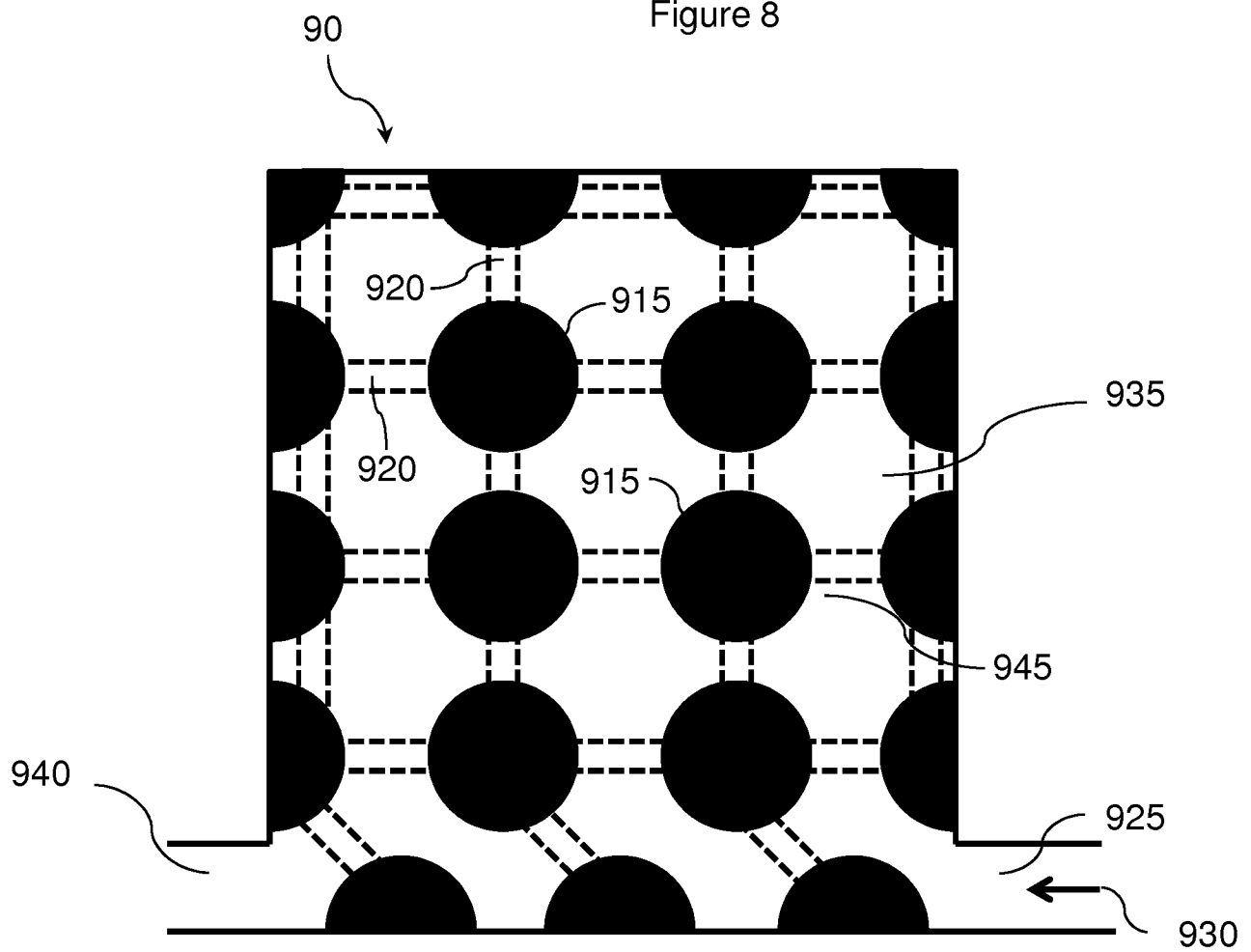


Figure 9

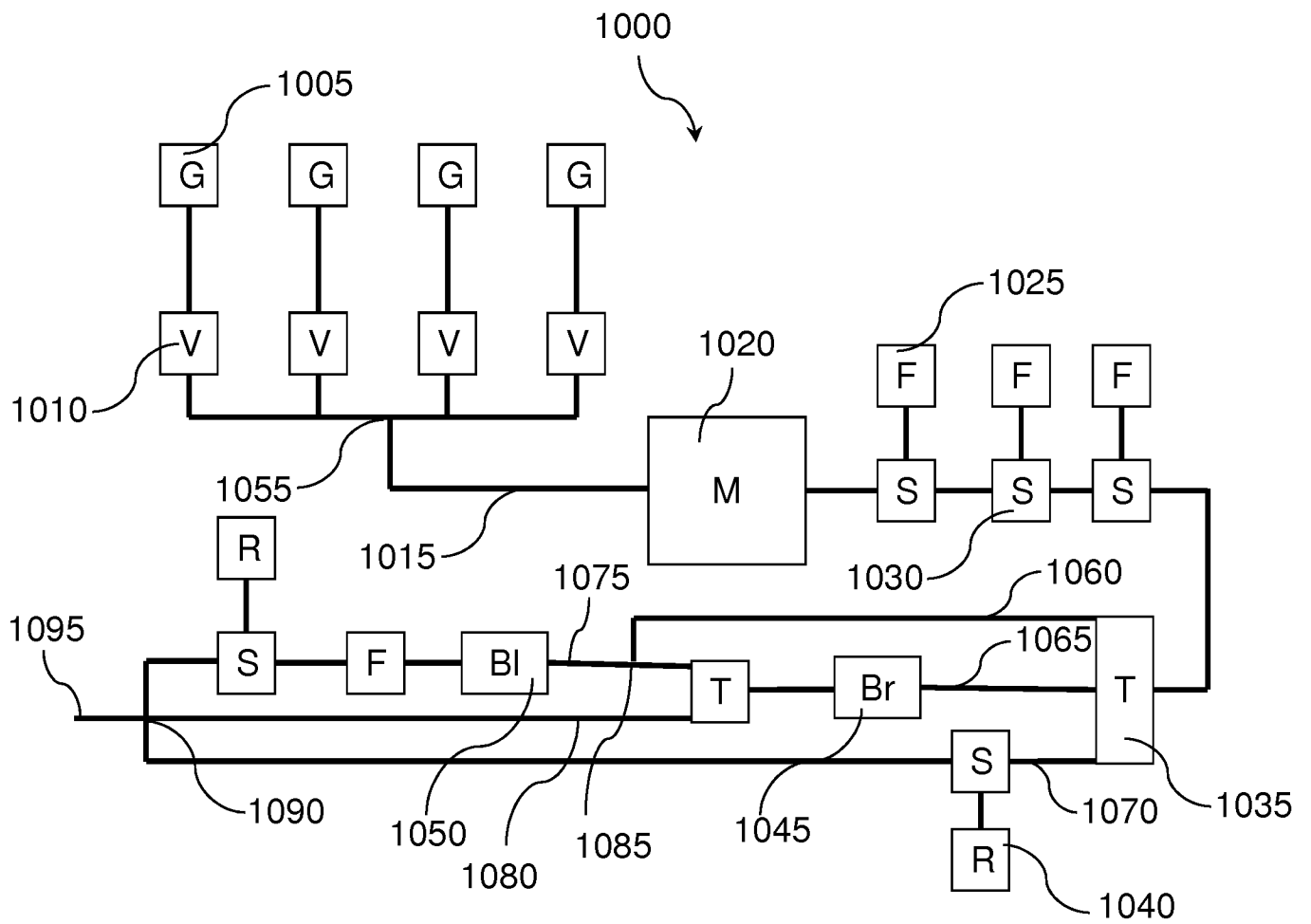


Figure 10

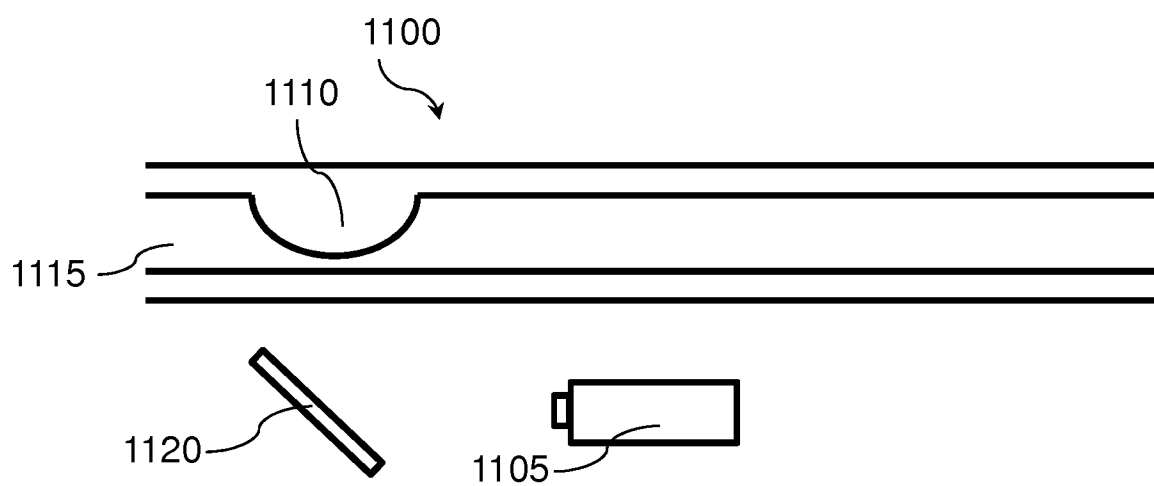


Figure 11

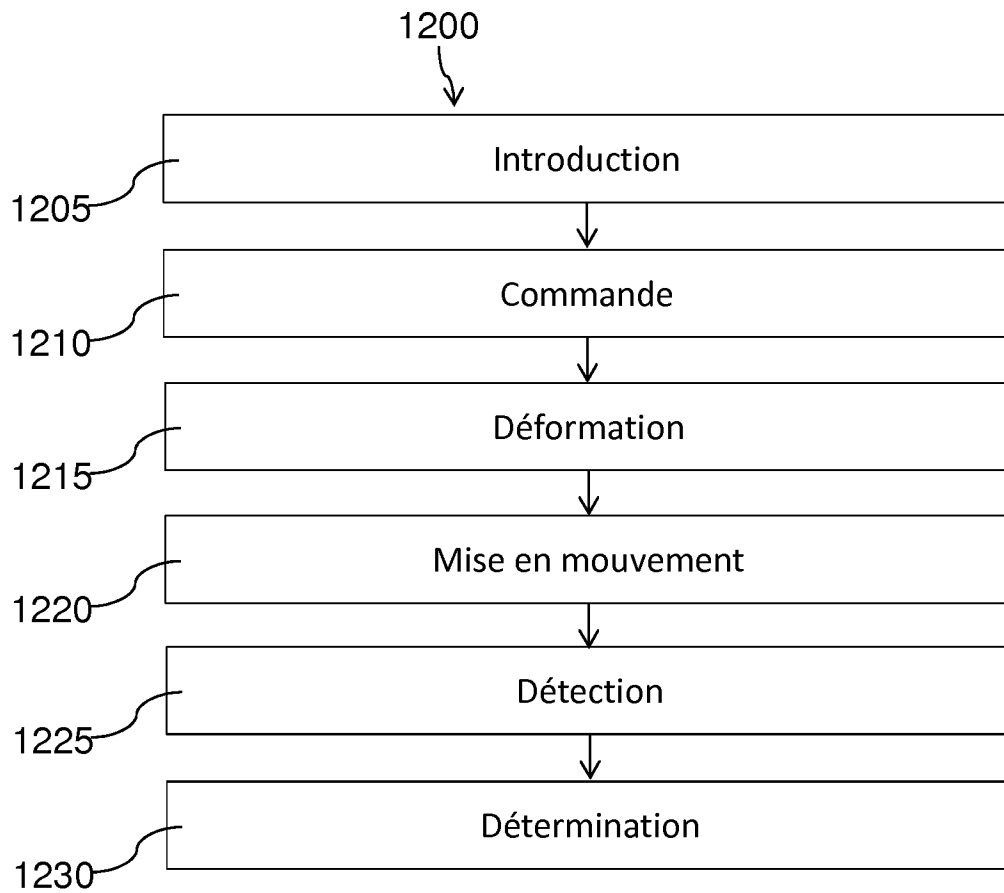


Figure 12

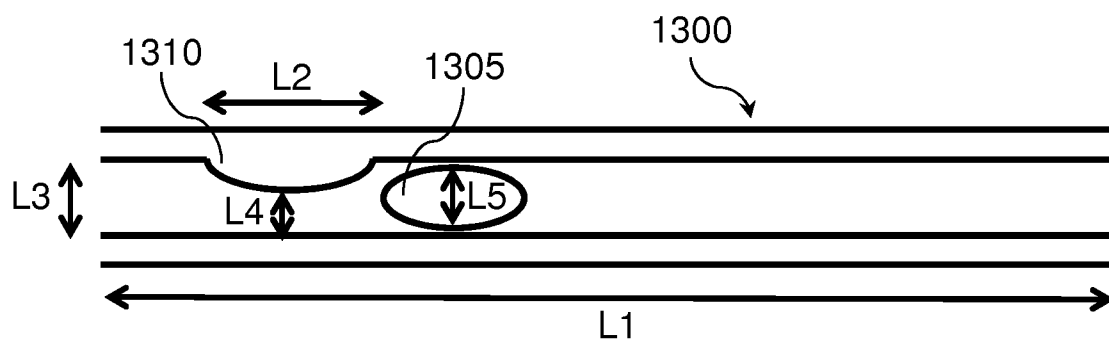


Figure 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/079337

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01L3/00 B81B3/00 F04B19/24 F04B43/04 F16K99/00
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 B81B F04B F16K

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2008/130623 A1 (UNIV BRANDEIS [US]; HARVARD COLLEGE [US]; FRADEN SETH [US]; BOUKELLAL) 30 October 2008 (2008-10-30) page 9, line 13 - line 17; figure 1 -----	1-6
X	WO 2008/150210 A1 (GE HEALTHCARE BIO SCIENCES AB [SE]; BODEN ROGER [SE]; HJORT KLAS [SE];) 11 December 2008 (2008-12-11) the whole document -----	7-24
A	WO 2004/103565 A2 (KNOELL HANS FORSCHUNG EV [DE]; INST PHYSIKALISCHE HOCHTECH EV [DE]; IN) 2 December 2004 (2004-12-02) the whole document ----- -/-	1-24



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 application or patent 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 March 2015

Date of mailing of the international search report

25/03/2015

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

Skowronski, Maik

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/079337

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 790 861 A1 (BONSENS AB [SE]; GRISS PATRICK [CH]; SAMEL BJOERN [SE]) 30 May 2007 (2007-05-30) the whole document -----	1-24
A	WO 02/18785 A1 (ADVANCED SENSOR TECHNOLOGIES [US]; HOWER ROBERT W [US]; CANTOR HAL C []) 7 March 2002 (2002-03-07) the whole document -----	1-24
A	WO 99/24744 A1 (CALIFORNIA INST OF TECHN [US]) 20 May 1999 (1999-05-20) the whole document -----	1-24
A	WO 03/081052 A1 (STARBRIDGE SYSTEMS LTD [GB]; SMITH KEVIN [GB]; CEFAL JOSEPH [GB]; SHAP) 2 October 2003 (2003-10-02) the whole document -----	1-24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/079337

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2008130623 A1	30-10-2008	US 2010252118 A1 US 2014246098 A1 WO 2008130623 A1	07-10-2010 04-09-2014 30-10-2008
WO 2008150210 A1	11-12-2008	NONE	
WO 2004103565 A2	02-12-2004	NONE	
EP 1790861 A1	30-05-2007	CN 101317011 A CN 101356378 A EP 1790861 A1 EP 1954950 A2 EP 1954951 A2 JP 5032493 B2 JP 2009517654 A JP 2009517655 A US 2008294029 A1 US 2009044875 A1 WO 2007060635 A2 WO 2007060636 A2	03-12-2008 28-01-2009 30-05-2007 13-08-2008 13-08-2008 26-09-2012 30-04-2009 30-04-2009 27-11-2008 19-02-2009 31-05-2007 31-05-2007
WO 0218785 A1	07-03-2002	AU 8866801 A CA 2420682 A1 EP 1317625 A1 WO 0218785 A1	13-03-2002 07-03-2002 11-06-2003 07-03-2002
WO 9924744 A1	20-05-1999	AU 1522299 A US 6345502 B1 US 2001014438 A1 US 2001017287 A1 US 2002062645 A1 WO 9924744 A1	31-05-1999 12-02-2002 16-08-2001 30-08-2001 30-05-2002 20-05-1999
WO 03081052 A1	02-10-2003	AT 370338 T AU 2003214432 A1 CN 1653274 A EP 1490601 A1 US 2006044084 A1 WO 03081052 A1	15-09-2007 08-10-2003 10-08-2005 29-12-2004 02-03-2006 02-10-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2014/079337

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B01L3/00 B81B3/00 F04B19/24 F04B43/04 F16K99/00 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 B81B F04B F16K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, PAJ, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2008/130623 A1 (UNIV BRANDEIS [US]; HARVARD COLLEGE [US]; FRADEN SETH [US]; BOUKELLAL) 30 octobre 2008 (2008-10-30) page 9, ligne 13 - ligne 17; figure 1 -----	1-6
X	WO 2008/150210 A1 (GE HEALTHCARE BIO SCIENCES AB [SE]; BODEN ROGER [SE]; HJORT KLAS [SE];) 11 décembre 2008 (2008-12-11) le document en entier -----	7-24
A	WO 2004/103565 A2 (KNOELL HANS FORSCHUNG EV [DE]; INST PHYSIKALISCHE HOCHTECH EV [DE]; IN) 2 décembre 2004 (2004-12-02) le document en entier ----- -/-	1-24
☒ 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 11 mars 2015		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 25/03/2015
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 Skowronski, Maik

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2014/079337

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	EP 1 790 861 A1 (BONSENS AB [SE]; GRISS PATRICK [CH]; SAMEL BJOERN [SE]) 30 mai 2007 (2007-05-30) le document en entier -----	1-24
A	WO 02/18785 A1 (ADVANCED SENSOR TECHNOLOGIES [US]; HOWER ROBERT W [US]; CANTOR HAL C []) 7 mars 2002 (2002-03-07) le document en entier -----	1-24
A	WO 99/24744 A1 (CALIFORNIA INST OF TECHN [US]) 20 mai 1999 (1999-05-20) le document en entier -----	1-24
A	WO 03/081052 A1 (STARBRIDGE SYSTEMS LTD [GB]; SMITH KEVIN [GB]; CEFAL JOSEPH [GB]; SHAP) 2 octobre 2003 (2003-10-02) le document en entier -----	1-24

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2014/079337

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2008130623	A1	30-10-2008	US 2010252118 A1	07-10-2010
			US 2014246098 A1	04-09-2014
			WO 2008130623 A1	30-10-2008

WO 2008150210	A1	11-12-2008	AUCUN	

WO 2004103565	A2	02-12-2004	AUCUN	

EP 1790861	A1	30-05-2007	CN 101317011 A	03-12-2008
			CN 101356378 A	28-01-2009
			EP 1790861 A1	30-05-2007
			EP 1954950 A2	13-08-2008
			EP 1954951 A2	13-08-2008
			JP 5032493 B2	26-09-2012
			JP 2009517654 A	30-04-2009
			JP 2009517655 A	30-04-2009
			US 2008294029 A1	27-11-2008
			US 2009044875 A1	19-02-2009
			WO 2007060635 A2	31-05-2007
			WO 2007060636 A2	31-05-2007

WO 0218785	A1	07-03-2002	AU 8866801 A	13-03-2002
			CA 2420682 A1	07-03-2002
			EP 1317625 A1	11-06-2003
			WO 0218785 A1	07-03-2002

WO 9924744	A1	20-05-1999	AU 1522299 A	31-05-1999
			US 6345502 B1	12-02-2002
			US 2001014438 A1	16-08-2001
			US 2001017287 A1	30-08-2001
			US 2002062645 A1	30-05-2002
			WO 9924744 A1	20-05-1999

WO 03081052	A1	02-10-2003	AT 370338 T	15-09-2007
			AU 2003214432 A1	08-10-2003
			CN 1653274 A	10-08-2005
			EP 1490601 A1	29-12-2004
			US 2006044084 A1	02-03-2006
			WO 03081052 A1	02-10-2003
