

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 003 973 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

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

16.04.2003 Bulletin 2003/16

(21) Numéro de dépôt: **98951326.2**

(22) Date de dépôt: **19.08.1998**

(51) Int Cl.7: **F04B 53/10**, F04B 43/04

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP98/05471

(87) Numéro de publication internationale:
WO 99/009321 (25.02.1999 Gazette 1999/08)

(54) **MICROPOMPE COMPRENANT UN ORGANE DE CONTROLE D'ENTREE PERMETTANT SON
AUTO-AMORCAGE**

MIKROPUMPE MIT EINEM EINLASSSTEUERORGAN ZUM SELBSTANSAUGEN

MICRO PUMP COMPRISING AN INLET CONTROL MEMBER FOR ITS SELF-PRIMING

(84) Etats contractants désignés:
CH DE FR GB IT LI NL

(30) Priorité: **20.08.1997 FR 9710497**

(43) Date de publication de la demande:
31.05.2000 Bulletin 2000/22

(73) Titulaire: **WESTONBRIDGE INTERNATIONAL
LIMITED**
Dublin 2 (IE)

(72) Inventeurs:
• **MAILLEFER, Didier**
CH-1092 Belmont sur Lausanne (CH)

• **VAN LINTEL, Harald**
CH-1006 Lausanne (CH)

(74) Mandataire: **Dronne, Guy et al**
Cabinet Beau de Loménie,
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 392 978 **EP-A- 0 789 146**
WO-A-92/04569 **WO-A-95/18307**
WO-A-95/19502

EP 1 003 973 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne un dispositif fluide tel qu'une micropompe comprenant au moins une première plaquette, une deuxième plaquette, une plaque intermédiaire disposée entre lesdites première et deuxième plaquettes, une chambre de pompage délimitée par ladite première plaquette et ladite plaque intermédiaire et des organes de contrôle d'entrée et de sortie communiquant avec ladite chambre de pompage, des conduits d'entrée et de sortie traversant de part en part une desdites première et deuxième plaquettes, ledit organe de contrôle d'entrée étant une valve anti-retour composée d'un organe mobile et d'une partie en forme de membrane reliant ledit organe mobile au reste de ladite plaque intermédiaire, interposée entre le conduit d'entrée et la chambre de pompage et permettant par son élasticité, le mouvement de ladite valve entre une position fermée et une position ouverte, ledit organe mobile étant traversé par un orifice, entre les première et deuxième extrémités, ladite valve étant conformée de sorte que, dans ladite position ouverte, l'organe mobile n'empêche pas l'écoulement du liquide depuis ledit orifice vers ladite chambre de pompage et la deuxième extrémité de l'organe mobile étant conformée pour assurer, dans ladite position fermée, un contact étanche avec celle des plaquettes formant le siège de la valve.

[0002] Par exemple, mais non exclusivement, un tel dispositif constitue une micropompe à usage médical qui délivre régulièrement une quantité contrôlée de médicament. La fabrication de ces micropompes est basée sur les technologies de micro-usinage du silicium ou de tout autre matériau usinable par gravure à l'aide de techniques photolithographiques. Pour l'application particulière précitée, et dans d'autres cas encore, il est nécessaire de réaliser un organe de contrôle d'entrée permettant l'auto-amorçage de la micropompe. La commande de la micropompe s'effectue en faisant varier le volume de la chambre de pompage (alternance de diminutions et d'augmentations), par exemple au moyen d'une commande par un actionneur piézo-électrique.

[0003] La demande de brevet européen 95904674.9 présente une telle micropompe auto-amorçante. Toutefois, les clapets d'entrées décrits dans ce document ne peuvent pas être réalisés facilement.

[0004] La demande de brevet européen 90 810272.6 décrit une micropompe comportant un organe d'entrée, formant une valve anti-retour, qui ne permet cependant pas d'assurer l'auto-amorçage de la pompe.

[0005] L'objet de la présente invention est de fournir un dispositif fluide tel qu'une micropompe comprenant un organe de contrôle d'entrée permettant d'obtenir de façon sûre l'auto-amorçage dudit dispositif, cet organe pouvant être facilement fabriqué.

[0006] Selon l'invention, on atteint cet objectif par le fait que l'organe mobile est situé sur la majeure partie de l'épaisseur de ladite plaque intermédiaire, que la partie en forme de membrane est située à proximité de

l'autre des plaquettes et que ledit orifice présente un volume limité.

[0007] On comprend que l'organe de contrôle d'entrée de liquide compris dans le dispositif selon la présente invention constitue une valve anti-retour du type valve à siège. Cette valve anti-retour comporte une partie en forme de membrane permettant, par son élasticité, l'ouverture et la fermeture de la valve et un organe mobile entourant un orifice destiné à l'écoulement de liquide. L'organe mobile comprend également à l'une de ses extrémités des moyens assurant l'étanchéité de cette valve d'entrée dans sa position fermée, c'est-à-dire que l'organe mobile est en appui de contact étanche contre l'une des plaquettes adjacentes à la valve, cette plaque formant le siège de la valve.

[0008] Selon une caractéristique de l'invention, pour éviter que l'organe mobile n'obstrue l'entrée de la chambre de pompage, il est prévu, de préférence, que la première extrémité de l'organe mobile adjacente à ladite partie en forme de membrane est munie d'au moins un élément de butée destiné à limiter le mouvement de ladite valve depuis la position fermée vers la position ouverte, l'extrémité libre dudit élément de butée venant au contact de la plaque située à proximité de la partie en forme de membrane dans ladite position ouverte sans que ledit élément de butée empêche l'écoulement du liquide depuis ledit orifice vers ladite chambre de pompage.

[0009] L'invention sera mieux comprise et des caractéristiques secondaires et leurs avantages apparaîtront au cours de la description de modes de réalisation donnée ci-dessous à titre d'exemple.

[0010] Il est entendu que la description et les dessins qui suivent ne sont donnés qu'à titre indicatif et non limitatif. Il sera fait référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 représente, en coupe longitudinale, un premier type de micropompe selon l'invention ;
- la figure 2 est une vue analogue à celle de la figure 1 concernant un deuxième type de micropompe, les figures 1 et 2 représentant l'organe de contrôle d'entrée de liquide dans sa position fermée ;
- la figure 3 est une vue agrandie d'un détail des figures 1 ou 2, ce détail concernant la zone de la micropompe comportant l'organe de contrôle d'entrée de liquide ou valve d'entrée ;
- la figure 4 représente partiellement et schématiquement, en vue de dessous selon la direction IV-IV, la valve d'entrée de la figure 3 ;
- la figure 5 est une vue analogue à celle de la figure 3 représentant une variante de réalisation de la valve anti-retour, en position fermée, cette valve constituant l'organe de contrôle d'entrée de la micropompe selon la présente invention, et,
- la figure 6 représente la zone de la micropompe telle qu'illustrée à la figure 3 munie d'une variante de réalisation de la valve anti-retour pour l'entrée du

liquide.

[0011] D'une façon générale, pour le fonctionnement des micropompes illustrées aux figures 1 et 2, on pourra se reporter à la demande de brevet européen précitée 95 904674.9 qui expose également le procédé de fabrication de telles micropompes. Afin de mieux visualiser les différents éléments représentés sur les figures 1 et 2, il faut noter que les épaisseurs des diverses plaquettes composant la micropompe ont été largement exagérées par rapport à l'échelle utilisée dans le sens longitudinal.

[0012] En référence aux figures 1 et 2, les micropompes 10 et 100 comportent une plaquette de base 12, de préférence en verre, traversée de part en part par deux conduits 14, 16 formant respectivement un conduit d'entrée et un conduit de sortie de la micropompe.

[0013] Une plaquette intermédiaire 18 surmonte la plaquette de base 12, cette plaquette intermédiaire étant de préférence en silicium et reliée à la plaquette de base 12 par la technique, connue en soi, de soudage anodique.

[0014] La plaquette intermédiaire 18 est surmontée d'une plaquette supérieure 20 ou deuxième plaquette, de préférence en verre, la plaquette intermédiaire et la deuxième plaquette étant reliées entre elles par la même technique que la plaquette de base 12 et la plaquette intermédiaire 18.

[0015] La première plaquette 12 et la deuxième plaquette 20 présentent une épaisseur sensiblement égale de l'ordre de 1 mm alors que la plaquette intermédiaire présente une épaisseur également sensiblement constante mais plus faible, entre 0,1 et 0,5 mm, de préférence entre 0,3 et 0,5 mm et avantageusement de l'ordre de 0,3 mm.

[0016] Une portion de la plaquette intermédiaire 18 constitue une membrane de pompage 22 de forme sensiblement circulaire et délimitant, avec la face supérieure de la première plaquette 12, la chambre de pompage 24. En effet, la membrane de pompage 22 constitue une paroi mobile commandée par un dispositif d'actionnement 26, 126.

[0017] Le conduit d'entrée 14 est relié à la chambre de pompage 24 par un ou plusieurs organes de contrôle d'entrée 28 qui sera décrit plus en détail ci-après. La chambre de pompage 24 est reliée à un organe de contrôle de sortie de liquide ou clapet de sortie 30 pouvant être de structure analogue à celui qui est décrit dans la demande de brevet européenne précitée 95 904674.9.

[0018] Dans le cas des figures 1 et 2, la valve de sortie 30 représentée comporte les éléments prévus dans la demande de brevet européenne ci-dessus, à savoir une nervure annulaire 32 placée en regard du conduit de sortie 16 et en contact d'étanchéité avec la surface supérieure de la première plaquette 12 dans la position fermée de la valve de sortie 30, une membrane flexible 34, et des fines couches d'oxyde de silicium 36 et 38 permettant, respectivement, d'éviter une adhérence en-

tre la nervure annulaire 32 et la première plaquette 12, et, du côté de la membrane 34 opposée à la première plaquette 12, de créer une précontrainte sollicitant le sommet de la nervure 32 contre la première plaquette 12.

[0019] La valve de sortie 30 comporte également un organe limitateur 39 disposé au niveau de la nervure annulaire 32, sur la face de la membrane flexible 34 opposée à la première plaquette 12, cet organe limitateur constituant un élément de butée venant prendre appui contre la deuxième plaquette 20 dans la position d'ouverture de la valve de sortie 30 afin de limiter l'écartement de la nervure annulaire 32 par rapport à la première plaquette 12.

[0020] L'organe de contrôle d'entrée ou valve d'entrée 28, visible sur les figures 1 et 2 dans sa position fermée, est illustré de façon plus détaillée à la figure 3 dans laquelle la valve d'entrée est dans sa position ouverte.

[0021] Comme on peut le voir sur les figures précitées, la valve d'entrée 28 se compose d'un organe mobile 40 entouré d'une partie en forme de membrane 42. Cette membrane 42 est sensiblement circulaire avec un diamètre de l'ordre de 3 mm, son épaisseur, de préférence sensiblement constante, est comprise entre 10 et 50 μm , de préférence de l'ordre de 25 μm .

[0022] Comme la valve de sortie 30, la ou les valves d'entrée 28 constituent des clapets anti-retour dont une partie vient en butée contre une des première et deuxième plaquettes, dans la position fermée de la valve.

[0023] L'organe mobile 40 entoure un orifice 44 qui traverse l'organe mobile 40 depuis sa première extrémité 45, adjacente à la première plaquette 12, vers sa deuxième extrémité 46, adjacente à la deuxième plaquette 20.

[0024] L'organe mobile 40 possède, de préférence une forme extérieure de révolution, par exemple une forme extérieure sensiblement cylindrique à section circulaire ou, comme illustré sur les figures 1 à 3, en forme de tronc de cône, la partie la plus large étant dirigée vers la première plaquette 12.

[0025] En ce qui concerne l'orifice 44, son volume constituant un espace de liaison venant s'ajouter au volume de la chambre de pompage 24, il est nécessaire qu'il soit minimum afin de ne pas constituer un volume trop important par rapport au volume de la chambre de pompage 24.

[0026] Cet orifice 44 peut présenter diverses formes telles que cylindrique, à section circulaire, carrée ou autres, en tronc de cône ou en forme de pyramide. Si la technique utilisée pour graver la plaque de silicium constituant la plaque intermédiaire 18 permet de réaliser un orifice 44 de faible diamètre, on pourra réaliser un orifice 44 présentant une section faible et sensiblement égale sur toute la longueur de cet orifice 44.

[0027] Par contre, si la technique de gravure utilisée pour réaliser l'orifice 44 ne permet pas de réaliser un orifice de section sensiblement constante et relative-

ment faible sur toute sa longueur, on privilégiera le mode de fabrication décrit ci-dessous.

[0028] Dans un mode préférentiel selon l'invention, l'orifice 44 possède une forme composée de deux pyramides à base carrée dont les bases constituent des extrémités dudit orifice, la zone centrale de cet orifice appartenant aux deux pyramides. Cette forme composée de deux pyramides inversées ayant leurs sommets en contact permet d'obtenir une forme pour l'orifice 44 dont le volume total est inférieur à celui d'une seule pyramide gravée depuis l'une des deux extrémités de l'organe mobile 40.

[0029] Pour réaliser un tel orifice 44 en forme de double pyramide inversée, une solution avantageuse consiste à réaliser une gravure anisotropique depuis les deux extrémités 45 et 46 de l'organe mobile 40. Pour cela, on commence à creuser l'orifice 44 en commençant, par exemple, par la première extrémité 45 de l'organe mobile 40, la gravure étant constituée d'un carré dont la longueur du côté va en diminuant au fur et à mesure que l'on creuse davantage au sein de l'organe mobile 40. De cette manière, on obtient une première portion inférieure d'orifice 44 dont la section va en diminuant jusqu'à devenir nulle à l'endroit correspondant au sommet de la pyramide ainsi constituée.

[0030] Pour réaliser un orifice 44 débouchant, on réalise le même type de gravure que celle qui vient d'être décrite en partant cette fois ci depuis la deuxième extrémité 46 de l'organe mobile 40, l'orifice 44 étant alors entièrement réalisé lorsque, lors de la deuxième gravure, on atteint la première portion de l'orifice 44 précitée pour ainsi former un orifice 44 débouchant.

[0031] On peut donc s'arranger pour obtenir deux pyramides inversées ayant leurs sommets superposés, ou bien, de préférence, deux pyramides ayant une portion de volume en commun, de sorte que la section minimum de l'orifice 44 soit suffisamment importante.

[0032] Pour fixer les idées, voici quelques ordres de grandeur pour les dimensions de l'orifice 44 :

- section à l'entrée ou à la sortie de l'orifice 44 : de l'ordre de 200 μm ,
- section au niveau du centre de l'orifice 44 : de l'ordre de 50 μm ,
- longueur de l'orifice 44 : au moins la moitié de l'épaisseur de la plaquette intermédiaire 18.

[0033] Dans le cas où on réalise un orifice 44 présentant une section sensiblement constante sur toute sa longueur, par exemple grâce à une méthode de gravure ou micro-usinage ionique réactif, on obtient un orifice 44 de petit diamètre, ce diamètre pouvant être de l'ordre de 10 à 100 μm .

[0034] De cette manière, on réussit à minimiser le volume de la chambre de pompage 14, du fait que la membrane 42, dont la surface tournée en direction de la première plaquette délimite une portion de la chambre de pompage, se trouve très proche de la première plaquet-

te 12.

[0035] De préférence, le volume de l'orifice 40 présente un volume au plus égal à un cinquième, de préférence un dixième, du volume unitaire de pompage, c'est-à-dire le volume déplacé à chaque cycle ouverture-fermeture de la pompe ou encore le volume déplacé par chaque cycle montée-descente de la membrane de pompage 22.

[0036] Pour parvenir à ce résultat, de préférence, le rapport entre, d'une part, la distance maximum séparant la partie en forme de membrane de la plaquette la plus proche et, d'autre part, l'épaisseur de la plaquette intermédiaire est inférieure à 1/20, avantageusement de l'ordre de 7 μm . En outre, de préférence, ladite partie en forme de membrane, la première extrémité de l'organe mobile et la sortie de l'orifice sont adjacentes à la première plaquette et la sortie de l'orifice débouche directement dans la chambre de pompage.

[0037] Au niveau de la deuxième extrémité 46 de l'organe mobile 40, on trouve une nervure annulaire 48 entourant l'entrée de l'orifice 44 et permettant, lorsqu'elle est en contact contre la surface inférieure de la deuxième plaquette 20, d'assurer l'étanchéité de la valve d'entrée 28. On privilégiera bien sûr une nervure annulaire 48 possédant une surface de contact aussi faible que possible afin que, d'une part, la surface devant présenter un état de surface optimum présente une superficie la plus faible possible et, d'autre part, de façon à réaliser une valve d'entrée 28 pouvant s'ouvrir pour une différence de pression de liquide entre le conduit d'entrée 14 et la chambre de pompage 24 relativement faible.

[0038] En effet, on comprend que la différence de pression permettant l'ouverture de la valve d'entrée 28, correspond à la différence de pression de liquide entre le liquide présent dans l'espace de liaison 50 placé en amont de la valve d'entrée 28 et la pression de liquide dans l'orifice 44, cette pression étant la même que dans la chambre de pompage 24.

[0039] Comme on peut le voir sur la figure 3, lorsque du liquide arrive dans le conduit d'entrée 14, celui-ci passe alors dans l'espace de liaison 50 et permet, à partir d'une certaine pression, d'ouvrir la valve d'entrée 28, l'organe mobile 40 s'abaissant alors grâce à l'élasticité de la membrane 42. Le liquide peut alors passer de l'espace de liaison 50 dans l'orifice 44.

[0040] Selon une caractéristique particulièrement avantageuse de la présente invention, afin que le liquide puisse passer de l'orifice 44 à la chambre de pompage 24, dans la position ouverte de la valve d'entrée 28, il est prévu, sur la surface de la première extrémité 45 de l'organe mobile 40 placé en regard de la première plaquette 12, une série d'éléments de butée 52 sous la forme de petits piliers dont une extrémité est solidaire de la première extrémité de l'organe mobile 40 et dont la deuxième extrémité, libre, vient s'appuyer contre la surface supérieure de la première plaquette 12. On comprend que ces éléments de butée 52 constituent des limitateurs de mouvement pour la valve d'entrée 28 lors-

que celle-ci s'ouvre de façon que, dans son mouvement d'ouverture, lorsque l'organe mobile 40 se rapproche de la première plaquette 12, on ne se trouve pas dans une situation où la surface de la première extrémité de l'organe mobile 40 qui entoure la sortie de l'orifice 44 vient s'appuyer sur la première plaquette 12 en bouchant ainsi la sortie de l'orifice 44.

[0041] Comme on peut le voir de façon plus précise sur la figure 4, on prévoit toute une série d'éléments de butée 52 répartis sur la première extrémité de l'organe mobile 40. Ainsi, après être entré dans l'orifice 44, le liquide peut s'écouler en direction de la chambre de pompage 24 en contournant ces éléments de butée 52.

[0042] Lorsque la pression de liquide dans l'espace de liaison 50 est égale à la pression de liquide dans la chambre de pompage 24, la valve d'entrée 28 se referme d'elle-même par un phénomène de rappel dont l'origine est expliquée plus loin. Ensuite, le dispositif d'actionnement 26, 126 commande le mouvement vers le bas de la membrane de pompage 22 de sorte que l'on obtient une pression de liquide dans la chambre de pompage 24 qui est supérieure à la pression de liquide dans l'espace de liaison situé en aval de la valve de sortie 30. Dans cette situation, la valve de sortie s'ouvre dès que la différence de pression est suffisante et le liquide s'écoule hors de la chambre de pompage 24.

[0043] Lorsque la pression de liquide dans la chambre de pompage 24 est égale à la pression de liquide dans l'espace de liaison situé en aval de la valve de sortie 30, cette dernière se referme. Après cela, le dispositif d'actionnement 26, 126 permet le relâchement de la membrane de pompage 22 qui remonte et donne à la chambre de pompage son volume maximum. Un nouveau cycle de pompage identique à celui qui vient d'être décrit peut alors débuter.

[0044] Il est prévu que la valve d'entrée 28 comprenne en outre une première couche d'oxyde de silicium 54 recouvrant au moins la surface de la deuxième extrémité 46 de l'organe mobile 40 susceptible de rentrer en contact avec la deuxième plaquette 20 afin d'empêcher une solidarisation entre la valve et la deuxième plaquette dans la position fermée de la valve d'entrée 28.

[0045] Cette première couche d'oxyde de silicium 54 recouvre au moins la nervure annulaire 48 dans la zone destinée à rentrer en contact avec la deuxième plaquette 20, cette fine couche d'oxyde de silicium permettant d'éviter un collage entre l'organe mobile 40 et la deuxième plaquette 20. Afin que la valve d'entrée 28 soit fermée dans sa position de repos, on prévoit, de façon avantageuse, des couches d'oxyde de silicium 56, 58 disposées sur la membrane 42 afin que celle-ci soit soumise à une certaine précontrainte vers le haut des figures.

[0046] La couche d'oxyde 56 est disposée au niveau de la zone de la partie en forme de membrane 42 qui est adjacente à l'organe mobile 40 et qui est tournée en direction de la deuxième plaquette 20 et la couche d'oxyde 58 est disposée dans une zone de la membrane

42 la plus éloignée de l'organe mobile 40, sur la face en regard de la première plaquette 12.

[0047] Comme on peut le voir sur la variante de réalisation illustrée sur la figure 5, afin de réduire le volume de la chambre de pompage 24, il est possible de réaliser une membrane 42 ne présentant pas une épaisseur constante.

[0048] Ainsi, comme on peut le voir sur la figure 5, on peut prévoir que la surface de la membrane 42 tournée vers la première plaquette 12 présente un décrochement 60 circulaire et centré autour de l'orifice 44 de sorte qu'une première portion 42a de la membrane 42 s'étendant sur une surface annulaire la plus éloignée de l'organe mobile 40 se trouve très proche de la première plaquette 12, alors qu'une deuxième portion 42b de la membrane 42 située sur un anneau contigu à l'organe mobile 40 se trouve à une distance plus grande de la première plaquette 12 que la première portion 42a de membrane.

[0049] La valve d'entrée 28 étant, de préférence, usinée au sein de la plaquette intermédiaire 18 en silicium au moyen des techniques photolithographiques connues, il est prévu que, de préférence, la surface de la première portion 42a tournée en direction de la première plaquette 12 soit parallèle à la surface de la première plaquette 12 placée en regard de la valve d'entrée 28 et soit au même niveau que l'extrémité libre des éléments de butée 52 car ces deux éléments sont usinés simultanément. Ainsi ces deux éléments sont placés à une distance identique de ladite première plaquette 12 lorsque la valve 28 est fermée. De façon préférentielle, l'extrémité libre des éléments de butée 52 est plane et parallèle à la surface de la première plaquette 12 adjacente à la chambre de pompage 24.

[0050] La valve d'entrée 28 de la figure 5 ne comporte pas les couches d'oxydes 54, 56 et 58 de la figure 3 car elle est conformée, lors de sa fabrication, pour être naturellement, c'est-à-dire dans sa position de repos, en position fermée. En l'absence de la couche 54, il est prévu qu'au moins la surface de la nervure annulaire 48 faisant face à la deuxième plaquette 20 et/ou qu'au moins la surface de la deuxième plaquette 20 placée en regard de la nervure annulaire 48 soit traitée, par exemple revêtue d'une couche anti-adhésion, pour éviter la solidarisation entre la valve 28 en position fermée et la deuxième plaquette 20.

[0051] De façon alternative, on peut réaliser une valve d'entrée 28 avec une membrane 42 en escalier, telle que celle de la figure 5, et comportant certaines ou toutes les couches d'oxyde de silicium 54, 56 et 58 de la figure 3. Si on prévoit une couche 58, celle-ci se limitera, de préférence, à la première portion 42a de la membrane 42.

[0052] La variante de réalisation illustrée sur la figure 6 correspond à une valve d'entrée 28 anti-retour en position fermée dont la position a été renversée par rapport à celle de la figure 3. En effet, dans ce cas, la membrane 42 se trouve à proximité de la deuxième plaquette 20 et

le siège de la valve 28 est formé par la zone annulaire de la face supérieure de la première plaquette 12 faisant face à la nervure annulaire 48 dirigée vers le bas de la figure 6 et placée sur la deuxième extrémité 46 de l'organe mobile 40. Du côté de la première extrémité 45 de l'organe mobile 40, adjacente à la deuxième plaquette 20 et prolongée par la membrane 42, sont disposés les éléments de butée 52 et l'organe mobile se prolonge radialement par la membrane 42.

[0053] L'orifice 44 présente les mêmes caractéristiques et peut être réalisé de la même façon que dans le cas des modes de réalisation présentés précédemment.

[0054] Du fait de l'agencement inversé de la valve d'entrée 28 de cette variante de réalisation, afin que la sortie de l'orifice 44 (adjacente à la première extrémité 45 de l'organe mobile 40) soit en communication de fluide avec la chambre de pompage 24 délimitée entre la plaquette intermédiaire 18 et la première plaquette 12, un orifice supplémentaire 64, similaire à l'orifice 44, traverse toute l'épaisseur de la plaquette intermédiaire 18 en aval de la valve d'entrée 28.

[0055] Concernant le fonctionnement de la micropompe comprenant une valve d'entrée 28 selon un des modes de réalisation qui viennent d'être décrits, il reste identique à celui d'une micropompe du type de celles qui sont décrites dans les demandes européennes précitées

[0056] Afin de montrer les performances accrues de la micropompe selon l'invention en comparaison de celles de micropompes de l'art antérieur, voici un exemple chiffré obtenu avec le mode de réalisation des figures 1 à 5 et un orifice 44 en forme de double pyramides inversées. Cet orifice 44 présente un volume mort égal à $15 \cdot 10^{-9}$ l, le volume mort délimité sous la valve 28, c'est-à-dire entre la membrane 42 et la première plaquette 12, est de $34 \cdot 10^{-9}$ l (à titre de comparaison le volume équivalent pour la valve d'entrée de la figure 7A de la demande EP 90 810272.6 serait supérieur à $500 \cdot 10^{-9}$ l) et le volume unitaire de pompage est de $150 \cdot 10^{-9}$ l. Avec une telle valve d'entrée, on obtient un taux de compression de la micropompe, correspondant au rapport entre le volume unitaire de pompage et le volume mort total, supérieur à 1.

[0057] Ce résultat est très supérieur à celui obtenu avec des micropompes micro-usinées pour liquide de l'art antérieur, annoncées comme auto-amorçantes, et qui présentent, au mieux, un taux de compression de l'ordre de 0,1.

Revendications

1. Dispositif fluide tel qu'une micropompe (10; 100) comprenant au moins une première plaquette (12), une deuxième plaquette (20), une plaquette intermédiaire (18) disposée entre lesdites première et deuxième plaquettes (12, 20), une chambre de

pompage (24) délimitée par ladite première plaquette (12) et ladite plaquette intermédiaire (18) et des organes de contrôle d'entrée et de sortie (28, 30) communicant avec ladite chambre de pompage (24), des conduits d'entrée et de sortie (14, 16) traversant de part en part une desdites première et deuxième plaquettes (12, 20), ledit organe de contrôle d'entrée (28) étant une valve anti-retour composée d'un organe mobile (40) et d'une partie en forme de membrane (42) reliant ledit organe mobile (40) au reste de ladite plaquette intermédiaire (18), interposée entre le conduit d'entrée (14) et la chambre de pompage (24) et permettant, par son élasticité, le mouvement de ladite valve (28) entre une position fermée et une position ouverte, ledit organe mobile (40) étant traversé entre ses première et deuxième extrémités (45, 46), par un orifice (44), ladite valve (28) étant conformée de sorte que, dans ladite position ouverte, l'organe mobile n'empêche pas l'écoulement du liquide depuis ledit orifice (44) vers ladite chambre de pompage (24) et la deuxième extrémité (46) de l'organe mobile (40) étant conformée pour assurer, dans ladite position fermée, un contact étanche avec celle des plaquettes (12, 20) formant le siège de la valve,

caractérisé en ce que l'organe mobile est situé sur la majeure partie de l'épaisseur de la plaquette intermédiaire (18), **en ce que** la partie en forme de membrane est située à proximité de l'autre des plaquettes (12, 20) et **en ce que** ledit orifice (44) présente un volume inférieur au volume de la chambre de pompage (24).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la première extrémité (45) de l'organe mobile adjacente à ladite partie en forme de membrane (42) est munie d'au moins un élément de butée (52) destiné à limiter le mouvement de ladite valve (28) depuis la position fermée vers la position ouverte, l'extrémité libre dudit élément de butée venant au contact de la plaquette (12, 20) située à proximité de la partie en forme de membrane (42) dans ladite position ouverte sans que ledit élément de butée (52) empêche l'écoulement du liquide depuis ledit orifice (44) vers ladite chambre de pompage (24).

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** ledit organe mobile (40) possède une forme extérieure sensiblement cylindrique à section circulaire ou en forme de tronc de cône.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit orifice (44) possède une forme cylindrique.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit orifice (44) possède une forme composée de deux pyramides

à base carrée dont les bases constituent les extrémités dudit orifice, la zone centrale dudit orifice appartenant aux deux pyramides.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit orifice (44) présente un volume au plus égal à un cinquième du volume unitaire de pompage. 5
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** ladite plaquette intermédiaire (18) est réalisé en silicium et **en ce que** la valve (28) comprend en outre une première couche (54) d'oxyde de silicium recouvrant au moins la surface de la deuxième extrémité (46) de l'organe mobile susceptible de rentrer en contact avec ladite plaquette (12, 20) formant le siège de la valve, afin d'empêcher une solidarisation entre ladite valve (28) et ladite plaquette (12, 20) dans la position fermée de la valve. 10
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la valve (28) comprend en outre une deuxième couche (56) d'oxyde de silicium qui s'étend au moins sur la surface extérieure de la valve (28), au niveau de la zone de la partie en forme de membrane (42) qui est adjacente à l'organe mobile (40) et qui est tournée en direction de la plaquette (12, 20) formant le siège de la valve, afin de générer une précontrainte obligeant la valve (28) à être en position fermée contre ladite plaquette (12, 20) dans la position de repos de la valve. 15 20 25 30
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite plaquette intermédiaire (18) possède une épaisseur sensiblement constante comprise entre 0,3 et 0,5 mm. 35
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite partie en forme de membrane (42) possède une épaisseur sensiblement constante comprise entre 10 et 50 μm . 40
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite partie en forme de membrane (42) présente un décrochement (60) au niveau de sa surface tournée vers la plaquette (12, 20) située à proximité de la partie en forme de membrane (42) en délimitant une première portion (42a) plus proche de ladite plaquette (12, 20) qu'une deuxième portion (42b) contigüe audit organe mobile (40). 45 50
12. Dispositif selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** ledit décrochement (60) est circulaire et centré autour dudit orifice (44), lesdites première et deuxième portions (42a, 42b) de ladite partie en for-

me de membrane (42) formant des anneaux concentriques.

13. Dispositif selon la revendication 11 ou 12, **caractérisé en ce que** la surface de ladite première portion (42a) tournée en direction de ladite plaquette (12, 20) située à proximité de la partie en forme de membrane (42) et l'extrémité libre desdits éléments de butée (52) sont équidistants de ladite plaquette (12, 20). 5
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la distance maximum séparant la partie en forme de membrane (42) de la plaquette la plus proche (12, 20) est comprise entre 3 et 20 μm . 10
15. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** le rapport entre, d'une part, la distance maximum séparant la partie en forme de membrane (42) de la plaquette la plus proche (12, 20) et, d'autre part, l'épaisseur de la plaquette intermédiaire (18) est inférieur à 1/20. 15 20 25 30
16. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite partie en forme de membrane (42), la première extrémité de l'organe mobile et la sortie de l'orifice (44) sont adjacentes à la première plaquette (12) et **en ce que** la sortie de l'orifice (44) débouche directement dans la chambre de pompage (24). 35
17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, **caractérisé en ce que** ladite partie en forme de membrane (42), la première extrémité de l'organe mobile et la sortie de l'orifice (44) sont adjacentes à la deuxième plaquette (20) et **en ce que** la sortie de l'orifice (44) communique avec ladite chambre de pompage au moyen d'un orifice supplémentaire (64) traversant toute l'épaisseur de la plaquette intermédiaire (18). 40 45

Claims

1. A fluid flow device such as a micropump (10; 100) comprising at least a first plate (12), a second plate (20), an intermediate plate (18) disposed between said first and second plates (12, 20), a pump chamber (24) defined by said first plate (12) and said intermediate plate (18), and inlet and outlet control members (28, 30) communicating with said pump chamber (24), some inlet and outlet ducts (14, 16) passing through one of said first and second plates (12, 20), said inlet control member (28) being a non-return valve made up of a moving member (40) and a membrane-forming portion (42) connecting said

moving member (40) to the remainder of said intermediate plate (18), interposed between the inlet duct (14) and the pump chamber (24), and, by virtue of its resilience, enabling said valve (28) to move between a closed position and an open position, said moving member (40) having an orifice (44) passing therethrough between its first and second ends (45, 46), said valve (28) being shaped in such a manner that, in said open position, the moving member does not prevent liquid from flowing from said orifice (44) towards said pump chamber (24), and the second end (46) of the moving member (40) being shaped in such a manner that, in said closed position, it provides sealed contact with that one of the plates (12, 20) that forms the seat of the valve, the device being **characterised in that** the moving member is situated in the major portion of the thickness of the intermediate plate (18), **in that** the membrane-forming portion is situated close to the other one of the plates (12, 20), and **in that** said orifice (44) presents a volume that is less than the volume of the pump chamber (24).

2. A device according to claim 1, **characterised in that** the first end (45) of the moving member adjacent to said membrane-forming portion (42) is provided with at least one abutment element (52) designed to limit the movement of said valve (28) from the closed position towards the open position, the free end of said abutment element coming into contact with the plate (12, 20) situated close to the membrane-forming portion (42) in said open position without said abutment element (52) preventing liquid from flowing from said orifice (44) towards said pump chamber (24).
3. A device according to claim 2, **characterised in that** said moving member (40) has an outside shape that is substantially cylindrical and circular in section, or that is in the form of a truncated cone.
4. A device according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** said orifice (44) is cylindrical in shape.
5. A device according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** said orifice (44) has a shape that is made up of two square-based pyramids whose bases constitute the ends of said orifice, with the central zone of said orifice belonging to both pyramids.
6. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** said orifice (44) presents a volume that is no greater than one-fifth of the unit pumping volume.
7. A device according to claim 6, **characterised in**

that said intermediate plate (18) is made of silicon, and **in that** the valve (28) further comprises a first layer (54) of silicon oxide covering at least the surface of the second end (46) of the moving member that can come into contact with said plate (12, 20) forming the seat of the valve, thereby preventing said valve (28) and said plate (12, 20) sticking together when the valve is in the closed position.

8. A device according to claim 7, **characterised in that** the valve (28) also has a second layer (56) of silicon oxide extending at least over the outside surface of the valve (28) in the zone of the membrane-forming portion (42) which is adjacent to the moving member (40) and which faces towards the plate (12, 20) forming the seat of the valve so as to generate pre-stress constraining the valve (28) to take up the closed position against said plate (12, 20) when the valve is in its rest position.
9. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** said intermediate plate (18) is of substantially constant thickness lying in the range 0.3 mm to 0.5 mm.
10. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** said membrane-forming portion (42) is of substantially constant thickness lying in the range 10 μm to 50 μm .
11. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** said membrane-forming portion (42) has a setback (60) in its surface facing towards the plate (12, 20) situated close to the membrane-forming portion (42) and defining a first portion (42a) of said plate (12, 20) closer than a second portion (42b) contiguous with said moving member (40).
12. A device according to claim 11, **characterised in that** said setback (60) is circular and centred around said orifice (44), said first and second portions (42a, 42b) of said membrane-forming portion (42) forming concentric rings.
13. A device according to claim 11 or 12, **characterised in that** the surface of said first portion (42a) facing towards said plate (12, 20) situated close to the membrane-forming portion (42) and the free ends of said abutment forming elements (52) are equidistant from said plate (12, 20).
14. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the maximum distance between the membrane-forming portion (42) and the closest plate (12, 20) lies in the range 3 μm to 20 μm .

15. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the ratio of the maximum distance between the membrane-forming portion (42) and the closest plate (12, 20) over the thickness of the intermediate plate (18) is less than 1/20. 5
16. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** said membrane-forming portion (42), the first end of the moving member and the outlet from the orifice (44) are adjacent to the first plate (12), and **in that** the outlet from the orifice (44) opens out directly into the pump chamber (24). 10
17. A device according to any one of claims 1 to 15, **characterised in that** said membrane-forming portion (42), the first end of the moving member and the outlet from the orifice (44) are adjacent to the second plate (20), and **in that** the outlet from the orifice (44) communicates with said pump chamber by means of an additional orifice (64) passing through the entire thickness of the intermediate plate (18). 20

Patentansprüche

1. Vorrichtung für Fluide wie eine Mikropumpe (10; 100) mit mindestens einem ersten Plättchen (12), einem zweiten Plättchen (20), einem zwischenliegenden Plättchen (18), das zwischen dem besagten ersten und zweiten Plättchen (12, 20) angeordnet ist, einer durch das besagte erste Plättchen (12) und das besagte zwischenliegende Plättchen (18) abgegrenzten Pumpkammer (24), sowie mit der besagten Pumpkammer (24) in Verbindung stehenden Einlass- und Auslasssteuerorganen (28, 30), mit Einlass- und Auslassleitungen (14, 16), die eines der besagten ersten und zweiten Plättchen (12, 20) völlig durchsetzen, wobei das besagte Einlasssteuerorgan (28) ein Rückschlag-Ventil ist, gebildet von einem beweglichen Organ (40) und einem das besagte bewegliche Organ (40) mit dem Rest des besagten zwischenliegenden Plättchens (18) verbindenden membranförmigen Teil (42), das zwischen der Einlassleitung (14) und der Pumpkammer (24) angeordnet ist und durch seine Elastizität die Bewegung des besagten Ventils (28) zwischen einer geschlossenen und einer geöffneten Position erlaubt, wobei das besagte bewegliche Organ (40) zwischen seinen ersten und zweiten Enden (45, 46) von einer Öffnung (44) durchsetzt ist, wobei das besagte Ventil (28) derartig gestaltet ist, dass in der besagten geöffneten Position das bewegliche Organ den Ausfluss der Flüssigkeit von der besagten Öffnung (44) in Richtung der besagten Pumpkammer (24) und des zweiten Endes (46) des beweglichen

Organ (40) nicht verhindert, wobei dieses dafür ausgebildet ist, in der besagten geschlossenen Position einen dichten Kontakt mit demjenigen der Plättchen (12, 20), das den Ventilsitz bildet, sicherzustellen,

dadurch gekennzeichnet,

dass das bewegliche Organ auf dem größten Teil der Dicke des zwischenliegenden Plättchens (18) angeordnet ist, dass das membranförmige Teil in der Nähe des anderen der Plättchen (12, 20) angeordnet ist und dass die besagte Öffnung (44) ein geringeres Volumen als das Volumen der Pumpkammer (24) aufweist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das an das besagte membranförmige Teil (42) angrenzende erste Ende (45) des beweglichen Organs mit wenigstens einem Anschlagelement (52) versehen ist, das dazu dient, die Bewegung des besagten Ventils (28) von der geschlossenen Position zu der geöffneten Position hin zu begrenzen, wobei das freie Ende des besagten Anschlagelements in der besagten geöffneten Position in Kontakt mit dem in der Nähe des membranförmigen Teils (42) angeordneten Plättchen (12, 20) kommt, ohne dass das besagte Anschlagelement (52) den Ausfluss der Flüssigkeit von der besagten Öffnung (44) in Richtung der besagten Pumpkammer (24) verhindert. 25
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das besagte bewegliche Organ (40) eine äußere Form besitzt, die im Wesentlichen zylindrisch mit kreisförmigen Querschnitt oder kegelförmig ist. 30
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagte Öffnung (44) eine zylindrische Form besitzt. 35
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagte Öffnung (44) eine Form besitzt, die aus zwei Pyramiden mit viereckigen Grundflächen gebildet ist, wobei die Grundflächen die Enden der besagten Öffnung bilden, wobei die zentrale Zone der besagten Öffnung den zwei Pyramiden zugeordnet ist. 40
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die besagte Öffnung (44) ein Volumen aufweist, das höchstens gleich einem Fünftel des Einheitsvolumens des Pumpvorgangs ist. 45
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das besagte zwischenliegende Plättchen (18) aus Silizium hergestellt ist und dass das Ventil (28) darüber hinaus eine erste Schicht 55

(54) aus Siliziumoxid umfasst, die mindestens die Oberfläche des zweiten Endes (46) des beweglichen Organs bedeckt, geeignet zur Wiederaufnahme des Kontakts mit dem besagten Plättchen (12, 20), das den Ventilsitz bildet, um einen Zusammenschluss zwischen dem besagten Ventil (28) und dem besagten Plättchen (12, 20) während der geschlossenen Position des Ventils zu verhindern.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ventil (28) darüber hinaus eine zweite Schicht (56) aus Siliziumoxid umfasst, die sich mindestens auf der Außenfläche des Ventils (28) erstreckt, auf Höhe der Zone des membranförmigen Teils (42), die an das bewegliche Organ (40) angrenzt und die in Richtung des Plättchens (12, 20) gewandt ist, das den Ventilsitz bildet, um eine Vorspannung zu erzeugen, die in der Ruheposition des Ventils das Ventil (28) zwingt, in gegen das besagte Plättchen (12, 20) geschlossener Position zu sein. 10
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das besagte zwischenliegende Plättchen (18) eine im Wesentlichen konstante zwischen 0,3 und 0,5 mm liegende Dicke besitzt. 15
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das besagte membranförmige Teil (42) eine im Wesentlichen konstante zwischen 10 und 50 µm liegende Dicke besitzt. 20
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das besagte membranförmige Teil (42) einen Absatz (60) im Bereich seiner Oberfläche aufweist, der dem in der Nähe des membranförmigen Teils (42) angeordneten Plättchen (12, 20) zugewandt ist, wobei er einen ersten Bereich (42a) abgrenzt, der näher an dem besagten Plättchen (12, 20) ist als ein an das besagte bewegliche Organ (40) angrenzender zweiter Bereich (42b). 25
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der besagte Absatz (60) kreisförmig und zentriert um die besagte Öffnung (44) herum ist, wobei die besagten ersten und zweiten Bereiche (42a, 42b) des besagten membranförmigen Teils (42) konzentrische Ringe bilden. 30
13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberfläche des besagten ersten Bereichs (42a), die dem besagten in der Nähe des membranförmigen Teils (42) angeordneten Plättchen (12, 20) zugewandt ist, und das freie Ende der besagten Anschlagelemente (52) gleich 35

weit von dem besagten Plättchen (12, 20) entfernt sind.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der das membranförmige Teil (42) von dem nächstgelegenen Plättchen (12, 20) trennende maximale Abstand zwischen 3 und 20 µm umfasst. 40
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis zwischen dem maximalen Abstand einerseits, der das membranförmige Teil (42) von dem nächstgelegenen Plättchen (12, 20) trennt, und der Dicke des zwischenliegenden Plättchens (18) andererseits geringer ist als 1/20. 45
16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das besagte membranförmige Teil (42), das erste Ende des beweglichen Organs und der Ausgang der Öffnung (44) an das erste Plättchen (12) angrenzen, und dass der Ausgang der Öffnung (44) unmittelbar in die Pumpkammer (24) mündet. 50
17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das besagte membranförmige Teil (42), das erste Ende des beweglichen Organs und der Ausgang der Öffnung (44) an das zweite Plättchen (20) angrenzen, und dass der Ausgang der Öffnung (44) mit der besagten Pumpkammer mittels einer zusätzlichen Öffnung (64) verbunden ist, welche die ganze Dicke des zwischenliegenden Plättchens (18) durchsetzt. 55

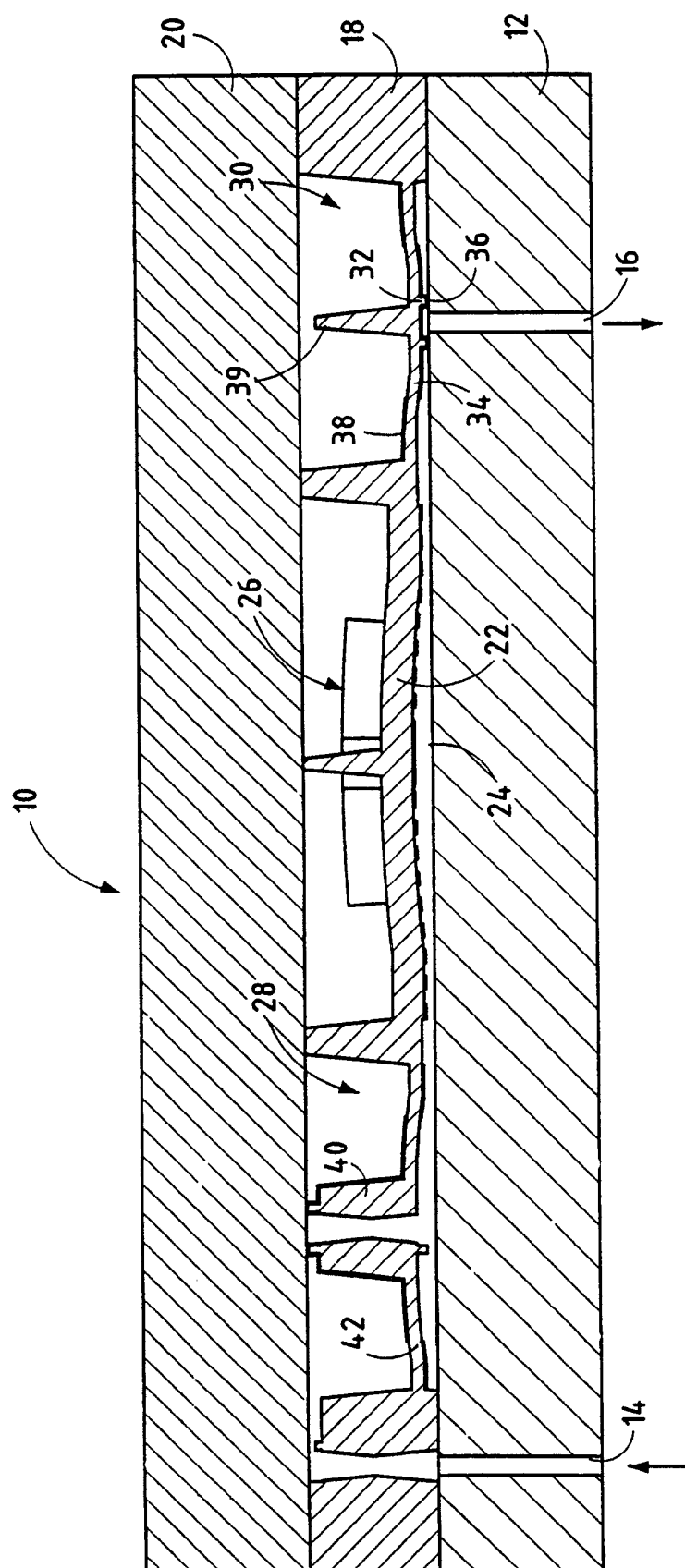


FIG.1

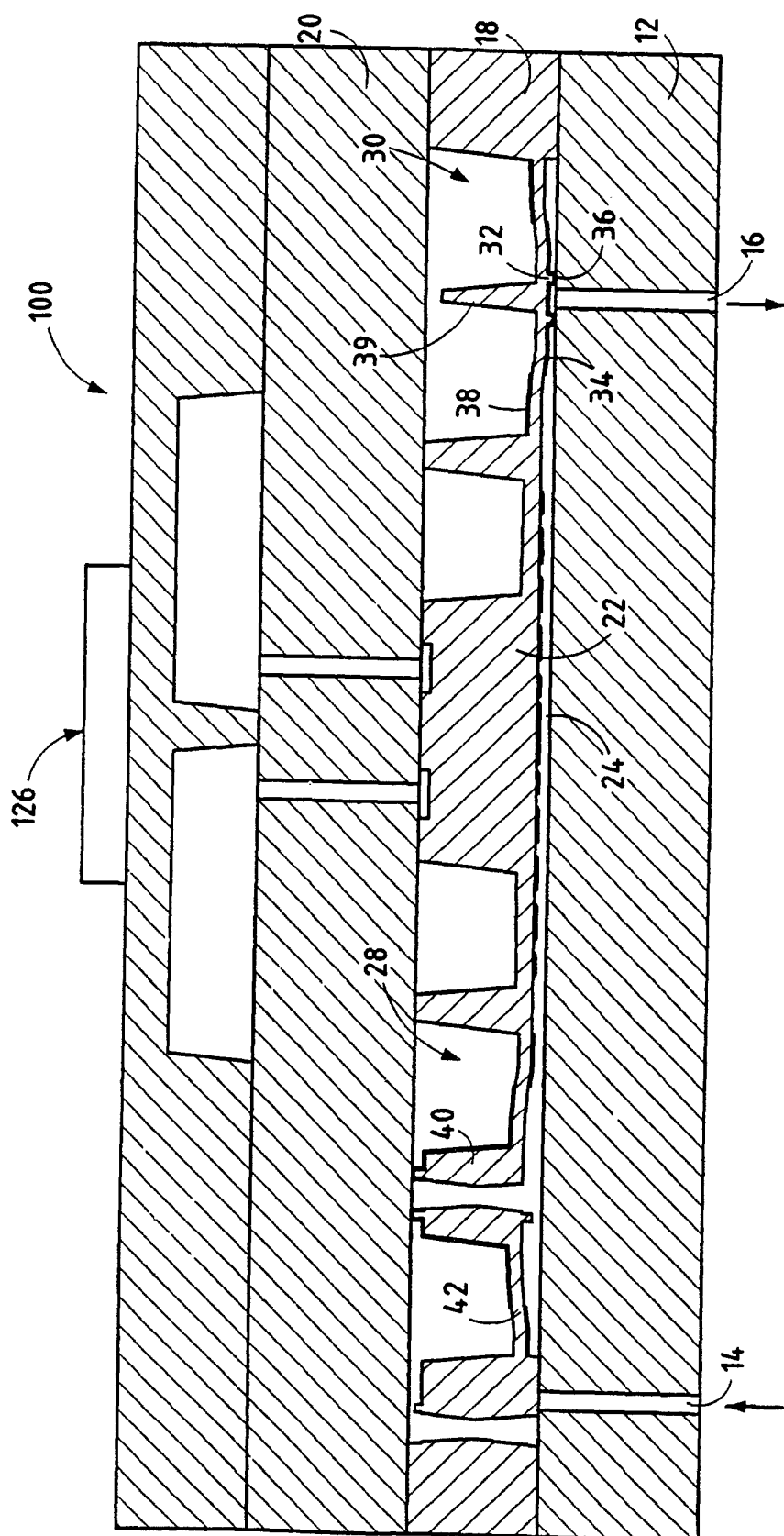
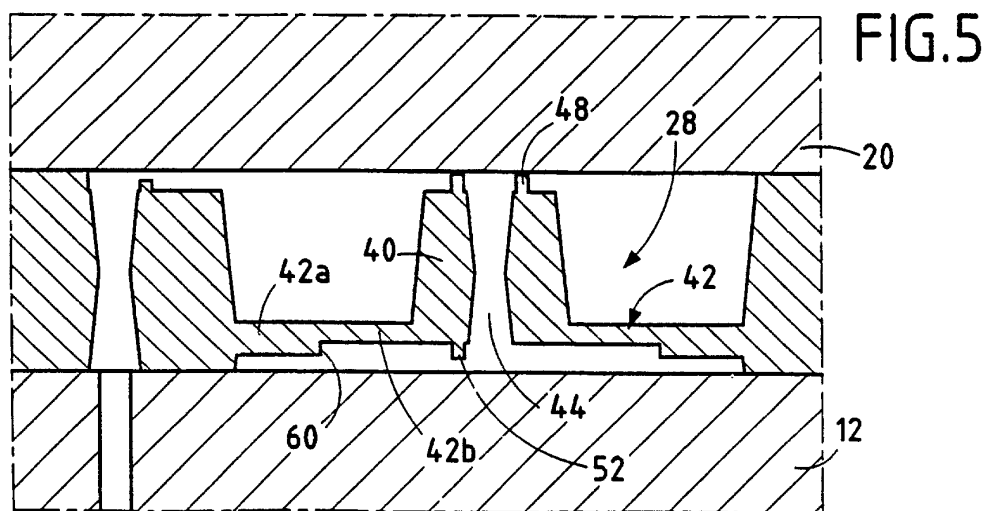
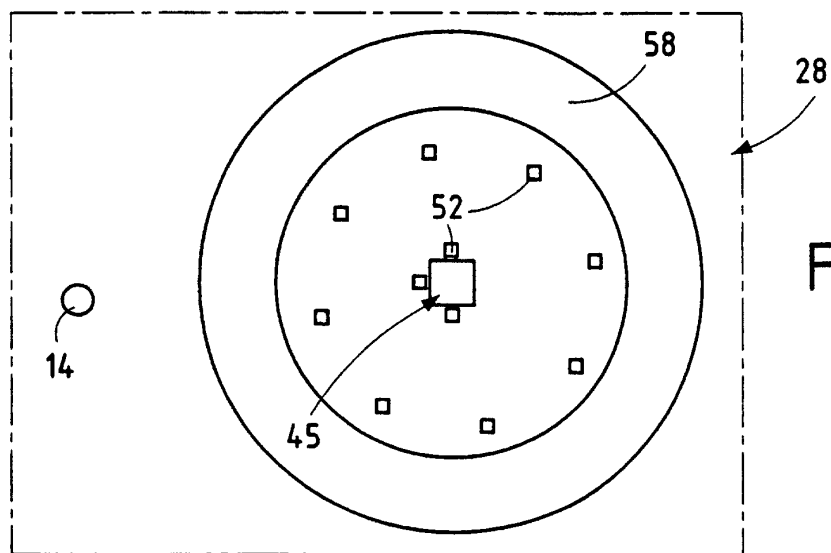
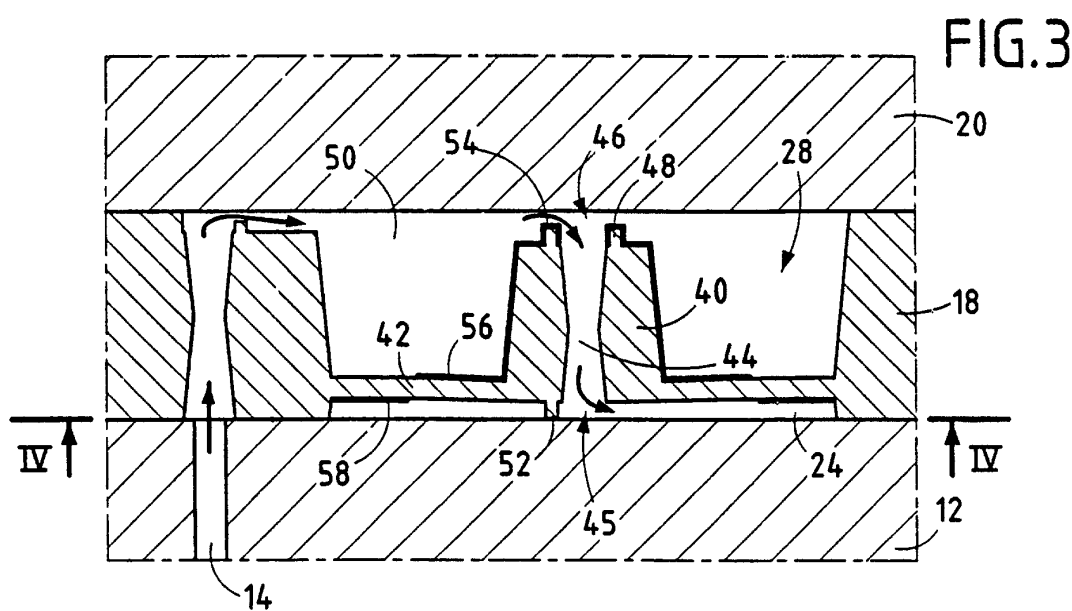


FIG.2



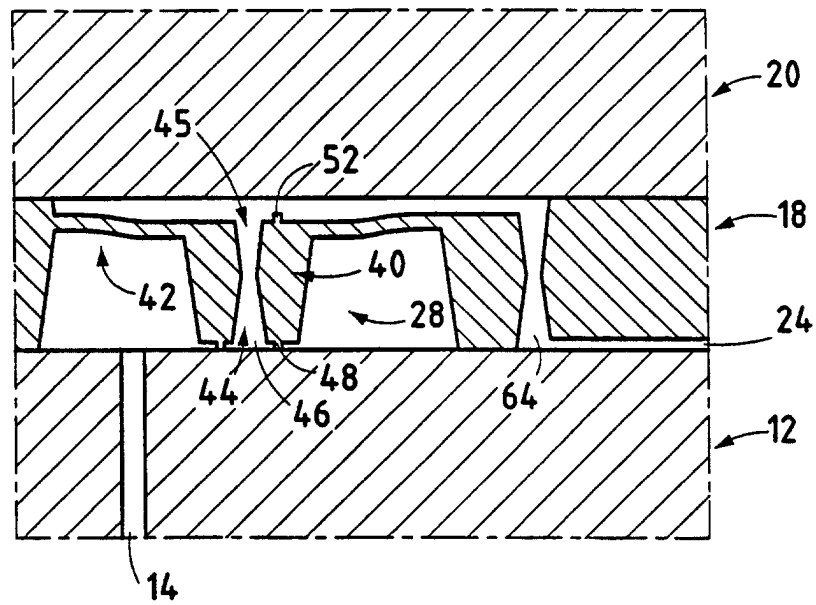


FIG.6