



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 951 617 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
29.01.2003 Bulletin 2003/05

(21) Numéro de dépôt: **97954671.0**

(22) Date de dépôt: **19.12.1997**

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

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP97/07278

(87) Numéro de publication internationale:
WO 98/029661 (09.07.1998 Gazette 1998/27)

(54) **MICROPOMPE AVEC PIECE INTERMEDIAIRE INTEGREE**

MICROPUMPE MIT EINGEBAUTEM ZWISCHENSTÜCK

MICROPUMP WITH A BUILT-IN INTERMEDIATE PART

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

(30) Priorité: **31.12.1996 FR 9616278**

(43) Date de publication de la demande:
27.10.1999 Bulletin 1999/43

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

(72) Inventeurs:
• **REY-MERMET, Gilles
CH-1870 Monthey (CH)**

• **VAN LINTEL, Harald
CH-1006 Lausanne (CH)**
• **MAILLEFER, Didier
CH-1092 Belmont (CH)**

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

(56) Documents cités:
EP-A- 0 465 229 WO-A-95/18307
WO-A-95/19502 DE-A- 4 422 972

EP 0 951 617 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 une micropompe et son procédé de fabrication, cette micropompe comportant au moins une plaquette de base, au moins une plaquette supérieure et une plaquette intermédiaire intercalée entre les deux autres plaquettes et constituée en un matériau usinable de manière à définir une chambre de pompage, au moins un organe de contrôle d'entrée d'un fluide pour relier la chambre de pompage avec au moins une entrée de la micropompe, et au moins un organe de contrôle de sortie dudit fluide pour relier la chambre de pompage avec au moins une sortie de la micropompe, la chambre de pompage comprenant une paroi mobile usinée dans la plaquette intermédiaire, ladite paroi mobile étant apte à se déplacer suivant deux sens opposés lors de l'aspiration ou de l'expulsion dudit fluide dans la chambre de pompage, la plaquette supérieure étant munie d'au moins un orifice reliant une cavité avec au moins une partie de la paroi mobile, des moyens d'actionnement fixés sur la face libre de la plaquette supérieure étant prévus pour déplacer ladite paroi mobile afin de provoquer une variation périodique du volume de la chambre de pompage, lesdits moyens d'actionnement comprenant une plaquette d'actionnement constituée d'un matériau usinable de manière à définir une zone mobile.

[0002] Dans certaines micropompes de l'art antérieur que l'on nomme "PIN-TYPE", un des éléments des moyens d'actionnement est constitué par une pièce intermédiaire qui est destinée à mettre en contact le dispositif piézoélectrique avec la paroi mobile de la chambre de pompage. La fabrication par micro-usinage de cette pièce intermédiaire et son montage dans le dispositif de micropompe requièrent une grande précision afin d'obtenir une micropompe fonctionnant de façon sûre et régulière.

[0003] Une telle micropompe est décrite, par exemple, dans la demande internationale WO 9518307 de la Société WESTONBRIDGE. La figure 1 représente un des modes de réalisation de la micropompe décrite dans le document précité. Cette micropompe comprend une plaquette de base 82, une plaquette intermédiaire 86, une plaquette supérieure 88, des éléments d'actionnement 87 destinés à coopérer avec le dispositif piézoélectrique 80 et une pièce intermédiaire 84 en forme de punaise reliée par sa tête plate aux éléments d'actionnement 87.

[0004] On comprend que l'utilisation d'une telle pièce intermédiaire 84, nécessaire au bon fonctionnement de la micropompe, entraîne des complications importantes lors de la fabrication de cette micropompe.

[0005] L'objectif de la présente invention est de fournir une micropompe présentant une pièce intermédiaire dont la fabrication soit simplifiée tout en permettant d'obtenir une micropompe fonctionnant de façon fiable et constante.

[0006] Conformément à l'invention, ce but est atteint

grâce au fait que ladite plaquette d'actionnement est constituée d'un matériau usinable de manière à définir ladite cavité, une pièce intermédiaire usinée dans la plaquette supérieure étant fixée sur la plaquette d'actionnement de façon à établir un contact avec la paroi mobile.

[0007] On comprend que la fabrication de la pièce intermédiaire à partir de la plaquette supérieure évite de fabriquer la pièce intermédiaire indépendamment de tous les autres éléments de la micropompe de sorte que cette pièce intermédiaire s'intègre parfaitement dans la micropompe comme il sera expliqué par la suite.

[0008] L'invention sera mieux comprise et des caractéristiques secondaires et leurs avantages apparaîtront au cours de la description de deux modes de réalisation donnés ci-dessous à titre d'exemple.

[0009] Il sera fait référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1, précédemment décrite, représente la coupe d'une micropompe de l'art antérieur ;
- la figure 2 représente schématiquement et partiellement, en coupe, un premier mode de réalisation de la micropompe selon l'invention ;
- la figure 3 est une figure analogue à la figure 2 représentant un deuxième mode de réalisation de la micropompe selon l'invention ;
- les figures 4A à 4D représentent certaines étapes de fabrication d'une micropompe selon un procédé de fabrication préférentiel ; et
- les figures 5A à 5F représentent les différentes étapes du procédé de fabrication d'une micropompe selon l'invention.

[0010] Les coupes partielles et schématiques des deux modes préférentiels de réalisation d'une micropompe illustrées sur les figures 1 et 2 représentent uniquement la partie centrale d'une micropompe telle qu'elle est délimitée par la zone A de la figure 1.

[0011] Si l'on se reporte à la figure 2, la partie centrale de cette micropompe comprend une plaquette de base 1 et une plaquette supérieure 2 qui sont, de préférence, en verre tel que du Pyrex. Entre ces deux plaquettes 1 et 2 est intercalée la plaquette intermédiaire 3 qui délimite, avec la plaquette de base 1, la chambre de pompage 4. La partie centrale de la plaquette intermédiaire 3 constitue une paroi mobile 5 destinée à permettre la variation du volume de la chambre de pompage 4 sous l'action d'un dispositif piézoélectrique 6 surmontant la micropompe.

[0012] Une plaquette d'actionnement 7 est intercalée et fixée entre le dispositif piézoélectrique 6 et la plaquette supérieure 2 en créant une cavité 8 entre la plaquette d'actionnement 7 et la plaquette supérieure 2.

[0013] Une face libre 9 de la plaquette supérieure 2 est fixée, de préférence, par soudage anodique à une portion de la plaquette d'actionnement 7, de part et d'autre de la cavité 8. Du côté opposé à la cavité 8, la

face libre 10 de la plaquette d'actionnement 7 est reliée au dispositif piézoélectrique, dans le prolongement de la partie centrale de la cavité 8. Entre le dispositif piézoélectrique 6 et la partie centrale de la cavité 8, la partie centrale de la plaquette d'actionnement 7 constitue une zone mobile 11.

[0014] La cavité 8 se prolonge au niveau de la plaquette supérieure 2 par un orifice de liaison 12 de forme annulaire entourant une pièce intermédiaire 13 réalisée à partir de la même pièce d'origine que la plaquette supérieure 2.

[0015] La cavité 8 possède également une forme annulaire et entoure une portion de la zone mobile 11 fixée à la pièce intermédiaire 13. A la périphérie de l'orifice de liaison 12, la plaquette supérieure 2 est en contact simple, sans fixation, avec la paroi mobile 5 (zone 16 formant butoir) de façon à bloquer tout mouvement de la paroi mobile 5 au-delà de cette zone de contact. Cette fixation est de préférence évitée grâce à une couche isolante recouvrant la zone 16 formant butoir de la plaquette supérieure 2, cette couche étant par exemple en oxyde de silicium.

[0016] On distingue également une cavité intermédiaire 14 annulaire entre la plaquette supérieure 2 et la plaquette intermédiaire 3, cette cavité intermédiaire étant issue du retrait de matière de la plaquette intermédiaire 3, se trouvant dans le prolongement d'une portion de la cavité 8, de l'autre côté de la plaquette supérieure 2, et placée à l'extérieur par rapport à l'orifice de liaison 12.

[0017] De la même façon que la zone 16 formant butoir limite le mouvement ascensionnel de la paroi mobile 5, des butées 17, fixées sur la face de la paroi mobile 5 située en regard de la chambre de pompage 4, limitent le mouvement de descente de la paroi mobile 5.

[0018] Il est à noter que la plaquette supérieure 2 et la plaquette intermédiaire 3 sont fixées, de préférence par soudage anodique, l'une à l'autre dans les zones de contact situées à l'extérieur par rapport à la cavité intermédiaire 14. Les plaquettes intermédiaires 3 et d'actionnement 7 sont, de préférence, constituées en un semi-conducteur tel que le silicium.

[0019] De préférence, les moyens d'actionnement, se composant notamment du dispositif piézoélectrique 6, la pièce intermédiaire 13 et la paroi mobile 5 sont centrées autour d'un même axe.

[0020] Du fait que la pièce intermédiaire 13 et la plaquette supérieure 2 proviennent de la même plaquette initiale, on comprend que la fabrication du dispositif de micropompe est considérablement simplifiée, que les problèmes de tolérance et de compatibilité entre les différents éléments constitutifs de cette micropompe sont fortement minimisés, voire éliminés. En effet, l'épaisseur de la pièce intermédiaire 13 étant forcément identique à l'épaisseur de la plaquette supérieure 2, lors de l'assemblage, l'ajustage entre les pièces du dispositif de micropompe est alors possible avec un haut degré de précision.

[0021] Le premier mode de réalisation préférentiel illustré à la figure 2 prévoit que la plaquette intermédiaire 3 et la plaquette d'actionnement 7 délimitent un espace étanche, composé de la cavité 8, de l'orifice de liaison 12 et de la cavité intermédiaire 14, un vide partiel pouvant être instauré au sein de cet espace étanche.

[0022] L'étanchéité de l'espace précité est rendue possible par l'ajustage de très grande précision entre les pièces composant la micropompe (zone mobile 11 de la plaquette d'actionnement 7, plaquette supérieure 2, pièce intermédiaire 13, et paroi mobile 5). L'identité stricte entre l'épaisseur de la pièce intermédiaire 13 et la plaquette supérieure 2 est une caractéristique très importante pour obtenir un bon ajustement entre les pièces, ce qui permet l'étanchéité de l'espace précité.

[0023] Selon une caractéristique avantageuse, la présence d'un vide partiel dans l'espace étanche 8, 12, 14 permet de tirer la paroi mobile 5 de la chambre de pompage 4 en direction de la plaquette supérieure 2.

[0024] Si un vide partiel est instauré dans l'espace étanche 8, 12, 14, il est préférable de ne pas fixer la pièce intermédiaire 13 à la paroi mobile 5 afin de ne pas créer de contraintes résiduelles au niveau de cette fixation.

[0025] Selon un deuxième mode de réalisation préférentiel représenté à la figure 3, l'espace étanche 8, 12, 14 ne peut pas être mis sous vide partiel mais un conduit 15 relie cette espace étanche à l'extérieur de la micropompe. De façon préférentielle, ce conduit 15 est réalisé dans la partie supérieure de la plaquette d'actionnement 7 et communique avec la cavité 8 en reliant celle-ci avec l'extérieur de la partie de la micropompe représentée sur la figure 3 de sorte que l'espace défini précédemment présente une pression égale à celle de l'espace extérieur dans lequel le conduit 15 débouche, cette pression pouvant être la pression atmosphérique.

[0026] Dans le cas où l'on prévoit un conduit 15 reliant l'espace étanche 8, 12, 14 avec l'extérieur de la pompe, si l'on souhaite tirer la paroi mobile 5 en direction de dispositif piézoélectrique 6, il est nécessaire de fixer la pièce intermédiaire 13 à la paroi mobile 5, cette fixation pouvant être réalisée par soudage anodique.

[0027] Trois procédés de fabrication préférentiels d'une micropompe selon l'invention telle qu'elle a été décrite précédemment vont maintenant être présentés.

[0028] Quel que soit le procédé de fabrication parmi les trois procédés qui vont être présentés, on doit tout d'abord fournir une plaquette d'actionnement 7, une plaquette supérieure 2, un dispositif d'actionnement et un ensemble plaquette intermédiaire 3 - plaquette de base 1 dans lequel la plaquette intermédiaire 3 est fixée à la plaquette de base 1, une chambre de pompage 4 étant formée entre ces deux plaquettes, par exemple par usinage préalable de la plaquette intermédiaire 3.

[0029] Selon un premier procédé de fabrication d'une micropompe selon l'invention, on effectue les étapes suivantes :

- a) usinage de la plaquette d'actionnement 7 de façon à créer la cavité 8,
- b) fixation de la plaquette d'actionnement 7 à la plaquette supérieure 2,
- c) usinage de la plaquette supérieure 2 de façon à créer l'orifice de liaison 12 et la pièce intermédiaire 13,
- d) fixation de l'ensemble plaquette supérieure 2 - plaquette d'actionnement 7 à l'ensemble plaquette intermédiaire 3 - plaquette de base 1, et
- e) fixation d'un dispositif d'actionnement, tel que piézoélectrique 6, à la plaquette d'actionnement 7.

[0030] Une solution favorable tant qu'à la technique de fabrication prévoit, dans le cas du premier procédé de fabrication, que l'usinage de l'orifice de liaison 12 est obtenu par procédé d'usinage électro-érosif ou EDM (Electro Discharge Machining), par procédé d'usinage aux ultrasons ou UD (Ultrasonic Drilling) ou par attaque chimique du verre.

[0031] Selon un deuxième procédé de fabrication d'une micropompe, il est possible, par un usinage de l'orifice de liaison 12 et de la pièce intermédiaire 13 en deux étapes, d'obtenir une meilleure précision sur les côtes des différents éléments de la micropompe afin que celle-ci présente un fonctionnement plus fiable.

[0032] Selon ce deuxième procédé de fabrication, on effectue les étapes suivantes :

- a) usinage de la plaquette d'actionnement 7 de façon à créer la cavité 8,
- b) usinage de la plaquette supérieure 2 de façon à créer partiellement l'orifice de liaison 12 et la pièce intermédiaire 13,
- c) fixation de la plaquette d'actionnement 7 à la plaquette supérieure 2,
- d) usinage de la plaquette supérieure 2 de façon à achever la création de l'orifice de liaison 12 et la pièce intermédiaire 13,
- e) fixation de l'ensemble plaquette supérieure 2 - plaquette d'actionnement 7 à l'ensemble plaquette intermédiaire 3 - plaquette de base 1, et
- f) fixation d'un dispositif d'actionnement, tel que piézoélectrique 6, à la plaquette d'actionnement 7.

[0033] Il est ici avantageusement possible que l'usinage partiel de la plaquette supérieure 2 soit pratiqué par procédé d'usinage électro-érosif (EDM) ou par procédé d'usinage aux ultrasons (UD).

[0034] Il est par ailleurs possible que l'achèvement de la création de l'orifice de liaison 12 et de la pièce intermédiaire 13 soit pratiqué par attaque chimique de la plaquette supérieure 2.

[0035] D'autre part, comme il est illustré sur les figures 4A à 4D, dans le cadre du deuxième procédé de fabrication de la micropompe, il est possible de déposer une ou plusieurs couches métalliques sur une face de la plaquette supérieure 2 avant d'entamer la création de

l'orifice de liaison 12 et de la pièce intermédiaire 13 (étape b) par usinage de cette face. En fait, la ou les couches métalliques peuvent se situer sur l'une ou l'autre des deux faces de la plaquette supérieure 2 : sur la face subissant la création partielle de l'orifice 12 et de la pièce 13 ou sur la face usinée lors de l'achèvement de la création de cet orifice mais dans tous les cas cette ou ces couches métalliques sont du côté opposé à la plaquette d'actionnement 7.

[0036] Comme illustré sur la figure 4A, on dépose une couche de chrome 2a, suivie d'une couche de cuivre 2b, sur la plaquette supérieure 2. Ensuite, (figure 4B), on usine la plaquette supérieure 2 de façon à créer partiellement l'orifice de liaison 12 de la pièce intermédiaire 13, cet usinage partiel ne portant pas sur toute l'épaisseur de la plaquette supérieure 2. Comme on le voit sur la figure 4C qui correspond à l'étape c) du deuxième procédé de fabrication, la plaquette d'actionnement 7, déjà usinée et présentant la cavité 8, est fixée à la plaquette supérieure 2, par exemple par soudage anodique du côté opposé à celui portant les couches métalliques. La figure 4D illustre l'étape d) du deuxième procédé de fabrication et montre qu'un usinage supplémentaire de la plaquette supérieure 2 permet d'achever la création de l'orifice de liaison 12 annulaire entourant la pièce intermédiaire 13 de sorte que l'orifice de liaison 12 communique avec la cavité 8 et que la pièce intermédiaire 13 soit solidaire de la plaquette d'actionnement 7 au niveau de la zone centrale de la zone mobile 11.

[0037] Un troisième procédé de fabrication d'une micropompe permettant de minimiser les tolérances d'épaisseur, notamment au niveau de la plaquette supérieure 2 et de la pièce intermédiaire 13, va maintenant être présenté en relation avec les figures 5A à 5F.

[0038] Selon ce troisième procédé de fabrication, on effectue les étapes suivantes :

- a) dépôt d'une couche de maintien 18 sur une face de la plaquette supérieure 2 (figure 5B),
- b) usinage de la plaquette supérieure 2 sur la face opposée à la face en contact avec la couche de maintien 18 de façon à créer l'orifice de liaison 12 et la pièce intermédiaire 13, la couche de maintien 18 pouvant être également usinée (figure 5C), mais que partiellement,
- c) fixation de la plaquette d'actionnement 7 sur la face de la plaquette supérieure 2 qui est opposée à la face en contact avec la couche de maintien 18 (figure 5D),
- d) retrait de la couche de maintien 18 (figure 5E),
- e) fixation de l'ensemble plaquette supérieure 2 - plaquette d'actionnement 7 à l'ensemble plaquette intermédiaire 3 - plaquette de base 1 (figure 5F), et
- f) fixation d'un dispositif d'actionnement, tel que piézoélectrique 6, à la plaquette d'actionnement 7.

[0039] Dans ce troisième procédé de fabrication, la couche de maintien 18 permet la réalisation par usinage

en une seule étape de l'orifice de liaison 12 et de la pièce intermédiaire 3 tout en permettant que la plaquette supérieure 2 et la pièce intermédiaire 13 restent tout à fait alignées au cours du processus de fabrication.

[0040] De façon préférentielle, la couche de maintien est un polymère ou un métal et les plaquettes constituant le dispositif de micropompe sont fixées entre elles, le cas échéant, par soudage anodique.

[0041] Les trois procédés de fabrication qui viennent d'être décrits conviennent à la réalisation du premier ou du deuxième mode de réalisation de la micropompe telles qu'elles sont représentées sur les figures 2 et 3.

[0042] Dans le cas du premier mode de réalisation de micropompe représenté à la figure 2, en plus des étapes de procédé mentionnées précédemment, de façon préférentielle mais non obligatoire, on instaure un vide partiel au sein de l'espace étanche constitué de la cavité 8, de l'orifice de liaison 12 et de la cavité intermédiaire 14.

[0043] Dans le cas du deuxième mode de réalisation représenté à la figure 3, en plus des étapes de procédé mentionnées précédemment, on usine un conduit 15 reliant l'espace étanche formé par la cavité 8, l'orifice de liaison 12 et la cavité intermédiaire 14, cet espace étant délimité par la plaquette intermédiaire 3 et la plaquette d'actionnement 7, à l'extérieur de la micropompe. De façon préférentielle, lors de la fixation de l'ensemble plaquette supérieure 2 - plaquette d'actionnement 7 à l'ensemble plaquette intermédiaire 3 - plaquette de base 1, on fixe la pièce intermédiaire 13 sur la paroi mobile 5, par exemple par soudage anodique.

Revendications

1. Micropompe comportant au moins une plaquette de base (1), au moins une plaquette supérieure (2) et une plaquette intermédiaire (3) intercalée entre les deux autres plaquettes (1,2) et constituée en un matériau usinable de manière à définir une chambre de pompage (4), au moins un organe de contrôle d'entrée d'un fluide pour relier la chambre de pompage (4) avec au moins une entrée de la micropompe, et au moins un organe de contrôle de sortie du dit fluide pour relier la chambre de pompage (4) avec au moins une sortie de la micropompe, la chambre de pompage comprenant une paroi mobile (5) usinée dans la plaquette intermédiaire (3), la dite paroi mobile (5) étant apte à se déplacer suivant 2 sens opposés tors de l'aspiration ou de l'expulsion du dit fluide dans la chambre de pompage (4), la plaquette supérieure étant munie d'au moins un orifice (12) reliant une cavité (8) avec au moins une partie de la paroi mobile (5), des moyens d'actionnement (6,7,13) fixés sur la face libre (9) de la plaquette supérieure (2) étant prévus pour déplacer la dite paroi mobile (5) afin de provoquer une variation périodique du volume de la chambre de pompage (4), lesdits moyens d'actionnement comprenant

une plaquette d'actionnement (7) constituée d'un matériau usinable de manière à définir une zone mobile (11), **caractérisés par le fait que** ladite plaquette d'actionnement (7) est constituée d'un matériau usinable de manière à définir la dite cavité (8) ; une pièce intermédiaire (13), usinée dans la plaquette supérieure (2) étant fixée sur la plaquette d'actionnement (7) de façon à établir un contact avec la paroi mobile (5).

2. Micropompe selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** la pièce intermédiaire (13) est fixée à la paroi mobile (5).

3. Micropompe selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** la plaquette intermédiaire (3) et la plaquette d'actionnement (7) délimitent un espace étanche (8,12,14)

4. Micropompe selon la revendication 3, **caractérisée par le fait que** l'on instaure un vide partiel au sein de l'espace étanche (8,12,14).

5. Micropompe selon la revendication 2, **caractérisée par le fait qu'un** conduit (15) relie l'espace étanche (8,12,14) avec l'extérieur de la micropompe.

6. Micropompe selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée par le fait que** des moyens (16,17) limitent le déplacement de la paroi mobile (5).

7. Micropompe selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée par le fait que** les moyens d'actionnement (6,7,13) se composent notamment d'un dispositif piezo-électrique (6).

8. Micropompe selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée par le fait que** les plaquettes de base (1) et supérieure (2) sont constituées en verre tel que pyrex.

9. Micropompe selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée par le fait que** les plaquettes intermédiaires (3) et d'actionnement (7) sont constituées en un métal tel que le silicium.

10. Micropompe selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée par le fait que** les moyens d'actionnement (6), la pièce intermédiaire (13) et la paroi mobile (5) sont centrés autour d'un même axe.

11. Procédé de fabrication d'une micropompe telle que décrite dans la revendication 1, dans lequel on effectue les étapes suivantes :

a) Usinage de la plaquette d'actionnement (7)

- de façon à créer la cavité (8),
 b) Fixation de la plaquette d'actionnement (7) à la plaquette supérieure (2),
 c) Usinage de la plaquette supérieure (2) de façon à créer l'orifice de liaison (12) et la pièce intermédiaire (13),
 d) Fixation de l'ensemble plaquette supérieure (2)-plaquette d'actionnement (7) à l'ensemble plaquette intermédiaire (3)-plaquette de base (1), et
 e) Fixation d'un dispositif d'actionnement, tel que piezo-électrique (6), à la plaquette d'actionnement (7).
12. Procédé selon la revendication 11, **caractérisé par le fait que** l'usinage de l'orifice de liaison (12) est obtenu par procédé d'usinage électro-érosif ou EDM (Electro Discharge Machining), par procédé d'usinage aux ultrasons ou UD (Ultrasonic Drilling) ou par attaque chimique du verre.
13. Procédé de fabrication d'une micropompe telle que décrite dans la revendication 1, dans lequel on effectue les étapes suivantes :
- a) Usinage de la plaquette d'actionnement (7) de façon à créer la cavité (8)
 b) Usinage de la plaquette supérieure (2) de façon à créer partiellement l'orifice de liaison (12) et la pièce intermédiaire (13)
 c) Fixation de la plaquette d'actionnement (7) à la plaquette supérieure (2)
 d) Usinage de la plaquette supérieure (2) de façon à achever la création de l'orifice de liaison (12) et la pièce intermédiaire (13).
 e) Fixation de l'ensemble plaquette supérieure (2)-plaquette d'actionnement (7) à l'ensemble plaquette intermédiaire (3) - plaquette de base (1)
 f) Fixation d'un dispositif d'actionnement, tel que piezo-électrique (6), à la plaquette d'actionnement (7)
14. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé par le fait que** l'usinage partiel de la plaquette supérieure (2) est pratiqué par procédé d'usinage électro-érosif EDM (Electro Discharge Machining) ou par procédé d'usinage aux ultrasons ou UD (Ultrasonic Drilling).
15. Procédé selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé par le fait que** l'achèvement de la création de l'orifice de liaison (12) et de la pièce intermédiaire (13) est pratiqué par attaque chimique de la plaquette supérieure (2).
16. Procédé selon la revendication 13, **caractérisé par le fait que** l'on dépose une ou plusieurs couches métalliques (2a, 2b) sur une face de la plaquette supérieure (2) avant d'entamer la création de l'orifice de liaison (12) et de la pièce intermédiaire (13), la ou les couches métalliques étant retirées après avoir créé l'orifice de liaison (12) et la pièce intermédiaire (13).
17. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la ou les couches métalliques sont déposées sur la face de la plaquette supérieure (2) subissant la création partielle de l'orifice de liaison (12) et de la pièce intermédiaire (13).
18. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** la ou les couches métalliques sont déposées sur la face de la plaquette supérieure (2) usinée lors de l'achèvement de la création de l'orifice de liaison (12) et de la pièce intermédiaire (13).
19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, **caractérisé par le fait que** l'on dépose une couche de chrome (2a) suivie d'une couche de cuivre (2b).
20. Procédé de fabrication d'une micropompe telle que décrite dans la revendication 1, dans lequel on effectue les étapes suivantes :
- a) Dépôt d'une couche de maintien (18) sur une face de la plaquette supérieure (2),
 b) Usinage de la plaquette supérieure (2) sur la face opposée à la face en contact avec la couche de maintien (18) de façon à créer l'orifice de liaison (12) et la pièce intermédiaire (13), la couche de maintien (18) pouvant être également usinée, mais que partiellement,
 c) Fixation de la plaquette d'actionnement (7) sur la face de la plaquette supérieure (2) qui est opposée à la face en contact avec la couche de maintien (18),
 d) Retrait de la couche de maintien (18),
 e) Fixation de l'ensemble plaquette supérieure (2)-plaquette d'actionnement (7) à l'ensemble plaquette intermédiaire (3)-plaquette de base (1), et
 f) Fixation d'un dispositif d'actionnement, tel que piezo-électrique (6), à la plaquette d'actionnement (7).
21. Procédé selon la revendication 18, **caractérisé par le fait que** la couche de maintien (18) est un polymère ou un métal.
22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 19, **caractérisé par le fait que** les plaquettes sont fixées par soudage anodique.
23. Procédé selon l'une quelconque des revendications

11 à 20, **caractérisé par le fait que** lors de la fixation de l'ensemble plaquette supérieure (2)-plaquette d'actionnement (7) à l'ensemble plaquette intermédiaire (3) - plaquette de base (1), on fixe la pièce intermédiaire (13) sur la paroi mobile (5).

24. Procédé selon la revendication 21 **caractérisé par le fait que** l'on usine un conduit (15) reliant l'espace étanche (8, 12, 14) délimité par la plaquette intermédiaire (3) et la plaquette d'actionnement (7) avec l'extérieur de la micropompe.

25. Procédé selon l'une quelconque des revendications 11 à 22, **caractérisé par le fait que** l'on instaure un vide partiel au sein de l'espace étanche (8, 12, 14).

Patentansprüche

1. Mikropumpe mit zumindest einem Grundplättchen (1), zumindest einem oberen Plättchen (2) und einem Zwischenplättchen (3), das zwischen den beiden anderen Plättchen (1, 2) angeordnet ist und aus einem bearbeitbaren Material gebildet ist, so daß eine Pumpkammer (4), zumindest ein Teil zum Steuern des Eintretens eines Fluids zum Verbinden der Pumpkammer (4) mit zumindest einem Eingang der Mikropumpe und zumindest ein Teil zum Steuern des Austretens des Fluids zum Verbinden der Pumpkammer (4) mit zumindest einem Austritt der Mikropumpe gebildet sind, wobei die Pumpkammer eine in das Zwischenplättchen eingearbeitete bewegliche Wand (5) aufweist, welche sich während des Ansaugens des Fluids in die Pumpkammer (4) und der Austreibung derselben aus dieser heraus in zwei gegenläufige Richtungen zu bewegen vermag, wobei das obere Plättchen mit zumindest einer Öffnung (12) versehen ist, die einen Hohlraum (8) mit zumindest einem Teil der beweglichen Wand (5) verbindet, wobei Betätigungsmittel (6, 7, 13), welche an der freien Oberfläche (9) des oberen Plättchens (2) befestigt sind, vorgesehen sind, um die bewegliche Wand (5) zu bewegen, um eine periodische Veränderung des Volumens der Pumpkammer (4) zu bewirken, wobei die Betätigungsmittel ein Betätigungsplättchen (7) umfassen, das aus einem bearbeitbaren Material gebildet ist, wodurch ein beweglicher Bereich (11) vorgegeben wird, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß das Betätigungsplättchen (7) aus einem bearbeitbaren Material besteht, um den Hohlraum (8) zu bilden; wobei ein Zwischenteil (13), das in das obere Plättchen (2) eingearbeitet ist, an dem Betätigungsplättchen (7) derart befestigt ist, daß es mit der beweglichen Wand (5) in Berührung kommt.
2. Mikropumpe nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß das Zwischenteil (13) an

der beweglichen Wand (5) befestigt ist.

3. Mikropumpe nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß das Zwischenplättchen (3) und das Betätigungsplättchen (7) einen dichten Raum (8, 12, 14) abgrenzen.
4. Mikropumpe nach Anspruch 3, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß man im Herzen des dichten Raums (8, 12, 14) teilweise einen Leerraum vor sieht.
5. Mikropumpe nach Anspruch 2, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß eine Leitung (15) den dichten Raum (8, 12, 14) mit dem Außenraum der Mikropumpe verbindet.
6. Mikropumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß Mittel (16, 17) die Verschiebbarkeit der beweglichen Wand (5) einschränken.
7. Mikropumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß die Betätigungsmittel (6, 7, 13) insbesondere aus einer piezoelektrischen Vorrichtung (6) gebildet sind.
8. Mikropumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß das Grundplättchen (1) und das obere Plättchen (2) aus einem Glas wie etwa Pyrex gebildet sind.
9. Mikropumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß das Zwischenplättchen (3) und das Betätigungsplättchen (7) aus einem Metall wie etwa Silizium gebildet sind.
10. Mikropumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß die Betätigungsmittel (6), das Zwischenteil (13) und die bewegliche Wand (5) um eine gemeinsame Achse herum zentriert sind.
11. Verfahren zum Herstellen einer Mikropumpe, wie sie im Anspruch 1 beschrieben ist, bei welchem man die folgenden Schritte durchführt:
 - a) Bearbeiten des Betätigungsplättchens (7) in einer solchen Weise, daß man den Hohlraum (8) erzeugt,
 - b) Befestigen des Betätigungsplättchens (7) an dem oberen Plättchen (2),
 - c) Bearbeiten des oberen Plättchens (2) in einer solchen Weise, daß die Verbindungsöffnung (12) und das Zwischenteil (13) erzeugt werden,

d) Befestigen der Einheit oberes Plättchen (2) -Betätigungsplättchen (7) an der Einheit Zwischenplättchen (3)- Grundplättchen (1), und
e) Befestigen einer Betätigungsvorrichtung wie etwa einer piezoelektrischen (6), an dem Betätigungsplättchen (7).

12. Verfahren nach Anspruch 11, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß die Bearbeitung für die Verbindungsöffnung (12) mittels eines elektroerosiven Bearbeitungsverfahrens oder EDM (Bearbeitung mit elektrischer Entladung), mittels eines Bearbeitungsverfahrens mit Ultraschall oder UD (Ultraschallbohren) oder mittels chemischen Angreifens des Glases erfolgt.

13. Verfahren zum Herstellen einer Mikropumpe wie sie im Anspruch 1 beschrieben ist, bei welchem man die folgenden Schritte durchführt:

a) Bearbeiten des Betätigungsplättchens (7) in einer solchen Weise, daß der Hohlraum (8) erzeugt wird,
b) Bearbeiten des oberen Plättchens (2) in einer solchen Weise, daß die Verbindungsöffnung (12) und das Zwischenteil (13) teilweise erzeugt werden,
c) Befestigen des Betätigungsplättchens (7) an dem oberen Plättchen (2),
d) Bearbeiten des oberen Plättchens (2) in einer solchen Weise, daß man die Erzeugung der Verbindungsöffnung (12) und des Zwischen- teils (13) vollendet,
e) Befestigen der Einheit oberes Plättchen (2) -Betätigungsplättchen (7) an der Einheit Zwischenplättchen (3) - Grundplättchen (1),
f) Befestigen einer Betätigungsvorrichtung wie etwa einer piezoelektrischen (6), an dem Betätigungsplättchen (7).

14. Verfahren nach Anspruch 13, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß die teilweise Bearbeitung des oberen Plättchens (2) mittels eines elektroerosiven Bearbeitungsverfahrens oder EDM (Bearbeitung mit elektrischer Entladung) oder mittels eines Bearbeitungsverfahrens mit Ultraschall oder UD (Ultraschallbohren) erfolgt.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß die Vollendung der Erzeugung der Verbindungsöffnung (12) und des Zwischenteils (13) mittels chemischen Angreifens des oberen Plättchens (2) erfolgt.

16. Verfahren nach Anspruch 13, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß man auf einer Oberfläche des oberen Plättchens (2) eine oder mehrere metallische Schichten (2a, 2b) aufbringt, bevor man

mit der Erzeugung der Verbindungsöffnung (12) und des Zwischenteils (13) beginnt, wobei die metallische Schicht oder die metallischen Schichten entfernt werden, nachdem man die Verbindungsöffnung (12) und das Zwischenteil (13) erzeugt hat.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** die metallische Schicht oder die metallischen Schichten auf derjenigen Oberfläche des oberen Plättchens (2) aufgebracht werden, die Ziel der teilweisen Erzeugung der Verbindungsöffnung (12) und des Zwischenteils (13) ist.

18. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die metallische Schicht oder die metallischen Schichten auf derjenigen Oberfläche des oberen Plättchens (2) aufgebracht sind, die beim Vollenden der Erzeugung der Verbindungsöffnung (12) und des Zwischenteils (13) bearbeitet wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß man eine Chromschicht (2a) und anschließend eine Kupferschicht (2b) aufbringt.

20. Verfahren zum Herstellen einer Mikropumpe, wie sie im Anspruch 1 beschrieben ist, bei welchem man die folgenden Schritte durchführt:

a) Aufbringen einer Erhaltungsschicht (18) auf einer Oberfläche des oberen Plättchens (2),
b) Bearbeiten des oberen Plättchens (2) an der Oberfläche, die der mit der Erhaltungsschicht (18) in Verbindung stehenden Oberfläche entgegengesetzt ist, in einer solchen Weise, daß die Verbindungsöffnung (12) und das Zwischenteil (13) erzeugt werden, wobei die Erhaltungsschicht (18) ebenfalls, allerdings höchstens teilweise, bearbeitet werden kann,
c) Befestigen des Betätigungsplättchens (7) an der Oberfläche des oberen Plättchens (2), die der in Verbindung mit der Erhaltungsschicht (18) stehenden Oberfläche entgegengesetzt ist,
d) Entfernen der Erhaltungsschicht (18),
e) Befestigen der Einheit oberes Plättchen (2) - Betätigungsplättchen (7) an der Einheit Zwischenplättchen (3) - Grundplättchen (1), und
f) Befestigen einer Betätigungsvorrichtung, wie etwa einer piezoelektrischen (6), an dem Betätigungsplättchen (7).

21. Verfahren nach Anspruch 18, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß die Erhaltungsschicht (18) ein Polymer oder ein Metall ist.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 19, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß die Plätt-

chen **durch** Anodenschweißen befestigt werden.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 20, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß man beim Befestigen der Einheit oberes Plättchen (2) - Betätigungsplättchen (7) an der Einheit Zwischenplättchen (3) - Grundplättchen (1) das Zwischenteil (13) an der beweglichen Wand (5) befestigt.

24. Verfahren nach Anspruch 21, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß man maschinell eine Leitung (15) erzeugt, die den dichten Raum (8, 12, 14), der von dem Zwischenplättchen (3) und dem Betätigungsplättchen (7) begrenzt wird, mit dem Außenraum der Mikropumpe verbindet.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 22, **gekennzeichnet durch** die Tatsache, daß man im Herzen des dichten Raums (8, 12, 14) einen teilweise Leerraum vorsieht.

Claims

1. Micropump comprising at least one base plate (1), at least one upper plate (2) and an intermediate plate (3) interposed between the other two plates (1, 2) and made of a material machinable so as to define a pumping chamber (4), at least one fluid inlet control member for connecting the pumping chamber (4) with at least one inlet of the micropump, and at least one fluid outlet control member for connecting the pumping chamber (4) with at least one outlet of the micropump, the pumping chamber comprising a movable wall (5) machined in the intermediate plate (3), said movable wall (5) being adapted to move in two opposite directions during suction or delivery of said fluid in the pumping chamber (4), the upper plate being provided with at least one opening (12) linking a cavity (8) with at least one portion of the movable wall (5), actuation means (6, 7, 13) fixed on the free face (9) of the upper plate (2) being provided to displace said movable wall (5) in order to bring about a periodic variation of the volume of the pumping chamber (4), said actuation means comprising an actuating plate (7) constituted by a material machinable so as to define a movable area (11), **characterized by** the fact that said actuating plate (7) is constituted by a material machinable so as to define said cavity (8); an intermediate part (13) machined in the upper plate (2) being fixed on the actuating plate (7) so as to establish contact with the movable wall (5).
2. Micropump according to Claim 1, **characterized by** the fact that the intermediate part (13) is fixed to the mobile wall (5).

3. Micropump according to Claim 1, **characterized by** the fact that the intermediate plate (3) and the actuating plate (7) define a tight space (8, 12, 14).

5 4. Micropump according to Claim 3, **characterized by** the fact that a partial vacuum is established within the tight space (8, 12, 14).

10 5. Micropump according to Claim 2, **characterized by** the fact that a conduit (15) links the tight space (8, 12, 14) with the outside of the micropump.

15 6. Micropump according to any one of the preceding Claims, **characterized by** the fact that means (16, 17) limit the displacement of the movable wall (5).

20 7. Micropump according to any one of the preceding Claims, **characterized by** the fact that the actuation means (6, 7, 13) are composed in particular of a piezoelectric device (6).

8. Micropump according to any one of the preceding Claims, **characterized by** the fact that the base and upper plates (1, 2) are constituted of glass such as pyrex.

9. Micropump according to any one of the preceding Claims, **characterized by** the fact that the intermediate and actuating plates (3, 7) are constituted of a metal such as silicon.

10. Micropump according to any one of the preceding Claims, **characterized by** the fact that the actuation means (6), the intermediate part (13) and the movable wall (5) are centered about the same axis.

11. Process for manufacturing a micropump as described in Claim 1, in which the following steps are carried out:

- a) machining of the actuating plate (7) so as to create the cavity (8),
- b) fastening of the actuating plate (7) to the upper plate (2),
- c) machining of the upper plate (2) so as to create the linking opening (12) and the intermediate part (13),
- d) fastening of the upper plate (2)/actuating plate (7) assembly to the intermediate plate (3)/base plate (1) assembly, and
- e) fastening of an actuation device, such as a piezoelectric one (6), to the actuating plate (7).

12. Process according to Claim 11, **characterized by** the fact that the machining of the linking opening (12) is obtained by electro-erosive machining or EDM (Electro Discharge Machining) process, by ultrasonic machining or UD (Ultrasonic Drilling) proc-

ess or by chemical attack of the glass.

13. Process for manufacturing a micropump as described in Claim 1, in which the following steps are carried out:

a) machining of the actuating plate (7) so as to create the cavity (8),
 b) machining of the upper plate (2) so as to partially create the linking opening (12) and the intermediate part (13),
 c) fastening of the actuating plate (7) to the upper plate (2),
 d) machining of the upper plate (2) so as to terminate creation of the linking opening (12) and the intermediate part (13),
 e) fastening of the upper plate (2)/actuating plate (7) assembly to the intermediate plate (3)/base plate (1) assembly, and
 f) fastening of an actuation device, such as a piezoelectric one (6), to the actuating plate (7).

14. Process according to Claim 13, **characterized by** the fact that the partial machining of the upper plate (2) is obtained by electro-erosive machining or EDM (Electro Discharge Machining) process, or by ultrasonic machining or UD (Ultrasonic Drilling) process.

15. Process according to Claim 13 or 14, **characterized by** the fact that the termination of the creation of the linking opening (12) and of the intermediate part (13) is made by chemical attack of the upper plate (2).

16. Process according to Claim 13, **characterized by** the fact that one or more metal layers (2a, 2b) are deposited on a face of the upper plate (2) before starting the creation of the linking opening (12) and of the intermediate part (13), the metal layer or layers being removed after having created the linking opening (12) and the intermediate part (13).

17. Process according to Claim 16, **characterized in that** the metal layer or layers are deposited on the face of the upper plate (2) undergoing the partial creation of the linking opening (12) and of the intermediate part (13).

18. Process according to Claim 16, **characterized in that** the metal layer or layers are deposited on the face of the upper plate (2) machined during termination of the creation of the linking opening (12) and of the intermediate part (13).

19. Process according to any one of Claims 16 to 18, **characterized by** the fact that a layer of chromium (2a) followed by a layer of copper (2b) are deposited.

20. Process for manufacturing a micropump as described in Claim 1, in which the following steps are carried out:

a) deposit of a holding layer (18) on a face of the upper plate (2),
 b) machining of the upper plate (2) on the face opposite the face in contact with the holding layer (18) so as to create the linking opening (12) and the intermediate part (13), the holding layer (18) also being able to be machined, but only partially,
 c) fastening of the actuating plate (7) on the face of the upper plate (2) which is opposite the face in contact with the holding layer (18),
 d) removal of the holding layer (18),
 e) fastening of the upper plate (2)/actuating plate (7) assembly to the intermediate plate (3)/base plate (1) assembly,
 f) fastening of an actuation device, such as a piezoelectric one (6), to the actuating plate (7).

21. Process according to Claim 18, **characterized by** the fact that the holding layer (18) is a polymer or a metal.

22. Process according to any one of Claims 11 to 19, **characterized by** the fact that the plates are fixed by anodic welding.

23. Process according to any one of Claims 11 to 20, **characterized by** the fact that, during fastening of the upper plate (2)/actuating plate (7) assembly to the intermediate plate (3)/base plate (1) assembly, the intermediate part (13) is fixed on the movable wall (5).

24. Process according to Claim 21, **characterized by** the fact that a conduit (15) is machined, linking the tight space (8, 12, 14) defined by the intermediate plate (3) and the actuating plate (7) with the outside of the micropump.

25. Process according to any one of Claims 11 to 22, **characterized by** the fact that a partial vacuum is established within the tight space (8, 12, 14).

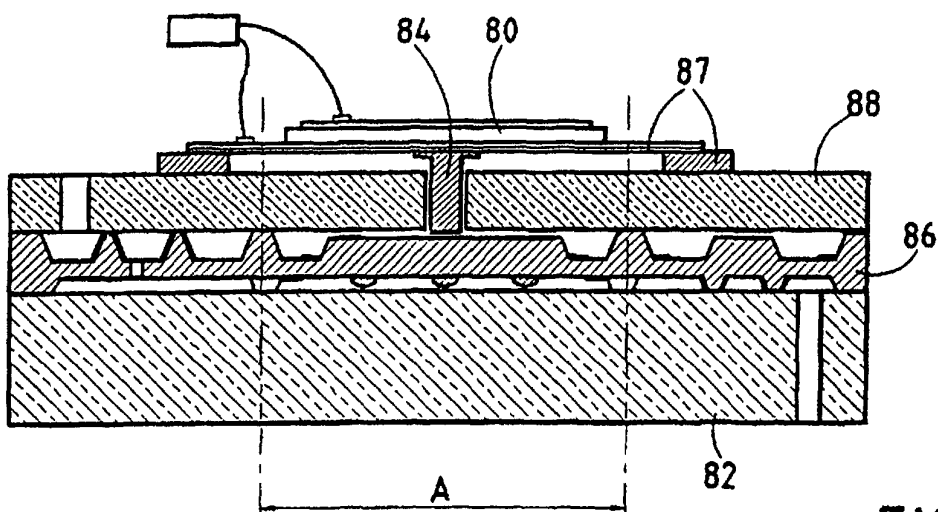


FIG. 1

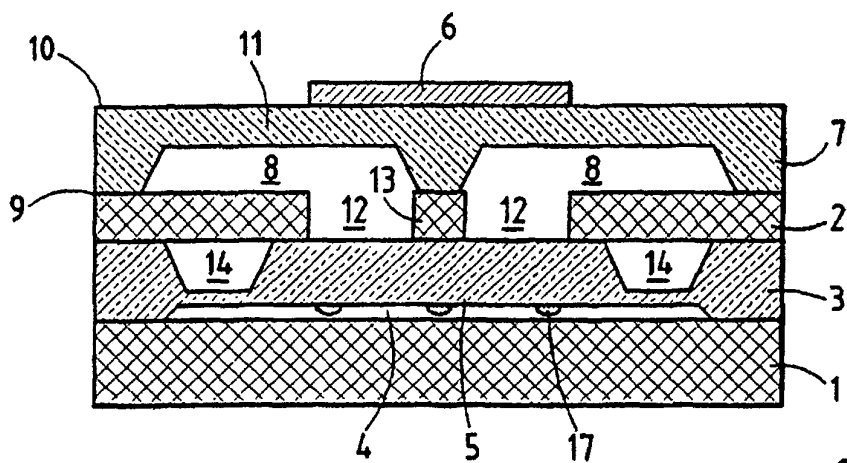


FIG. 2

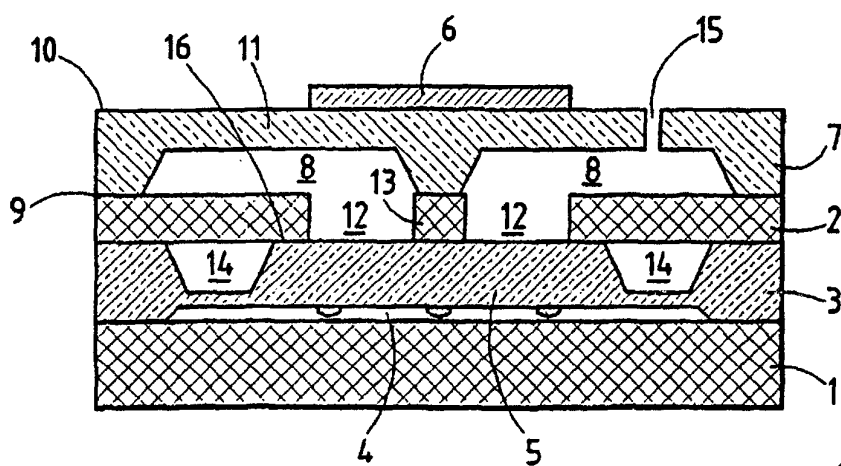


FIG. 3

