

(19)



(11)

EP 3 148 696 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

16.05.2018 Bulletin 2018/20

(51) Int Cl.:

B01L 3/00 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/EP2015/061591

(21) Numéro de dépôt: **15728778.0**

(22) Date de dépôt: **26.05.2015**

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2015/181170 (03.12.2015 Gazette 2015/48)

(54) **CARTE FLUIDIQUE COMPORTANT UN RÉSERVOIR DE STOCKAGE D'UN FLUIDE ET UNE MEMBRANE HYPER-ÉLASTIQUE**

FLUIDKARTE MIT EINEM FLUIDSPEICHERBEHÄLTER UND HYPERELASTISCHE MEMBRAN

FLUIDIC CARD COMPRISING A FLUID STORAGE TANK AND A HYPER-ELASTIC MEMBRANE

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **27.05.2014 FR 1454789**

(43) Date de publication de la demande:

05.04.2017 Bulletin 2017/14

(73) Titulaire: **Commissariat à l'Énergie Atomique
et aux Énergies Alternatives
75015 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:

• **PINEDA, Florian
F-66000 Perpignan (FR)**

• **BOTTAUSCI, Frédéric
F-83370 Saint-Aygulf (FR)**
• **FOUILLET, Yves
F-38340 Voreppe (FR)**
• **MALAQUIN, Laurent
F-61310 Linas (FR)**

(74) Mandataire: **Brevalex**

**95, rue d'Amsterdam
75378 Paris Cedex 8 (FR)**

(56) Documents cités:

**EP-A1- 2 657 708 WO-A1-2012/146756
US-A1- 2006 076 068 US-A1- 2010 077 875
US-A1- 2013 130 262**

EP 3 148 696 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des cartes fluidiques, en particulier microfluidiques, prévues pour le stockage d'au moins un fluide destiné notamment à être délivré. Elle concerne également le domaine des techniques de mesure en temps réel du volume de stockage du fluide dans de telles cartes fluidiques.

[0002] L'invention trouve des applications dans de nombreux domaines, comme entre autres la recherche médicale, la biologie et la pharmaceutique. Plus spécifiquement, elle peut être appliquée pour la délivrance de drogues et dans le cadre du concept de « laboratoire sur puce » (appelé encore LOC pour « Lab On a Chip » en anglais), c'est-à-dire un dispositif intégré rassemblant, sur un substrat miniaturisé, une ou plusieurs fonctions de laboratoire.

[0003] L'invention propose ainsi une carte fluidique comportant un réservoir de stockage d'au moins un fluide et une membrane hyper-élastique associée, ainsi qu'un procédé de stockage et de délivrance d'au moins un fluide au moyen d'une telle carte fluidique.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

[0004] On connaît déjà de l'art antérieur différentes solutions permettant d'embarquer un ou plusieurs fluides, en particulier des réactifs, sur une carte microfluidique à des fins de stockage et de délivrance.

[0005] Ainsi, les sociétés allemandes microfluidic ChipShop GmbH et thinXXS Microtechnology AG commercialisent par exemple une solution avec un réservoir de fluide se présentant sous la forme d'emballage-coque (appelé encore « blister » en anglais) destiné à être actionné par l'utilisateur. La demande de brevet US 2011/0303306 A1 décrit un exemple d'une telle solution. L'opercule du réservoir est collé sur la carte microfluidique, et l'utilisateur doit appuyer sur la coque pour mettre en mouvement le fluide. La surpression générée permet alors de déchirer l'opercule de sorte que le fluide puisse circuler dans la carte microfluidique.

[0006] Cette solution présente toutefois l'inconvénient de ne pas permettre de connaître précisément le volume injecté de fluide dans la carte microfluidique car, lorsque l'utilisateur écrase la coque pour libérer le fluide, un certain volume de ce fluide reste dans celle-ci.

[0007] Une autre solution a également été développée et exposée dans le document intitulé « Pumping fluids in microfluidic systems using the elastic deformation of poly(dimethylsiloxane) », Weibel DB et al, Lab Chip, volume 7, numéro 12, pages 1832-6, décembre 2007. Selon cette solution, on utilise l'élasticité du réservoir réalisé en polydiméthylsiloxane (PDMS) pour actionner le fluide. La solution se présente plus particulièrement sous la forme d'un réservoir cylindrique avec une vanne d'entrée

et une vanne de sortie. Lorsque la vanne de sortie est fermée et que la vanne d'entrée est ouverte, il peut être possible d'injecter le fluide dans le réservoir et de mettre celui-ci en surpression par déformation du PDMS lors de l'injection. Une fois que le réservoir est en surpression, la vanne d'entrée est fermée. Dès lors, le volume du réservoir est environ vingt fois plus important que son volume initial. Lorsque la vanne de sortie est ouverte, l'élasticité du réservoir en PDMS va pousser celui-ci à revenir à sa forme initiale, et le fluide va donc être chassé en dehors du réservoir et s'écouler dans le canal de sortie.

[0008] Néanmoins, cette solution ne permet pas non plus de contrôler la variation de volume du réservoir et de connaître ainsi en temps réel la quantité de fluide injecté dans le canal de sortie. Les documents US 2010/0077875, US 2006/0076068 et EP 2 657 708 décrivent eux aussi des réservoirs de fluide formés par une membrane élastique.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

[0009] L'invention a ainsi pour but de remédier au moins partiellement aux besoins mentionnés ci-dessus et aux inconvénients relatifs aux réalisations de l'art antérieur.

[0010] L'invention vise notamment à proposer une solution alternative de carte fluidique pour le stockage et la délivrance d'au moins un fluide, notamment un réactif.

[0011] Elle vise en particulier à permettre un volume de stockage important du fluide et une connaissance précise du volume de fluide libéré lors de la délivrance.

[0012] L'invention a ainsi pour objet, selon l'un de ses aspects, une carte fluidique comportant un support rigide dans lequel est formé, notamment par usinage, au moins partiellement un réservoir de stockage d'au moins un fluide, notamment un réactif, le réservoir comportant un orifice d'entrée, formé, notamment par usinage, au moins partiellement dans le support rigide, permettant une communication fluide entre le réservoir et un canal fluide de la carte fluidique,

caractérisée en ce que le réservoir comporte une ouverture débouchant sur la surface du support rigide, la carte fluidique comportant en outre une membrane en un matériau hyper-élastique formant une paroi dudit réservoir, la membrane étant apte à être déformée de façon réversible entre une configuration de stockage dudit au moins un fluide, dans laquelle la membrane s'étire par déformation hyper-élastique, et une configuration de repos, c'est-à-dire sa configuration initiale avant stockage dudit au moins un fluide. La membrane en un matériau hyper-élastique comporte des moyens de mesure de la déformation de la membrane.

[0013] Ces moyens de mesure permettent la détermination, par exemple en temps réel, du volume du réservoir lorsque la membrane passe de sa configuration de repos à sa configuration de stockage, ou de sa configuration de stockage à sa configuration de repos.

[0014] Par « matériau hyper-élastique », on entend

que le matériau présente une surface apte à passer, de façon réversible, d'une première aire à une deuxième aire, la deuxième aire étant égale à 5 fois, voire 10 fois, voire encore 50 fois, la première aire.

[0015] Grâce à l'invention, il peut être possible de stocker un volume important de fluide dans le réservoir de la carte fluidique, par exemple plusieurs centaines de microlitres, et également de stocker une grande variété de volumes de fluide différents avec ce même réservoir. De plus, les moyens de mesure de la membrane de la carte fluidique peuvent permettre de connaître en temps réel le volume du réservoir et le volume de fluide évacué lors de la délivrance, de sorte à permettre une surveillance précise lors de la délivrance du fluide. La mise en mouvement du fluide peut également être réalisée par l'intermédiaire de la membrane hyper-élastique, et donc sans l'usage d'une pompe. En outre, la carte fluidique selon l'invention peut également remplir une fonction de mélangeur, grâce au réservoir formant une chambre réactionnelle à volume variable. Il peut ainsi être possible d'ajouter un ou plusieurs fluides, notamment des réactifs, au cours d'une réaction au sein du réservoir. Le principe de stockage et de délivrance du fluide selon l'invention peut également permettre un gain de place sur la carte fluidique.

[0016] La carte fluidique selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes prises isolément ou suivant toutes combinaisons techniques possibles.

[0017] La carte fluidique peut comporter une pluralité de canaux fluidiques formant ensemble un circuit fluidique de la carte, dont au moins un canal fluidique est en communication fluidique avec le réservoir au travers de l'orifice d'entrée du réservoir.

[0018] L'expression « configuration de repos » désigne la configuration de la membrane dans son état initial, avant remplissage du réservoir avec un fluide. Dans sa configuration de repos, la membrane n'est pas déformée. En revanche, l'expression « configuration de stockage » doit être comprise au sens large. Ainsi, elle désigne toute configuration dans laquelle du fluide pénètre, ou est présent, dans le réservoir au travers de l'orifice d'entrée. L'expression « configuration de stockage » peut donc correspondre à différents degrés de stockage, et donc pas nécessairement à une configuration de stockage maximale (résultant d'une déformation maximale de la membrane).

[0019] L'ouverture du réservoir peut s'étendre parallèlement à la membrane.

[0020] L'ouverture du réservoir peut présenter une forme quelconque, et par exemple une forme circulaire.

[0021] Le support rigide de la carte fluidique peut être réalisé en un seul bloc. Le support rigide peut par exemple être un support en plastique, par exemple choisi parmi : du polyméthacrylate de méthyle (PMMA), du polycarbonate, du copolymère de cyclooléfine (COC), du polytéréphtalate d'éthylène (PET), entre autres.

[0022] La carte fluidique peut avoir des dimensions si-

milaires ou semblables aux dimensions d'une carte de crédit. Son épaisseur peut être suffisante pour contenir au moins un canal fluidique, et éventuellement un réseau fluidique (comportant plusieurs canaux fluidiques).

[0023] La longueur et/ou la largeur de la carte fluidique peuvent être comprises entre quelques centimètres et quelques décimètres, par exemple entre 1 cm et 10 cm, voire 20 cm. L'épaisseur de la carte fluidique peut être comprise entre quelques millimètres et quelques centimètres, par exemple entre, d'une part, 1 mm ou 5 mm et, d'autre part, 1 cm ou 2 cm.

[0024] Le réservoir peut présenter une profondeur comprise par exemple entre 100 et 800 μm , par exemple de l'ordre de 500 μm . Le terme « profondeur » désigne l'épaisseur de matière enlevée de la carte fluidique afin de constituer le réservoir. En outre, le réservoir peut être circulaire et présenter un diamètre compris par exemple entre 8 et 16 mm, par exemple de l'ordre de 12 mm. Le volume de stockage du réservoir peut par exemple être compris supérieur ou égal à 500 μL .

[0025] La membrane peut par exemple être réalisée en un matériau polymère bi-composant hyper-élastique, par exemple une silicone de type Ecoflex® Supersoft 0050 ou le matériau Dragon skin® FX Pro. L'épaisseur de la membrane peut par exemple être comprise entre 100 et 500 μm , par exemple de l'ordre de 300 μm .

[0026] D'une façon générale, les moyens de mesure de la déformation de la membrane peuvent permettre de déterminer la configuration de la membrane (configuration de stockage ou configuration de repos). Ils peuvent également permettre d'évaluer le volume du réservoir, car la membrane constitue une des parois du réservoir. Il est donc possible de relier le volume du réservoir à la forme de la membrane.

[0027] Les moyens de mesure de la déformation de la membrane peuvent comporter des moyens de mesure électriques intégrés dans la membrane.

[0028] Ces moyens de mesure électriques peuvent tout particulièrement comporter une jauge de contrainte intégrée dans la membrane, notamment une résistance électrique.

[0029] La présence d'une résistance électrique déformable dans la membrane peut permettre de former un moyen de chauffage du volume du réservoir. Un tel chauffage peut ainsi permettre par exemple la montée en température d'un réactif ou le chauffage d'une réaction se déroulant au sein du réservoir.

[0030] Les moyens de mesure de la déformation de la membrane peuvent encore comporter des moyens de mesure optiques associés à la membrane.

[0031] Ces moyens de mesure optiques comportent la mesure d'un angle formé entre la membrane et le plan du support rigide, lors de la déformation de la membrane; et/ou la mesure de la hauteur, notamment la hauteur maximale, de la membrane lors de sa déformation; et/ou la mesure de la variation du dimensionnement d'un ou plusieurs motifs formés sur la membrane lors de sa déformation.

[0032] Par ailleurs, la membrane peut également comporter, notamment en intégration à l'intérieur de celle-ci, des moyens magnétiques, notamment une bobine déformable magnétique, permettant par exemple la manipulation d'un ou plusieurs objets magnétiques présents dans le réservoir.

[0033] La membrane peut également comporter des particules sensibles aux champs magnétiques et/ou électriques, de sorte que la déformation de la membrane peut être réalisée par l'application d'un champ magnétique et/ou électrique au niveau de celle-ci, par exemple le rapprochement d'un aimant.

[0034] Par ailleurs, la membrane déformée peut également servir de lentille optique, avec une mise au point à une hauteur différente en fonction de la hauteur de la membrane lors de sa déformation.

[0035] La carte fluidique peut en outre comporter une enceinte superposée au réservoir et à la membrane et définissant une chambre entre la membrane et l'enceinte. La carte fluidique peut de même comporter des moyens de contrôle de la pression interne dans la chambre permettant de réguler la vitesse de déformation de la membrane.

[0036] L'orifice d'entrée du réservoir peut par ailleurs être en communication fluidique avec un canal fluidique de la carte fluidique, comportant une vanne d'entrée et une vanne de sortie, le pilotage des vannes d'entrée et de sortie associé aux moyens de contrôle de la pression interne dans la chambre permettant la formation d'un système de pompage dudit au moins un fluide.

[0037] L'orifice d'entrée peut également être fermé par un septum destiné à être percé lors du passage de la configuration de stockage à la configuration de repos de la membrane.

[0038] L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un procédé de stockage et de délivrance d'au moins un fluide au moyen d'une carte fluidique telle que définie précédemment, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à :

- injecter ledit au moins un fluide à l'intérieur du réservoir de la carte fluidique par le biais de l'orifice d'entrée de sorte à engendrer une déformation réversible de la membrane hyper-élastique pour le stockage dudit au moins un fluide,
- fermer l'orifice d'entrée, ou fermer une vanne d'entrée et/ou une vanne de sortie d'un canal fluidique de la carte fluidique en communication fluidique avec le réservoir, pour maintenir ledit au moins un fluide en stockage au sein du réservoir,
- ouvrir l'orifice d'entrée, ou ouvrir la vanne d'entrée et/ou la vanne de sortie du canal fluidique, en vue de la délivrance dudit au moins un fluide en dehors du réservoir par déformation réversible de la membrane vers sa configuration au repos,
- réaliser une surveillance en temps réel du volume dudit au moins un fluide dans le réservoir par l'intermédiaire des moyens de mesure de la membrane,

lors de l'injection dudit au moins un fluide au travers de l'orifice d'entrée lors du passage de la configuration au repos vers la configuration de stockage de la membrane et/ou lors de l'évacuation dudit au moins un fluide au travers de l'orifice d'entrée lors du passage de la configuration de stockage à la configuration de repos de la membrane.

[0039] Le procédé peut par ailleurs comporter les étapes suivantes consistant à :

- a) établir une valeur de consigne du volume dudit au moins un fluide destiné à être maintenu en stockage dans le réservoir ou du volume dudit au moins un fluide destiné à être délivré à partir du réservoir,
- b) ouvrir l'orifice d'entrée, ou la vanne de l'orifice d'entrée du canal fluidique, pour permettre le remplissage du réservoir,
- c) obtenir une variation de volume dudit au moins un fluide dans le réservoir,
- d) mesurer un signal issu des moyens de mesure de la déformation de la membrane,
- e) déterminer la variation de volume de l'étape c) à partir du signal mesuré lors de l'étape d),
- f) déterminer le volume réel dudit au moins un fluide dans le réservoir,
- g) recommencer les étapes b) à f) si le volume réel ne correspond pas à la valeur de consigne,
- h) fermer l'orifice d'entrée, ou la vanne de l'orifice d'entrée et du canal fluidique, si le volume réel correspond à la valeur de consigne,
- i) éventuellement, ouvrir la vanne de l'orifice de sortie, de telle sorte que le fluide contenu dans le réservoir s'écoule par cet orifice, puis fermer l'orifice de sortie.

[0040] La carte fluidique et le procédé de stockage et de délivrance selon l'invention peuvent comporter l'une quelconque des caractéristiques énoncées dans la description, prises isolément ou selon toutes combinaisons techniquement possibles avec d'autres caractéristiques.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

[0041] L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui va suivre, d'exemples de mise en oeuvre non limitatifs de celle-ci, ainsi qu'à l'examen des figures, schématiques et partielles, du dessin annexé, sur lequel :

- les figures 1A à 1E illustrent, en coupe et partiellement, différentes étapes du fonctionnement d'un exemple de carte fluidique conforme à l'invention,
- la figure 2 représente, en coupe et partiellement, un exemple de carte fluidique conforme à l'invention, comportant des moyens de mesure du volume de fluide en temps réel,
- la figure 3A représente, en perspective, un autre

- exemple de carte fluidique conforme à l'invention,
- la figure 3B est une vue en coupe partielle selon III-III de l'exemple de carte fluidique de la figure 3A,
- la figure 4 représente, en coupe et partiellement, un autre exemple de carte fluidique conforme à l'invention comportant un canal fluidique pourvu de vannes d'entrée et de sortie,
- la figure 5 illustre, sous forme de schéma bloc, un aspect de la mise en oeuvre d'un procédé de stockage et de délivrance conforme à l'invention, et
- la figure 6 représente, en coupe et partiellement, une autre variante de réalisation d'un exemple de carte fluidique conforme à l'invention.

[0042] Dans l'ensemble de ces figures, des références identiques peuvent désigner des éléments identiques ou analogues.

[0043] De plus, les différentes parties représentées sur les figures ne le sont pas nécessairement selon une échelle uniforme, pour rendre les figures plus lisibles.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

[0044] En référence aux figures 1A à 1E, on a illustré, en coupe et partiellement, différentes étapes du fonctionnement d'un exemple de carte fluidique 1 conforme à l'invention. Il est toutefois à noter que les moyens de mesure 8 de la membrane 7 ne sont pas représentés sur les figures 1A à 1E, mais sont décrits par la suite en référence à la figure 2.

[0045] La carte fluidique 1 est en particulier une carte microfluidique pouvant être appliquée pour la délivrance de réactifs ou drogues, et servir par exemple en tant que laboratoire sur puce.

[0046] Elle comporte un support rigide 2 réalisé en plastique et en un seul bloc, et un réservoir 3 de stockage d'au moins un fluide F, formé par usinage dans l'épaisseur du support rigide 2.

[0047] Le réservoir 3 comporte un orifice d'entrée 4, formé dans le support rigide 2, permettant une communication fluidique entre le réservoir 3 et l'extérieur du réservoir 3, par exemple avec un canal fluidique 5 de la carte fluidique 1, comme représenté sur les figures 3B, 4 ou 6 par exemple.

[0048] Le réservoir 3 comporte par ailleurs une ouverture 6 formée sur la surface S du support rigide 2, et la carte fluidique 1 comporte en outre une membrane 7 en un matériau hyper-élastique disposée sur la surface S du support rigide 2.

[0049] La membrane 7 peut s'étendre sur la totalité de la surface S du support rigide 2, ou seulement partiellement. En tous les cas, la membrane 7 s'étend au moins sur l'ouverture 6 du réservoir 3. La membrane 7 permet ainsi de fermer le réservoir 3 par le dessus. Autrement dit, la membrane 7 constitue une paroi déformable du réservoir 3.

[0050] L'ouverture 6 du réservoir 3 présente par exem-

ple une forme ronde et s'étend selon sa plus grande dimension correspondant à sa largeur L de façon sensiblement parallèle à la membrane 7.

[0051] Conformément à l'invention, la membrane 7 est apte à être déformée de façon réversible entre une configuration de stockage du fluide F, dans laquelle la membrane 7 s'étire par déformation hyper-élastique, et une configuration de repos, dans laquelle la membrane 7 est rétractée dans sa configuration au repos.

[0052] Dans la configuration de la figure 1A, le réservoir 3 est vide et la membrane 7 hyper-élastique est dans sa configuration au repos.

[0053] Dans la configuration de la figure 1B, on procède au remplissage du réservoir 3 et à la mise en surpression du réservoir 3. Plus précisément, le fluide F est injecté dans le réservoir 3 au travers de l'orifice d'entrée 4. Alors, la pression interne du réservoir 3 augmente, et la membrane 7 est étirée par déformation réversible selon les flèches D1. Cet étirement de la membrane 7 a pour conséquence de former une très grande déformation de celle-ci en forme de dôme, ou encore de calotte sphérique ou de cloque. Cette déformation peut être mesurée comme décrit par la suite.

[0054] Dans la configuration de la figure 1C, une fois le réservoir 3 rempli du fluide F, l'orifice d'entrée 4 est fermé de sorte que le fluide F reste en stockage avant utilisation dans le réservoir 3 et ne s'échappe pas.

[0055] Dans la configuration de la figure 1D, on procède à la délivrance du fluide F grâce à l'élasticité de la membrane 7. Plus précisément, l'orifice d'entrée 4 est ouvert de sorte que le fluide F en surpression à l'intérieur du réservoir 3 soit mis en mouvement par le retour à l'état d'origine (à savoir la configuration au repos) de la membrane 7 schématisé par les flèches D2.

[0056] Dans la configuration de la figure 1E, le réservoir 3 se trouve dans son état final d'utilisation après délivrance du fluide F, et la membrane 7 a retrouvé sa configuration d'équilibre non déformée.

[0057] En référence à la figure 2, on a représenté, en coupe et partiellement, un exemple de carte fluidique 1 conforme à l'invention, notamment semblable à celui décrit en référence aux figures 1A à 1E, avec la présence de moyens de mesure 8 du volume de fluide F occupant le réservoir, ces moyens pouvant opérer en temps réel.

[0058] Ainsi, conformément à l'invention, la membrane 7 en un matériau hyper-élastique comporte des moyens de mesure 8 permettant la détermination, notamment en temps réel, du volume du fluide F injecté au travers de l'orifice d'entrée 4 lors du passage de la configuration au repos vers la configuration de stockage de la membrane 7 et la détermination du volume du fluide F évacué au travers de l'orifice d'entrée 4 lors du passage de la configuration de stockage à la configuration de repos de la membrane 7.

[0059] La déformation de la membrane 7 peut être mesurée de différentes manières pour connaître le volume de fluide F présent dans le réservoir.

[0060] Tout d'abord, comme représenté sur la figure

2, la membrane 7 peut comporter des moyens de mesure électriques intégrés dans la membrane 7, sous la forme d'une jauge de contrainte comportant une résistance électrique 8. Une telle résistance électrique 8, étant liée à la membrane 7, se déforme en même temps que la membrane 7, et génère un signal dépendant de cette déformation, en particulier lors du remplissage et de la vidange du réservoir 3. Il peut alors être possible de suivre l'évolution de la déformation de la membrane 7 et de remonter par calcul au volume de fluide 7 contenu dans le réservoir 3 par mesure en temps réel du signal produit par la jauge de contrainte. En variante, la jauge de contrainte est formée à partir d'un matériau piézoélectrique, par exemple un film de PVDF. Dans ce cas, également, la jauge de contrainte est apte à délivrer un signal électrique dépendant de la déformation de la membrane 7.

[0061] Par ailleurs, la présence d'une résistance électrique 8 déformable dans la membrane 7 peut permettre de former un moyen de chauffage du volume de fluide F du réservoir 3.

[0062] Il est également possible de prévoir, comme représenté sur la figure 2, des moyens de mesure optiques associés à la membrane 7 pour permettre la détermination du volume du réservoir 3.

[0063] Il peut s'agir de la mesure d'un angle α formé entre la membrane 7 et le plan P du support rigide 2, lors de la déformation de la membrane 7. Il peut en outre s'agir de la mesure de la hauteur h, notamment la hauteur maximale, de la membrane 7 lors de sa déformation. Cette technique de profilométrie optique est par exemple utilisée lors de mesures d'angles de contact de gouttes sur une surface.

[0064] Il peut également être possible de dessiner un ou plusieurs motifs sur la membrane 7, et d'observer, par exemple par un film, la variation de la forme de ces motifs lors de la déformation de la membrane 7.

[0065] On a par ailleurs représenté, sur la figure 3A, en perspective, un autre exemple de carte fluidique 1 conforme à l'invention, et sur la figure 3B, en coupe partielle selon III-III l'exemple de carte fluidique 1 de la figure 3A.

[0066] Afin de réaliser une telle carte fluidique 1, on usine trois sous-cartes fluidiques 14, 15 et 16 en copolymère d'oléfine cyclique (encore appelé COC pour « Cyclic Olefin Copolymer » en anglais) avec une épaisseur d'environ 1 mm chacune, dans un format de carte de crédit.

[0067] Sur la première sous-carte 16, un canal fluidique 5 d'environ 500 μm de profondeur et d'environ 800 μm de largeur est gravé. Ce canal fluidique 5 s'étend entre un orifice d'entrée 12 et un orifice de sortie 13 (visibles sur la figure 3A). Ce canal fluidique 5, ouvert sur le dessus de la première sous-carte 16, est obtenu par gravure sur le matériau comportant la carte.

[0068] La deuxième sous-carte 15 comporte quant à elle un réservoir 3 en forme de disque d'environ 500 μm de profondeur et d'environ 12 mm de diamètre, ainsi que trois orifices ou vias d'environ 800 μm de diamètre, le

premier orifice 4 pour relier le réservoir 3 au canal fluidique 5 de la première sous-carte 16 et les deux autres pour former l'entrée 12 et la sortie 13 du canal fluidique 5.

[0069] Les deux sous-cartes 15 et 16 sont alors scellées à l'aide d'une presse thermique. Le canal fluidique 5 est alors fermé par la face inférieure de la deuxième sous-carte 15. Par ailleurs, le premier orifice 4 permet une liaison fluidique entre le canal fluidique 5 et le réservoir 3.

[0070] La troisième sous-carte 14 comporte un trou 17, d'environ 12 mm de diamètre, au-dessus du réservoir 3.

[0071] La troisième sous-carte 14 est utilisée pour tenir la membrane 7 en sandwich entre elle-même et les deux sous-cartes 15 et 16 scellées entre elles. Pour cela, la membrane 7 est placée entre l'ensemble composé des deux sous-cartes 15 et 16 et la troisième sous-carte 14, en regard du réservoir 3 et en bordure de ce dernier. La troisième sous-carte 14 est alors assemblée audit ensemble. De cette façon, la membrane 7 constitue la paroi supérieure du réservoir 3.

[0072] La membrane 7 est par exemple réalisée en un polymère bi-composant du type Ecoflex® Supersoft 0050, qui a subi une enduction centrifuge (encore appelée « spin coating » en anglais) sur une surface plane pour obtenir une membrane d'épaisseur d'environ 300 μm .

[0073] Cette carte fluidique 1 a alors été utilisée selon les modalités suivantes.

[0074] Une fois la carte fluidique 1 finalisée, elle a été placée sur un support permettant de l'alimenter en fluide F et d'observer la carte fluidique 1 au moyen d'une caméra.

[0075] Le fluide a été amené jusqu'au réservoir 3 par aspiration grâce à une seringue placée en sortie 13 du canal fluidique 5, afin d'évacuer l'air et remplir le réservoir 3 de fluide. L'orifice de sortie 13 a alors été fermé à l'aide d'une vanne de sortie, puis le réservoir 3 a été rempli jusqu'à ce que la membrane 7 forme une demi-sphère, le fluide étant injecté par l'orifice d'entrée 12. Il est à noter que l'hyper-élasticité de la membrane 7 permet de passer d'un disque à une demi-sphère de même rayon.

[0076] Le volume de fluide F alors stocké dans le réservoir 3 a été d'environ 500 μL . L'orifice d'entrée 12 a été ensuite refermé avec une vanne d'entrée de sorte que le réservoir 3 puisse rester rempli et garder sa forme. Alors, dès que la vanne de sortie a été rouverte, le fluide F s'est écoulé sous la pression exercée par la membrane 7 en dehors du réservoir 3. Le volume de fluide F injecté dans le réservoir 3 pour mettre celui-ci en surpression a été intégralement récupéré lorsque la membrane 7 a pu revenir à son état d'origine.

[0077] On a en outre représenté sur la figure 4, en coupe et partiellement, un autre exemple de carte fluidique 1 conforme à l'invention comportant un canal fluidique 5 pourvu de vannes à l'orifice d'entrée 12 et à l'orifice de sortie 13. La carte fluidique 1 peut être semblable à celle décrite précédemment en référence aux figures 3A et

3B. Dans cet exemple toutefois, une jauge de contrainte 8 est intégrée dans la membrane 7.

[0078] Cette carte fluide 1 peut par exemple être utilisée de la façon suivante : la connaissance du volume contenu dans le réservoir 3 en temps réel permet de délivrer des volumes précis de fluide ou réactif. Par pilotage des vannes de l'orifice d'entrée 12 et/ou de sortie 13, notamment par ouverture de la vanne de l'orifice de sortie 13, il est possible de permettre un écoulement de fluide grâce à l'élasticité de la membrane 7. Les moyens de mesure 8 permettent alors de détecter la variation de volume du réservoir 3, et lorsque cette variation correspond au volume attendu (ou valeur de consigne), la vanne de sortie 13 peut être fermée.

[0079] Plus précisément, la figure 5 illustre, sous forme de schéma bloc, un aspect de mise en oeuvre du procédé de stockage et de délivrance conforme à l'invention.

[0080] Le procédé peut ainsi comporter les étapes suivantes consistant à :

- a) établir une valeur de consigne du volume du fluide F destiné à être maintenu en stockage dans le réservoir 3 ou du volume du fluide F destiné à être délivré à partir du réservoir 3,
- b) ouvrir l'orifice d'entrée 4, ou la vanne de l'orifice d'entrée 12 du canal fluide 5, pour permettre le remplissage du réservoir 3,
- c) obtenir une variation de volume du fluide F dans le réservoir 3,
- d) mesurer un signal issu des moyens de mesure 8 de la déformation de la membrane 7,
- e) déterminer la variation de volume de l'étape c) à partir du signal mesuré lors de l'étape d),
- f) déterminer le volume réel du fluide F dans le réservoir 3,
- g) recommencer les étapes b) à f) si le volume réel ne correspond pas à la valeur de consigne,
- h) fermer l'orifice d'entrée 4, ou la vanne de l'orifice d'entrée 12 et du canal fluide 5, si le volume réel correspond à la valeur de consigne.

[0081] Cette étape h) peut être suivie d'une étape i) définie de la manière suivante :

- i) ouvrir la vanne de l'orifice de sortie 13, de telle sorte que le fluide contenu dans le réservoir 3 s'écoule par cet orifice, puis fermeture de l'orifice de sortie 13.

[0082] Par ailleurs, on a représenté sur la figure 6, en coupe et partiellement, une autre variante de réalisation d'un exemple de carte fluide 1 conforme à l'invention.

[0083] Dans cette variante, la carte fluide 1 comporte une enceinte 9 superposée au réservoir 3 et à la membrane 7, et définissant une chambre 11 entre la membrane 7 et l'enceinte 9. L'enceinte 9 comporte des moyens de contrôle 10 de la pression interne dans la chambre 11 permettant de réguler la vitesse de défor-

mation de la membrane 7.

[0084] Plus précisément, l'enceinte 9 est collée au-dessus du réservoir 3 et permet, par le biais des moyens de contrôle 10, de pouvoir contrôler la vitesse de retour à l'équilibre de la membrane 7. En effet, lorsque la membrane 7 est déformée, la pression à l'intérieur de la chambre 11 augmente. Alors, par le biais des moyens de contrôle 10 connectés à l'enceinte 9, il peut être possible d'augmenter cette pression interne ou de la diminuer pour que la membrane 7 revienne plus ou moins vite à sa configuration d'origine.

[0085] De plus, l'ensemble ainsi formé par le réservoir 3 capoté de l'enceinte 9 peut aussi servir de pompe. En effet, l'application successive de surpressions et de dépressions au niveau de la membrane 7 combinée au pilotage des vannes d'entrée 12 et de sortie 13 peut permettre de pomper le fluide F.

[0086] De façon avantageuse, l'invention permet donc un stockage important de fluide F dans le réservoir 3 de la carte fluide 1, ainsi qu'une facilité de mesure et de calcul du volume interne du réservoir 3, grâce à l'utilisation d'un matériau hyper-élastique de grande déformabilité pour réaliser la membrane 7.

[0087] Un suivi en continu du volume de fluide F présent dans le réservoir 3 peut permettre une délivrance précise du fluide F, par exemple dans le cadre de dosages ou de réactions chimiques, entre autres.

[0088] En outre, le fluide F contenu dans le réservoir 3 peut être protégé de l'air ambiant par le biais de la membrane 7.

[0089] Bien entendu, l'étendue de l'invention est définie par les revendications, mais l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits. Diverses modifications peuvent y être apportées par l'homme du métier.

[0090] En particulier, l'orifice d'entrée 4 peut être fermé par un septum. Le réservoir 3 est par exemple placé au-dessus d'une carte fluide comportant une entrée prévue à cet effet, le connecteur de la carte perçant alors le septum pour libérer le fluide.

[0091] Par ailleurs, bien que celui-ci soit quasiment absent dans la carte fluide 1 selon l'invention, il peut être possible de réduire davantage le volume mort présent sur la carte fluide 1 en diminuant la taille du réservoir 3 situé sous la membrane 7 hyper-élastique. En effet, par réduction de la hauteur du réservoir 3 à son minimum, il peut être possible de réduire le volume mort au seul volume contenu dans le ou les canaux fluidiques de la carte. Le volume mort correspond au volume de fluide contenu dans la carte lorsque la membrane est dans sa configuration de repos. De plus, en jouant sur le diamètre de la membrane 7, il peut être possible de réaliser différents volumes de réservoir 3.

[0092] L'expression « comportant un » doit être comprise comme étant synonyme de « comportant au moins un », sauf si le contraire est spécifié.

Revendications

1. Carte fluidique (1) comportant un support rigide (2) dans lequel est formé au moins partiellement un réservoir (3) de stockage d'au moins un fluide (F), le réservoir (3) comportant un orifice d'entrée (4), formé au moins partiellement dans le support rigide (2), permettant une communication fluidique entre le réservoir (3) et un canal fluidique (5) de la carte fluidique (1),
caractérisée en ce que le réservoir (3) comporte une ouverture (6) débouchant sur une surface (S) du support rigide (2) opposée à l'orifice d'entrée (4), la carte fluidique (1) comportant en outre une membrane (7) en un matériau hyper-élastique, c'est-à-dire un matériau présentant une surface apte à passer de façon réversible d'une première aire à une deuxième aire égale à au moins cinq fois la première aire, formant une paroi du réservoir (3), la membrane (7) étant apte à être déformée de façon réversible entre une configuration de stockage dudit au moins un fluide (F), dans laquelle la membrane (7) s'étire par déformation hyper-élastique, et une configuration de repos,
et en ce que la membrane (7) en un matériau hyper-élastique comporte des moyens de mesure (8) de sa déformation, comportant des moyens de mesure électriques (8) intégrés dans la membrane (7) et/ou des moyens de mesure optiques associés à la membrane (7), les moyens de mesure optiques comportant :
 - la mesure d'un angle (α) formé entre la membrane (7) et le plan (P) du support rigide (2), lors de la déformation de la membrane (7) ;
 - et/ou,
 - la mesure de la hauteur (h), notamment la hauteur maximale, de la membrane (7) lors de sa déformation ;
 - et/ou,
 - la mesure de la variation du dimensionnement d'un ou plusieurs motifs formés sur la membrane (7) lors de sa déformation.
2. Carte fluidique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les moyens de mesure électriques (8) comportent une jauge de contrainte intégrée dans la membrane (7), notamment une résistance électrique (8).
3. Carte fluidique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comporte une enceinte (9) superposée au réservoir (3) et à la membrane (7) et définissant une chambre (11) entre la membrane (7) et l'enceinte (9), et ce qu'elle comporte des moyens de contrôle (10) de la pression interne dans la chambre (11) permettant de réguler la vitesse de déformation de la membrane
- (7).
4. Carte fluidique selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** l'orifice d'entrée (4) du réservoir (3) est en communication fluidique avec un canal fluidique (5) de la carte fluidique (1), comportant une vanne d'entrée (12) et une vanne de sortie (13), le pilotage des vannes d'entrée (12) et de sortie (13) associé aux moyens de contrôle (10) de la pression interne dans la chambre (11) permettant la formation d'un système de pompage dudit au moins un fluide (F).
5. Carte fluidique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'orifice d'entrée (4) est fermé par un septum destiné à être percé lors du passage de la configuration de stockage à la configuration de repos de la membrane (7).
6. Procédé de stockage et de délivrance d'au moins un fluide (F) au moyen d'une carte fluidique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes consistant à :
 - injecter ledit au moins un fluide (F) à l'intérieur du réservoir (3) de la carte fluidique (1) par le biais de l'orifice d'entrée (4) de sorte à engendrer une déformation réversible de la membrane (7) hyper-élastique pour le stockage dudit au moins un fluide (F),
 - fermer l'orifice d'entrée (4), ou fermer une vanne d'entrée (12) et/ou une vanne de sortie (13) d'un canal fluidique (5) de la carte fluidique (1) en communication fluidique avec le réservoir (3), pour maintenir ledit au moins un fluide (F) en stockage au sein du réservoir (3),
 - ouvrir l'orifice d'entrée (4), ou ouvrir la vanne d'entrée (12) et/ou la vanne de sortie (13) du canal fluidique (5), en vue de la délivrance dudit au moins un fluide (F) en dehors du réservoir (3) par déformation réversible de la membrane (7) vers sa configuration au repos,
 - réaliser une surveillance en temps réel du volume dudit au moins un fluide (F) dans le réservoir (3) par l'intermédiaire des moyens de mesure (8) de la membrane (7), lors de l'injection dudit au moins un fluide (F) au travers de l'orifice d'entrée (4) lors du passage de la configuration au repos vers la configuration de stockage de la membrane (7) et/ou lors de l'évacuation dudit au moins un fluide (F) au travers de l'orifice d'entrée (4) lors du passage de la configuration de stockage à la configuration de repos de la membrane (7).
7. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce**

qu'il comporte les étapes suivantes consistant à :

- a) établir une valeur de consigne du volume dudit au moins un fluide (F) destiné à être maintenu en stockage dans le réservoir (3) ou du volume dudit au moins un fluide (F) destiné à être délivré à partir du réservoir (3),
- b) ouvrir l'orifice d'entrée (4), ou la vanne de l'orifice d'entrée (12) du canal fluide (5), pour permettre le remplissage du réservoir (3),
- c) obtenir une variation de volume dudit au moins un fluide (F) dans le réservoir (3),
- d) mesurer un signal issu des moyens de mesure (8) de la déformation de la membrane (7),
- e) déterminer la variation de volume de l'étape c) à partir du signal mesuré lors de l'étape d),
- f) déterminer le volume réel dudit au moins un fluide (F) dans le réservoir (3),
- g) recommencer les étapes b) à f) si le volume réel ne correspond pas à la valeur de consigne,
- h) fermer l'orifice d'entrée (4), ou la vanne de l'orifice d'entrée (12) et du canal fluide (5), si le volume réel correspond à la valeur de consigne,
- i) éventuellement, ouvrir la vanne de l'orifice de sortie (13), de telle sorte que le fluide contenu dans le réservoir (3) s'écoule par cet orifice, puis fermer l'orifice de sortie (13).

Patentansprüche

1. Fluidkarte (1), umfassend einen festen Träger (2), in welchem wenigstens teilweise ein Vorratsbehälter (3) zur Speicherung wenigstens eines Fluids (F) gebildet ist, wobei der Vorratsbehälter (3) eine Eingangsöffnung (4) aufweist, welche wenigstens teilweise in dem festen Träger (2) gebildet ist, und eine Fluidverbindung zwischen dem Vorratsbehälter (3) und einem Fluidkanal (5) der Fluidkarte (1) zulässt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorratsbehälter (3) eine Öffnung (6) umfasst, die zu einer Fläche (S) des festen Trägers (2) gegenüber der Eingangsöffnung (4) führt, wobei die Fluidkarte (1) ferner eine eine Wand des Vorratsbehälters (3) bildende Membran (7) aus einem hyperelastischen Material umfasst, d.h. einem Material, welches eine Fläche aufweist, welche auf reversible Weise von einem ersten Bereich zu einem zweiten Bereich gelangen kann, der wenigstens dem Fünffachen des ersten Bereichs entspricht, wobei die Membran (7) auf reversible Weise zwischen einer Speicherkonfiguration des wenigstens einen Fluids (F), in der sich die Membran (/) durch hyperelastische Verformung auseinanderzieht, und einer Ruhekonfiguration verformt werden kann, und dadurch, dass die Membran (7) aus hyperelastischem Material Mittel zur Messung (8) seiner Ver-

formung umfasst, welche elektrische Messmittel (8) umfassen, die in die Membran (7) integriert sind und/oder mit der Membran (7) verbundene optische Messmittel, wobei die optischen Messmittel umfassen:

- Messung eines zwischen der Membran (7) und der Ebene (P) des festen Trägers (2) bei der Verformung der Membran (7) gebildeten Winkels (a);
- und/oder
- Messung der Höhe (h), insbesondere der maximalen Höhe der Membran (7) bei ihrer Verformung;
- und/oder
- Messung der Größenveränderung einer oder mehrerer auf der Membran (7) bei der Verformung gebildeter Einheiten.

2. Fluidkarte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrischen Messmittel (8) einen in die Membran (7) integrierten Dehnungsmesser umfassen, insbesondere einen elektrischen Widerstand (8).
3. Fluidkarte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine den Vorratsbehälter (3) und die Membran (7) überlagernde Einfassung (9) umfasst, und eine Kammer (11) zwischen der Membran (7) und der Einfassung (9) definiert, und dass sie Kontrollmittel (10) für den Innendruck in der Kammer (11) umfasst, die die Verformungsgeschwindigkeit der Membran (7) regeln können.
4. Fluidkarte nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eingangsöffnung (4) des Vorratsbehälters (3) in Fluidverbindung mit einem Fluidkanal (5) der Fluidkarte (1) steht und ein Einlassventil (12) und ein Auslassventil (13) umfasst, wobei die Steuerung des Einlassventils (12) und des Auslassventils (13) zusammen mit den Kontrollmitteln (10) für den Innendruck in der Kammer (11) die Bildung eines Pumpsystems des wenigstens einen Fluids (F) ermöglichen.
5. Fluidkarte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlassöffnung (4) durch ein Septum verschlossen ist, welches dazu geeignet ist, bei dem Übergang von der Speicherkonfiguration zur Ruhekonfiguration der Membran (7) durchstoßen zu werden.
6. Verfahren zum Speichern und Ausgeben wenigstens eines Fluids (F) mittels einer Fluidkarte (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Schritte umfasst:

- Einspritzen des wenigstens einen Fluids (F) in das Innere des Vorratsbehälters (3) der Fluidkarte (1) über die Einlassöffnung (4) zur Verursachung einer reversiblen Verformung der hyperelastischen Membran (7) zur Speicherung des wenigstens einen Fluids (F),
 - Verschließen der Einlassöffnung (4) oder Verschließen des Einlassventils (12) und/oder des Auslassventils (13) eines Fluidkanals (5) der Fluidkarte (1) in Fluidverbindung mit dem Vorratsbehälter (3) zur Vorratshaltung des wenigstens einen Fluids (F) in dem Vorratsbehälter (3),
 - Öffnen der Einlassöffnung (4) oder Öffnen des Einlassventils (12) und/oder des Auslassventils (13) des Fluidkanals (5) zur Ausgabe des wenigstens einen Fluids (F) aus dem Vorratsbehälter (3) durch reversible Verformung der Membran (7) zu ihrer Ruhekonfiguration,
 - Ausführen einer Überwachung in Echtzeit des Volumens des wenigstens einen Fluids (F) in dem Vorratsbehälter (3) mithilfe von Messmitteln (8) der Membran (7) anlässlich der Injektion des wenigstens einen Fluids (F) durch die Einlassöffnung (4) beim Übergang von der Ruhekonfiguration zur Speicherkonfiguration der Membran (7) und/oder bei der Ausgabe des wenigstens einen Fluids (F) durch die Einlassöffnung (4) beim Übergang von der Speicherkonfiguration zur Ruhekonfiguration der Membran (7).

7. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden Schritte umfasst:

- a) Festlegen eines Sollwerts für das Volumen des wenigstens einen Fluids (F) welches in dem Vorratsbehälter (3) gespeichert werden soll oder für das Volumen des wenigstens einen Fluids (F), das aus dem Vorratsbehälter (3) ausgegeben werden soll,
- b) Öffnen der Einlassöffnung (4) oder des Einlassventils (12) des Fluidkanals (5), um ein Füllen des Tanks (3) zu ermöglichen,
- c) Erhalten einer Volumenänderung des wenigstens einen Fluids (F) in dem Vorratsbehälter (3),
- d) Messen eines Signals von den Messmitteln (8) der Verformung der Membran (7),
- e) Bestimmen der Volumenänderung in Schritt c) auf der Basis des in Schritt d) gemessenen Signals,
- f) Bestimmen des tatsächlichen Volumens des wenigstens einen Fluids (F) in dem Vorratsbehälter (3),
- g) Wiederholen der Schritte b) bis f) falls das tatsächliche Volumen nicht dem Sollvolumen entspricht,
- h) Schließen der Einlassöffnung (4) oder des

Einlassventils (12) und des Fluidkanals (5) wenn das tatsächliche Volumen nicht dem Sollvolumen entspricht,

i) möglicherweise Öffnen des Ventils der Auslassöffnung (13) derart, dass das in dem Vorratsbehälter (3) enthaltene Fluid durch diese Öffnung ausfließt, dann Schließen der Auslassöffnung (13).

Claims

1. A fluidic card (1) comprising a rigid support (2) in which a reservoir (3) is at least partially formed for storing at least one fluid (F), the reservoir (3) comprising an inlet orifice (4) formed at least partially in the rigid support (2), allowing fluid communication between the reservoir (3) and a fluidic channel (5) of the fluidic card (1), **characterized in that** the reservoir (3) comprises an opening (6) emerging on a surface (S) of the rigid support (2) opposite the inlet orifice (4), the fluidic card (1) further comprising a membrane (7) made from a hyper-elastic material, i.e., a material having a surface able to go reversibly from a first area to a second area equal to at least five times the first area, forming a wall of the reservoir (3), the membrane (7) being able to be deformed reversibly between a storage configuration of said at least one fluid (F), in which the membrane (7) stretches by hyper-elastic deformation, and a resting configuration, and **in that** the membrane (7) made from a hyper-elastic material comprises means (8) for measuring its deformation, comprising electric measuring means (8) integrated into the membrane (7) and/or optical measuring means associated with the membrane (7), the optical measuring means comprising:

- measuring an angle (α) formed between the membrane (7) and the plane (P) of the rigid support (2), during the deformation of the membrane (7);
- and/or
- measuring the height (h), in particular the maximum height, of the membrane (7) during its deformation;
- and/or
- measuring the variation in the sizing of one or several patterns formed on the membrane (7) during its deformation.

2. The fluidic card according to claim 1, **characterized in that** the electric measuring means (8) comprises a strain gauge integrated into the membrane (7), in particular in electric resistance (8).
3. The fluidic card according to any one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises an enco-

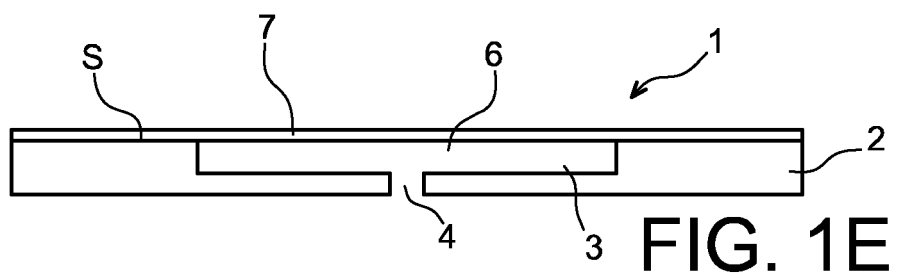
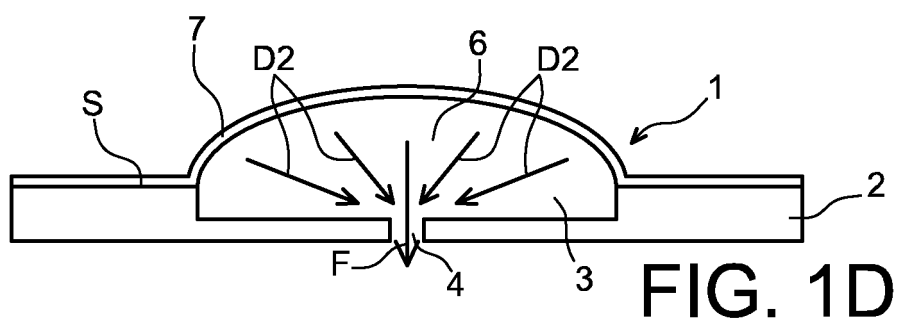
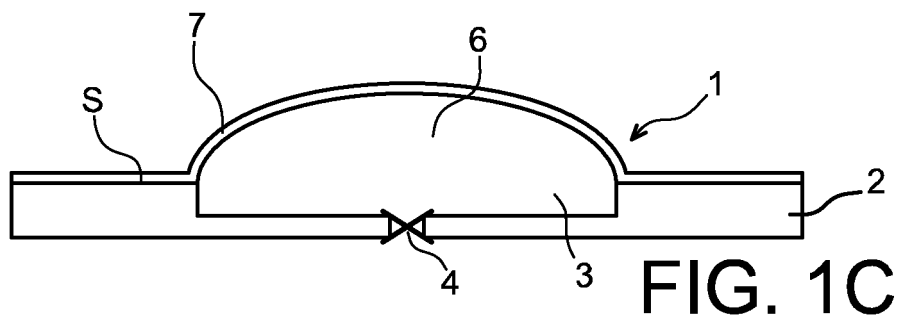
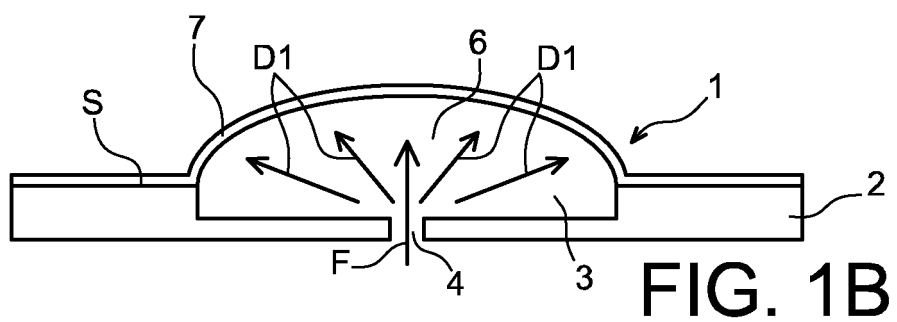
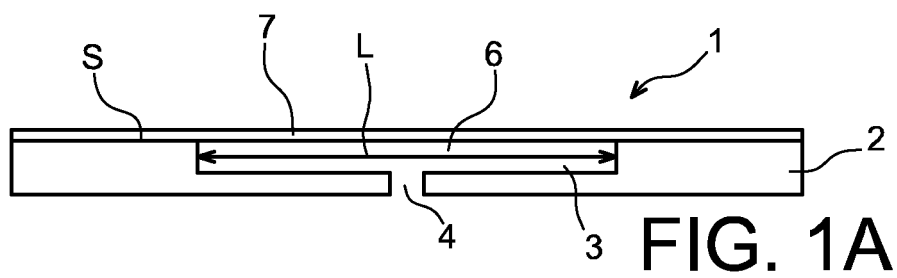
sure (9) superimposed on the reservoir (3) and the membrane (7) and defining a chamber (11) between the membrane (7) and the enclosure (9), and **in that** it comprises means (10) for controlling the inner pressure of the chamber (11) making it possible to regulate the deformation speed of the membrane (7).

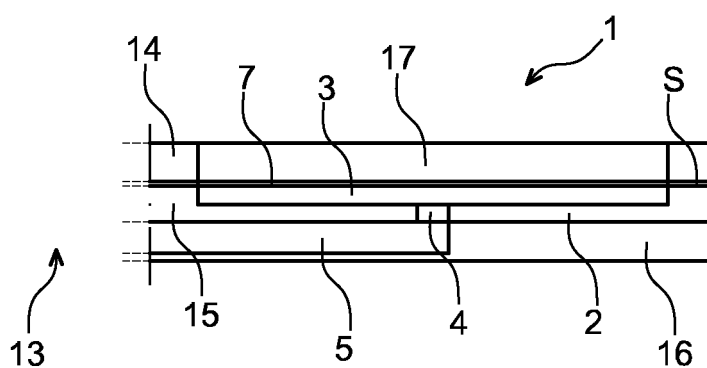
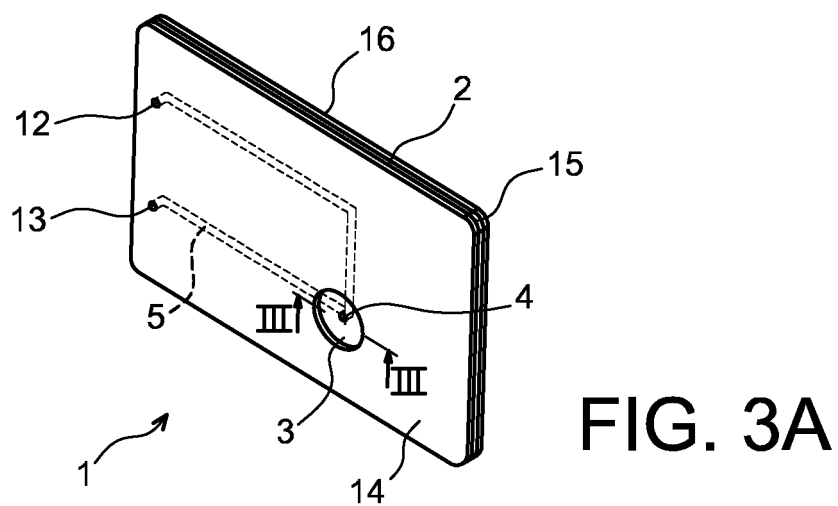
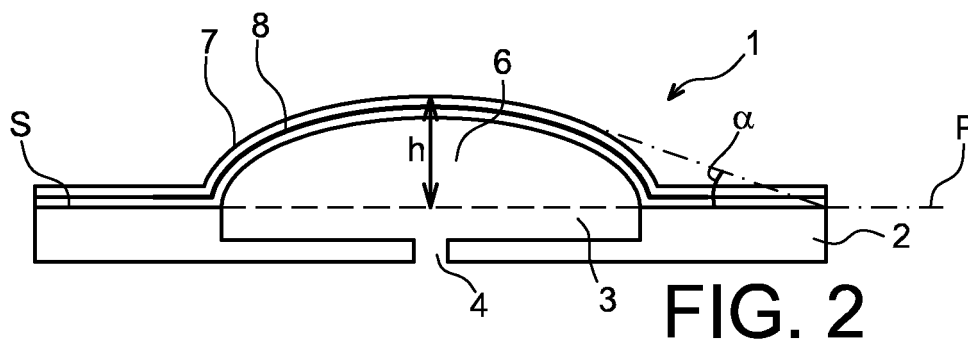
4. The fluidic card according to claim 3, **characterized in that** the inlet orifice (4) of the reservoir (3) is in fluid communication with a fluid channel (5) of the fluid card (1), comprising an inlet valve (12) and an outlet valve (13), the control of the inlet (12) and outlet (13) valves associated with the means (10) for controlling the inner pressure in the chamber (11) making it possible to form a pumping system for said at least one fluid (F).
5. The fluidic card according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the inlet orifice (4) is closed by a septum intended to be pierced when going from the storage configuration to the resting configuration of the membrane (7).
6. A method for storing and dispensing at least one fluid (F) using a fluidic card (1) according to any one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises the following steps:
 - injecting said at least one fluid (F) inside the reservoir (3) of the fluidic card (1) through the inlet orifice (4) so as to create a reversible deformation of the hyper-elastic membrane (7) for the storage of said at least one fluid (F),
 - closing the inlet orifice (4), or closing an inlet valve (12) and/or an outlet valve (13) of a fluidic channel (5) of the fluidic card (1) in fluid communication with the reservoir (3), to keep said at least one fluid (F) stored within the reservoir (3),
 - opening the inlet orifice (4), or opening the inlet valve (12) and/or the outlet valve (13) of the fluidic channel (5), to dispense said at least one fluid (F) outside the reservoir (3) through reversible deformation of the membrane (7) toward its resting configuration,
 - performing real-time monitoring of the volume of said at least one fluid (F) in the reservoir (3) using means (8) for measuring the membrane (7), during the injection of said at least one fluid (F) through the inlet orifice (4) when going from the resting configuration to the storage configuration of the membrane (7) and/or when discharging said at least one fluid (F) through the inlet orifice (4) when going from the storage configuration to the resting configuration of the membrane (7).

7. The method according to claim 7, **characterized in**

that it comprises the following steps:

- a) establishing a setpoint value of the volume of said at least one fluid (F) intended to be stored in the reservoir (3) or the volume of said at least one fluid (F) intended to be delivered from the reservoir (3),
- b) opening the inlet orifice (4), or the valve of the inlet orifice (12) of the fluidic channel (5), to allow filling of the reservoir (3),
- c) obtaining a volume variation of said at least one fluid (F) in the reservoir (3),
- d) measuring a signal coming from a means (8) for measuring the deformation of the membrane (7),
- e) determining the volume variation of step c) from the signal measured during step d),
- f) determining the actual volume of said at least one fluid (F) in the reservoir (3),
- g) restarting steps b) to f) if the actual volume does not correspond to the setpoint value,
- h) closing the inlet orifice (4), or the valve of the inlet orifice (12) and the fluidic channel (5), if the actual volume corresponds to the setpoint value,
- i) optionally, opening the valve of the outlet orifice (13), such that the fluid contained in the reservoir (3) flows through this orifice, then closing the outlet orifice (13).





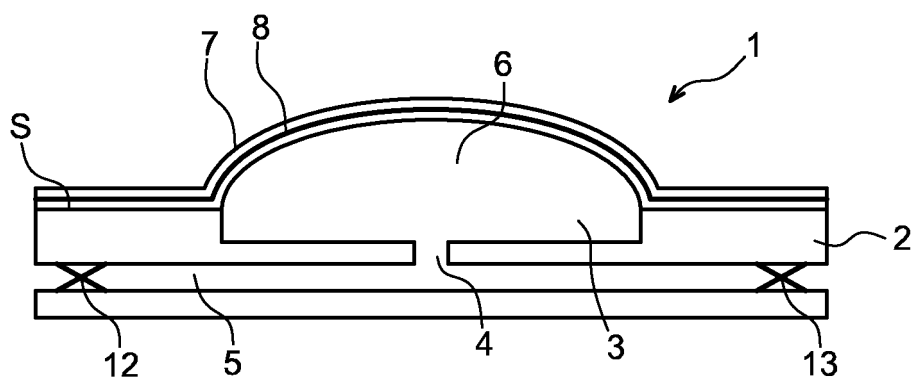


FIG. 4

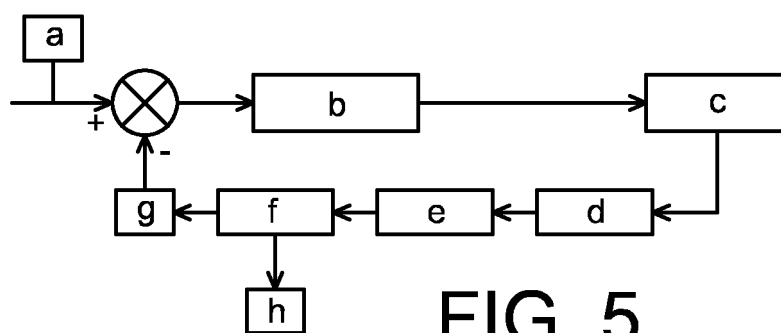


FIG. 5

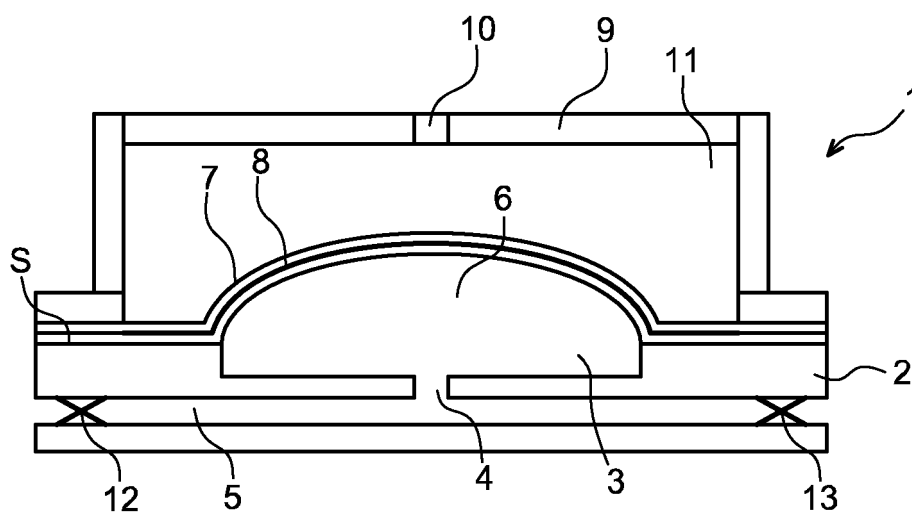


FIG. 6

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 20110303306 A1 [0005]
- US 20100077875 A [0008]
- US 20060076068 A [0008]
- EP 2657708 A [0008]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **WEIBEL DB et al.** *Lab Chip*, Décembre 2007, vol. 7 (12), 1832-6 [0007]