



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**24.12.2008 Bulletin 2008/52**

(51) Int Cl.:  
**F04B 43/06** <sup>(2006.01)</sup> **F04B 43/067** <sup>(2006.01)</sup>  
**F04B 45/053** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Numéro de dépôt: **07012107.4**

(22) Date de dépôt: **21.06.2007**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL BA HR MK RS**

(72) Inventeur: **Favre, Olivier**  
**1208 Genève (CH)**

(74) Mandataire: **Micheli & Cie SA**  
**122, rue de Genève**  
**CP 61**  
**1226 Thonex-Genève (CH)**

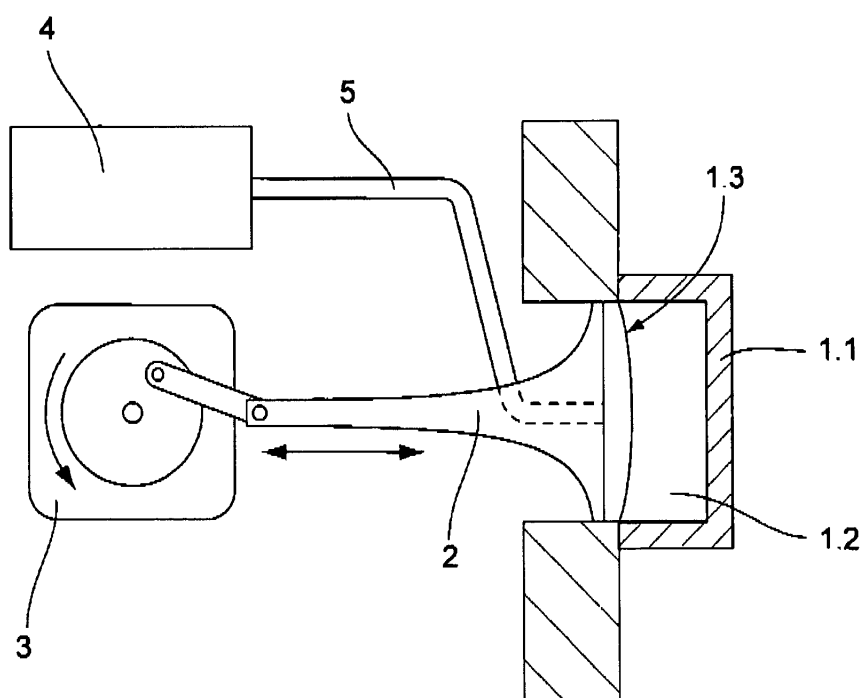
(71) Demandeur: **Infomed SA**  
**1227 Acacias (CH)**

(54) **Dispositif de circulation de fluide**

(57) Le dispositif de circulation de fluide comprend un circuit de circulation (1) du fluide à pomper présentant une cavité (1.2) rigide fermée par une membrane souple (1.3) qui coopère avec un organe d'entraînement (2) entraîné par un moteur (3) dans des mouvements de va-et-vient. La face de l'organe d'entraînement (2) destinée

à coopérer avec la membrane (1.3) est reliée par un conduit (5) à une pompe à vide (4) susceptible d'appliquer par succion la membrane (1.3) contre ladite face de l'organe d'entraînement (2) de manière à créer une liaison rigide entre l'organe d'entraînement (2) et ladite membrane (1.3) qui suit alors exactement les mouvements de va-et-vient imposés par l'organe d'entraînement (2).

**Fig.2**



## Description

**[0001]** La présente invention se rapporte à un dispositif de circulation de fluides comportant au moins une pompe à membrane pour faire circuler un fluide dans une direction et à un débit donné grâce aux mouvements de va-et-vient de la membrane coordonnés avec l'ouverture respectivement la fermeture de soupapes placées en amont et en aval de la cavité rigide dans laquelle se déplace la membrane.

**[0002]** L'art antérieur décrit de nombreuses pompes à membranes que l'on peut classer dans deux catégories: celles comportant une liaison rigide entre la membrane et son système d'entraînement et celles pour lesquelles la membrane est déplacée par l'intermédiaire d'un fluide. L'avantage de cette dernière solution est de permettre de changer de membrane à chaque utilisation et d'éviter ainsi de transmettre des éléments polluants ou contaminant au fluide entraîné. L'élasticité d'une telle liaison comporte par contre des effets négatifs sur la précision du débit du fluide pour chaque cycle de la pompe et sur sa sensibilité à des paramètres externes tels que la pression du fluide entraîné. Plus précisément, l'art antérieur décrit de nombreux systèmes utilisant des pompes comportant une membrane sur laquelle un gaz, généralement de l'air, agit de manière à créer des mouvements d'aller-retour de cette membrane qui alternativement, et combinés avec le mouvement de valves, rempli puis vide une chambre rigide fermée par cette membrane souple faisant ainsi circuler le fluide présent dans la chambre. Ces pompes, telles que décrites dans l'art antérieur comportent toutes une membrane dont la souplesse permet de faire varier le volume à disposition pour le fluide à faire circuler, une ou plusieurs soupape, ainsi qu'un réservoir rigide placé de l'autre côté de la membrane et qui reçoit le gaz destiné à actionner ladite membrane.

**[0003]** On connaît notamment du document US 5.938.634 un système de dialyse péritonéale à entraînement par pression variable comprenant des pompes à membranes et des valves servant à la propulsion et au contrôle de la direction du fluide. Du document US 5.554.011 on connaît une pompe à membrane actionnée par un vacuum comprenant un piston soumis à l'action d'un ressort de rappel.

**[0004]** L'inconvénient des dispositifs connus de circulation de fluides utilisant des pompes à membranes commandées par un fluide gazeux réside principalement dans la difficulté de connaître et de déterminer avec précision la quantité ou le volume de fluide à circuler déplacé pour chaque cycle de va-et-vient de la membrane. Cette difficulté provient notamment du fait que la variation de volume d'air, fluide compressible, utilisé pour actionner la membrane, ne correspond pas au volume de fluide à circuler déplacé par la membrane du fait de la compression de l'air, de la pression et des températures.

**[0005]** Un but de la présente invention est de réaliser un dispositif de circulation de fluide comprenant au moins une pompe à membrane dans lequel le déplacement de

la membrane, et donc le volume de fluide déplacé, puisse être connu et déterminé avec précision et sans subir d'influence significative des paramètres externes telle que la pression du fluide à faire circuler.

**[0006]** Un autre but de la présente invention est de réaliser un dispositif de circulation de fluide à plusieurs pompes à membranes simples, robustes et fiables, utilisable notamment dans le domaine médical et donc évitant tout contact entre le fluide à faire circuler et des pièces potentiellement contaminées.

**[0007]** La présente invention a pour objet un dispositif de circulation de fluide comportant au moins une pompe à membrane tendant à obvier aux inconvénients précités et comportant les caractéristiques énumérées à la revendication 1.

**[0008]** Le dessin annexé illustre schématiquement et à titre d'exemple une forme d'exécution du dispositif de circulation de fluide selon l'invention.

La figure 1 illustre schématiquement en vue et en coupe un circuit de circulation de fluide que comporte le dispositif.

La figure 2 est un schéma de principe d'une pompe à membrane qui comprend le circuit de circulation illustré à la figure 1.

La figure 3 illustre schématiquement le fonctionnement de la pompe à membrane et de soupapes branchées en amont et en aval de la pompe.

La figure 4 illustre schématiquement en perspective et en coupe les moyens d'entraînement de la pompe à membrane et des soupapes.

La figure 5 est un schéma de principe d'un capteur de pression que comporte le dispositif de circulation de fluide.

La figure 6 illustre un dispositif selon l'invention comportant plusieurs circuits de circulation de fluide.

Les figures 7 et 8 illustrent différentes formes préférentielles pour l'organe d'entraînement et la membrane d'une pompe à membrane du dispositif.

**[0009]** Un dispositif de circulation de fluide selon la présente invention comporte au moins une pompe à membrane, généralement associée à une soupape amont et une soupape aval pour définir le sens de l'écoulement de fluide pompé.

**[0010]** Contrairement aux pompes à membrane utilisées dans les dispositifs de circulation de fluides connus où la membrane est déplacée par une pression d'un fluide gazeux, la présente invention permet la réalisation d'une jonction rigide entre la membrane et un organe d'entraînement ce qui fait que les déplacements de cette membrane sont connus avec précision ce qui, à son tour permet de connaître et de régler avec précision le débit ou volume transporté du fluide à circuler.

**[0011]** La caractéristique essentielle du dispositif de circulation de fluide selon l'invention réside dans le fait que celui-ci comporte un ou plusieurs circuits de circulation de fluide comportant chacun une cavité rigide dont

une paroi est formée par une membrane, cette membrane étant maintenue par dépression contre la surface d'un organe d'actionnement ou d'un capteur.

**[0012]** Ainsi, les déplacements de la membrane sont précis et permettent une détermination du volume de liquide pompé ou de la pression du liquide pompé bien que la partie du circuit de circulation de fluide comportant la membrane puisse être amovible ou remplaçable.

**[0013]** La pompe à membrane selon l'invention comporte une cavité rigide dans laquelle la membrane se déplace sous l'action d'un organe d'entraînement mécanique actionné dans ses déplacements de va-et-vient à l'aide d'un moteur électrique, d'un moteur hydraulique, pneumatique, mécanique ou de toute autre nature. Cet organe d'entraînement, est en contact par une face avec la membrane et celle-ci est appliquée contre cette face de l'organe d'entraînement par une dépression créée entre cette membrane et cette face de cet organe d'entraînement, dépression créée par une pompe à vide annexe. De cette façon en fonctionnement la membrane suit très exactement les déplacements de l'organe d'entraînement, mais cette construction permet, lorsque le dispositif de circulation est hors service, de séparer la membrane de son organe d'entraînement pour changer le circuit de circulation du fluide qui dans un appareillage médical notamment, est un élément consommable.

**[0014]** Le lien ainsi créé est dépourvu d'élasticité et permet d'une part d'éviter un contact direct entre le fluide à faire circuler et des pièces potentiellement contaminées et d'autre part de connaître précisément, et de manière peu ou pas sensible à différents paramètres telles que pression et température, le volume déplacé par cycle d'aller-retour de la membrane comme on le verra ci-après.

**[0015]** Une telle réalisation de la pompe à membrane est avantageusement utilisable dans des dispositifs ou appareils comportant plusieurs pompes à membrane et par exemple utilisés dans le domaine médical, alimentaire, chimique ou de laboratoire.

**[0016]** Une pompe selon la présente invention obvie aux inconvénients précités des dispositifs existants puisque le gaz, ou plutôt ici le vide de gaz, est utilisé uniquement pour coller la membrane à une partie mécanique et rigide, elle-même entraînée de manière quelconque mais avec une connaissance précise du déplacement qu'elle inflige à la membrane. Du fait de la rigidité de l'ensemble, la transmission de l'effort ainsi que le déplacement ne seront pas sensibles aux paramètres habituels tel que par exemple la pression du fluide à faire circuler.

**[0017]** Une telle réalisation est particulièrement intéressante lorsqu'elle s'applique à des appareils comportant plusieurs pompes à membranes. Dans ce cas en effet il suffit d'une seule pompe à vide pour créer et maintenir le contact entre les différentes membranes et leurs systèmes d'entraînement respectifs. Le vide d'air peut être réalisé par une pompe à dépression d'un modèle quelconque qui peut être connectée à un ou plusieurs

éléments à activer, le vide pouvant être contrôlé et maintenu, même en cas de fuites légères, tout au long du processus.

**[0018]** Si de plus l'appareil est à usage médical, par exemple un appareil de dialyse, il comporte aussi habituellement plusieurs capteurs de pression et ce même principe peut être appliqué aux capteurs procurant un avantage supplémentaire. En effet, la présence de la pompe à vide permet de réaliser à moindre coût un couplage entre une membrane et le capteur par une succion de l'air entre la membrane et le capteur qui subira alors directement la force résultant de la pression du liquide présent de l'autre côté de la membrane.

**[0019]** Un dispositif selon la présente invention comporte, comme représenté aux figures 1 et 2, un circuit de circulation 1 du fluide à pomper comprenant une section 1.1 pouvant être amovible et présentant une cavité rigide 1.2 dont une paroi est constituée par une membrane 1.3. Ce circuit de circulation 1 comporte dans l'exemple illustré une soupape amont 1.4 et une soupape aval 1.5 reliés respectivement en amont et en aval de la cavité rigide 1.2 de ce circuit de circulation 1.

**[0020]** La membrane 1.3 de la section 1.1 du circuit de circulation 1 coopère avec la surface frontale d'un organe d'entraînement 2 entraîné dans un mouvement de va-et-vient par un moteur 3. La membrane 1.3 est plaquée contre la face frontale de l'organe d'entraînement 2 par une dépression créée par une pompe à vide 4 reliée par un conduit 5 à un orifice que comporte la face frontale de l'organe d'entraînement 2. Ainsi, lorsque la pompe à vide 4 est en action la dépression créée entre la face frontale de l'organe d'entraînement 2 et la membrane 1.3 assure la jonction rigide entre cette membrane 1.3 et l'organe d'entraînement 2 de sorte que la membrane 1.3 suivra exactement tous les déplacements de cet organe d'entraînement 2.

**[0021]** Dans un mode d'exécution préféré le moteur d'entraînement 3 est un moteur électrique dont le rotor est relié par une liaison par bielle et manivelle à l'organe d'entraînement 2. Ainsi, le mouvement de rotation du moteur 3 transformé en un mouvement de va-et-vient de l'organe d'entraînement 2 entraîne la membrane 1.3 de manière à alternativement augmenter et réduire le volume de la cavité rigide 1.2 du circuit de circulation 1 du fluide.

**[0022]** Comme illustré sur la figure 3, les soupapes placées l'une en amont et l'autre en aval de la membrane 1.3 permettent d'assurer la direction d'écoulement du fluide ainsi pompé. Dans le mode préféré de l'invention les soupapes sont pilotées par des cames 6,7 représentées sur la figure 4, placées sur l'axe du moteur 3. Ce mode préféré assure de bas coûts de fabrication ainsi qu'une grande fiabilité du système.

**[0023]** La figure 5 montre qu'un montage faisant aussi appel à la pompe à vide et à un circuit de circulation des fluides 1 comportant une membrane souple 1.3 permet en remplaçant le moteur 3 par un capteur 8 de mesurer la pression présente dans le circuit pour les valeurs aussi

bien positives que négatives grâce à la force de la liaison ainsi créée par le vide entre la membrane 1.3 et le capteur 8.

**[0024]** La figure 6 représente schématiquement un dispositif selon l'invention qui comporte une pluralité de circuits de circulation 1 chacun de ceux-ci comportant une membrane 1.3 reliée comme précédemment décrit à un organe d'entraînement 2 ou à un capteur de pression 8. Une seule pompe à vide 4 permet par l'intermédiaire d'un répartiteur de vide 10 d'appliquer les membranes 1.3 de tous les circuits de circulation 1 sur l'organe d'entraînement 2 respectivement le capteur 8 correspondant.

**[0025]** Le répartiteur 10 peut soit être passif et ne comporter que des connecteurs reliés entre eux en permanence et de façon à ce que toutes les pompes et capteurs soient mis en même temps à vide. Dans ce mode, qui présente l'intérêt de la simplicité et du moindre coût, si pour une raison quelconque il n'est pas possible de créer le vide entre une des membranes et l'organe d'entraînement 2 ou le capteur 8 qui lui est associé toutes les autres liaisons seront affectées. Dans ce cas il n'est en outre pas possible d'établir quelle liaison est à l'origine du problème. Un défaut supplémentaire d'un répartiteur passif est que la pompe à vide doit être dimensionnée de manière proportionnelle au nombre de circuits de circulation 1 et donc de liaisons à établir. On préférera donc un répartiteur de vide qui comprend des vannes qui permettent de relier l'un après l'autre, ou par groupes, chaque circuit de circulation 1 comprenant les pompes et éventuels capteurs à la pompe à vide 4. Ces vannes pourront soit être mécaniques soit être pilotées par une unité de commande 9. Dans les deux cas, un indicateur de position de vanne, non représenté, sera avantageusement placé sur chaque vanne et relié à l'unité de commande 9 de façon à connaître sa position. De plus un capteur de pression 11 sera avantageusement placé entre la pompe à vide et le répartiteur de manière à détecter d'éventuelles fuites qui si possible seront corrigées. Le capteur de pression et la pompe à vide seront à cet effet également avantageusement connectés à l'unité de commande, ainsi qu'une valve de décharge permettant de libérer la liaison, ou les liaisons, entre membranes et organes d'entraînement en supprimant le vide d'air.

**[0026]** Pour profiter pleinement des avantages offerts par le mode préféré décrit ci-dessus, l'unité de commande 9 pourra par exemple piloter les vannes de la manière suivante : elle commence par fermer toutes les vannes sauf une et démarre la pompe à vide. Lorsqu'une pression négative déterminée comme suffisante est atteinte, l'unité de calcul ouvre une seconde vanne et ainsi de suite jusqu'à ce que toutes les vannes soient ouvertes et que la pression négative soit en dessous d'un seuil déterminé. L'unité de calcul arrête alors la pompe à vide et continue de mesurer la pression sur le capteur 11. Si cette pression augmente indiquant ainsi la présence d'une fuite, l'unité de calcul peut alors enclencher à nouveau la pompe à vide et selon les besoins actionner les vannes de manière à soit résoudre le problème, soit four-

nir un diagnostic.

**[0027]** Pour que les moyens sophistiqués décrits ci-dessus donnent les résultats attendus il faut de plus que la forme de la membrane 1.3 et celle de la surface des moyens de liaison ou organe d'entraînement 2 qui sont en contact avec ladite membrane correspondent de manière à permettre d'assurer le vide sur toute la surface de contact. Dans un mode préféré les formes respectives permettent également de réduire le volume d'air entre la membrane et la surface avant la mise en dépression et permettent aisément d'évacuer l'air présent. A titre d'exemple, le mode préféré satisfaisant ces critères est qu'une des deux surfaces soit un cône, et que l'autre surface soit plane, le trou relié à la pompe à vide se situant au centre de la face des moyens de liaison.

**[0028]** Un autre exemple serait que les deux faces soient planes, celles des moyens de liaison étant percée de multiples petits trous reliés à la pompe à vide et assurant l'évacuation de l'air.

**[0029]** La figure 7 illustre une membrane 1.3 en forme de ventouse, présentant une surface libre, extérieure au circuit de circulation, concave et de forme conique. La face frontale de l'organe d'entraînement 2 ou du capteur 8 avec laquelle cette membrane 1.3 coopère est alors plane.

**[0030]** La figure 8 illustre une membrane 1.3 plane coopérant avec une face frontale d'un organe d'entraînement 2 ou d'un capteur 8 présentant une forme conique concave.

**[0031]** Bien entendu de nombreuses variantes sont envisageables tant pour la forme des membranes 1.3 et des surfaces avec lesquelles elles doivent coopérer que pour le mode d'entraînement de l'organe d'entraînement 2 dans leur mouvement de va-et-vient.

## Revendications

1. Dispositif de circulation de fluide comprenant un circuit de circulation (1) du fluide à pomper présentant une cavité (1.2) rigide fermée par une membrane souple (1.3) qui coopère avec un organe d'entraînement (2) entraîné par un moteur (3) dans des mouvements de va-et-vient, **caractérisé par le fait que** la face de l'organe d'entraînement (2) destinée à coopérer avec la membrane (1.3) est reliée par un conduit (5) à une pompe à vide (4) susceptible d'appliquer par succion la membrane (1.3) contre ladite face de l'organe d'entraînement (2) de manière à créer une liaison rigide entre l'organe d'entraînement (2) et ladite membrane (1.3) qui suit alors exactement les mouvements de va-et-vient imposés par l'organe d'entraînement (2).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** les déplacements de va-et-vient de l'organe d'entraînement (2) sont créés par un moteur rotatif et une liaison cinématique transformant le

mouvement rotatif en un mouvement linéaire de va-et-vient.

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé par le fait qu'il** comporte des soupapes (1.4,1.5) disposées dans le circuit de circulation (1) en amont et en aval de la cavité rigide (1.2) et de la membrane (1.3) et **par le fait que** ces soupapes sont commandées par des cames (6,7) entraînées par le moteur (3). 5  
10
4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** la forme de la membrane (1.3) est conique concave et que la surface correspondante de l'organe d'entraînement (2) est plane. 15
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait que** la forme de la membrane (1.3) est plane et que la surface correspondante de l'organe d'entraînement (2) est conique concave. 20
6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait qu'il** comporte plusieurs circuits de circulation (1) dont les membranes (1.3) coopèrent chacune avec un organe d'entraînement (2) et **par le fait qu'une** seule pompe à vide aspire toutes les membranes (1.3) contre leur organe d'actionnement respectif. 25
7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé par le fait que** la pompe à vide (4) est branchée sur un répartiteur de vide (10) lui-même relié à chaque organe d'entraînement (2) par un conduit (5). 30
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé par le fait qu'il** comporte encore une unité de commande (9) commandant le répartiteur de vide (10) pour relier séquentiellement chaque organe d'entraînement (2) à la pompe à vide (4). 35  
40
9. Dispositif selon l'une des revendications, **caractérisé par le fait qu'il** comporte encore au moins un circuit de circulation (1) dont la membrane (1.3) coopère avec un organe d'entraînement (2) relié à un capteur de pression. 45

50

55

Fig.1

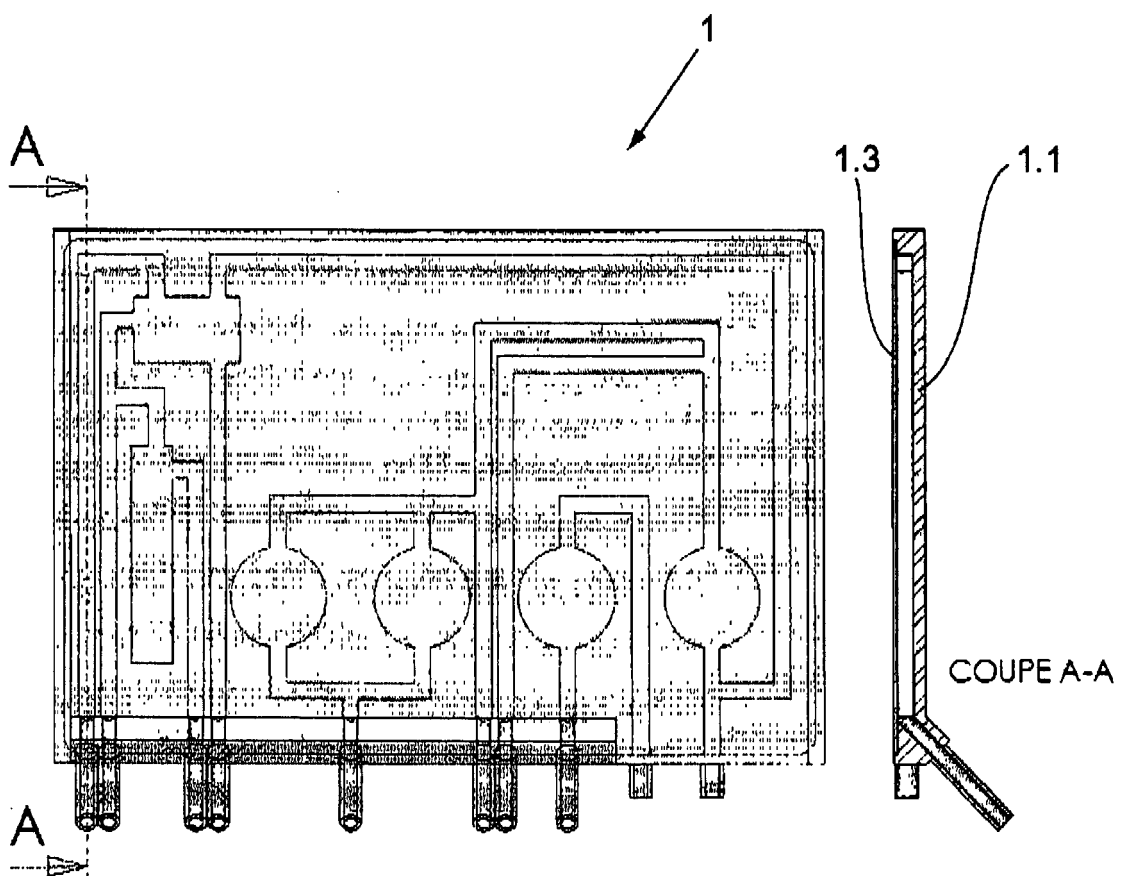


Fig.2

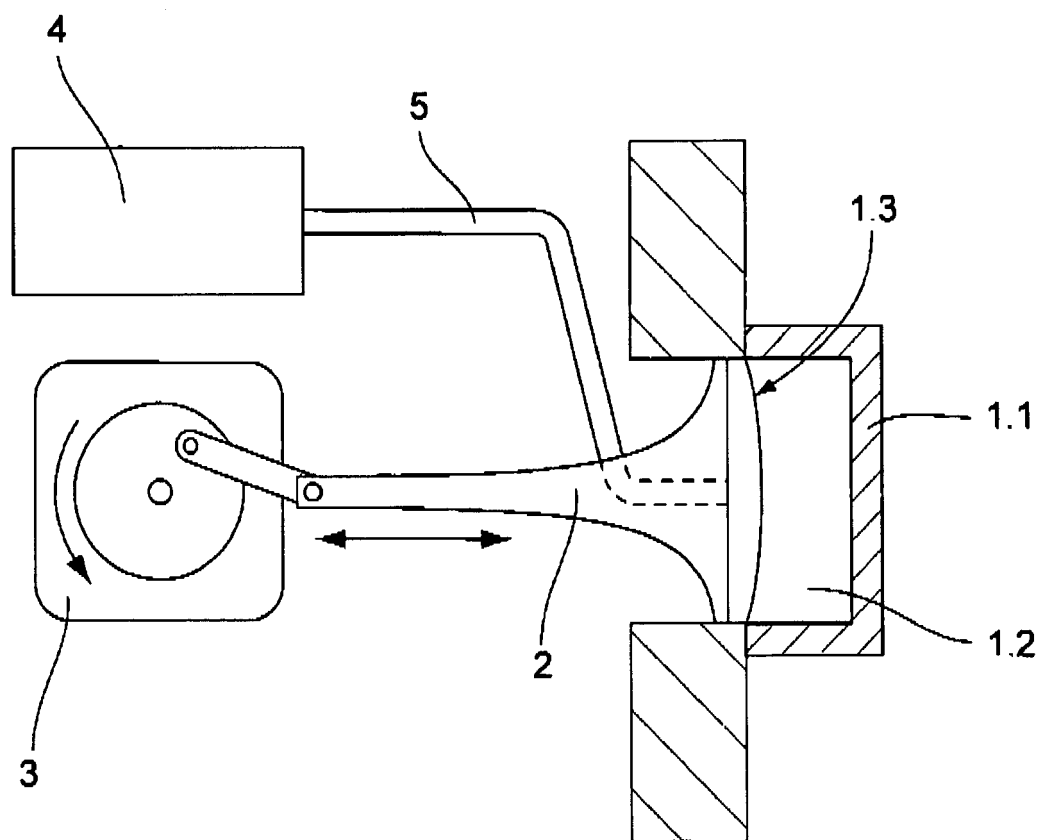


Fig.3

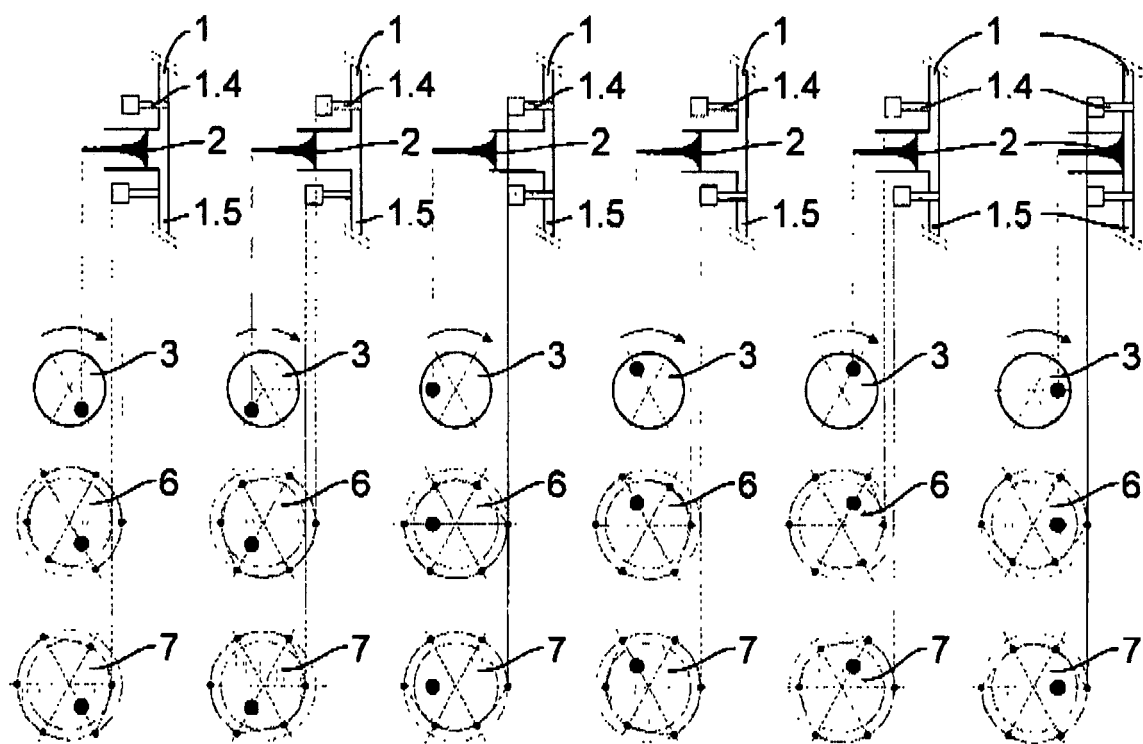




Fig.4

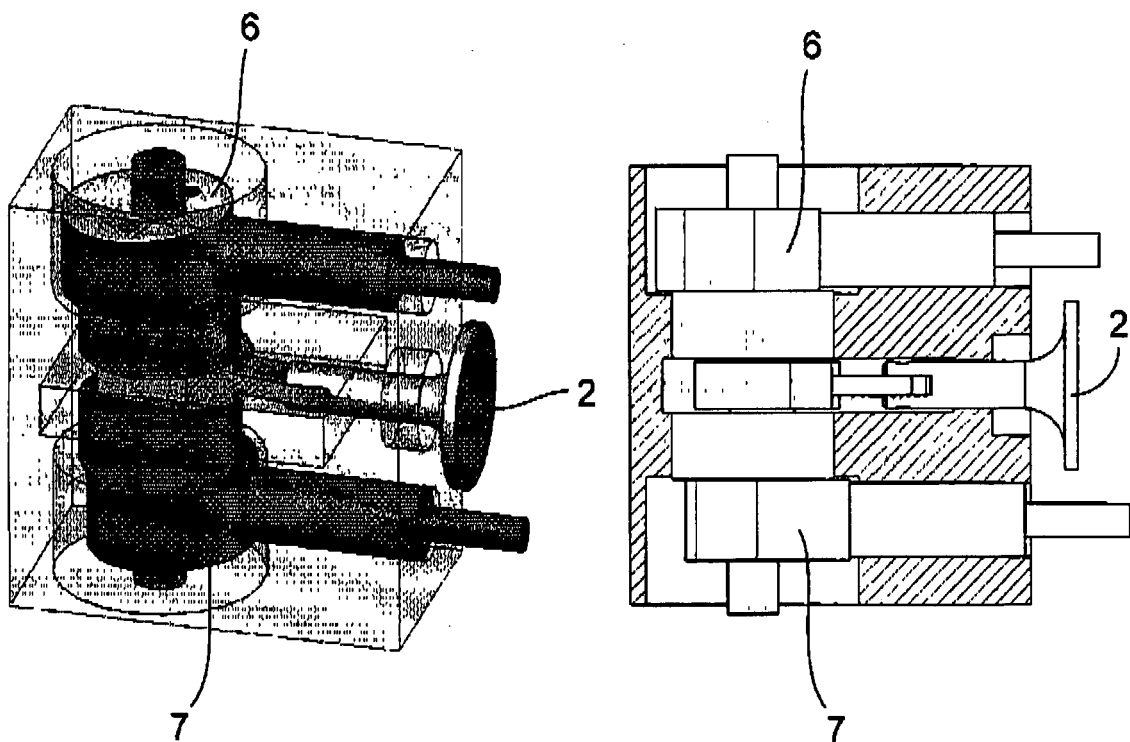


Fig.5

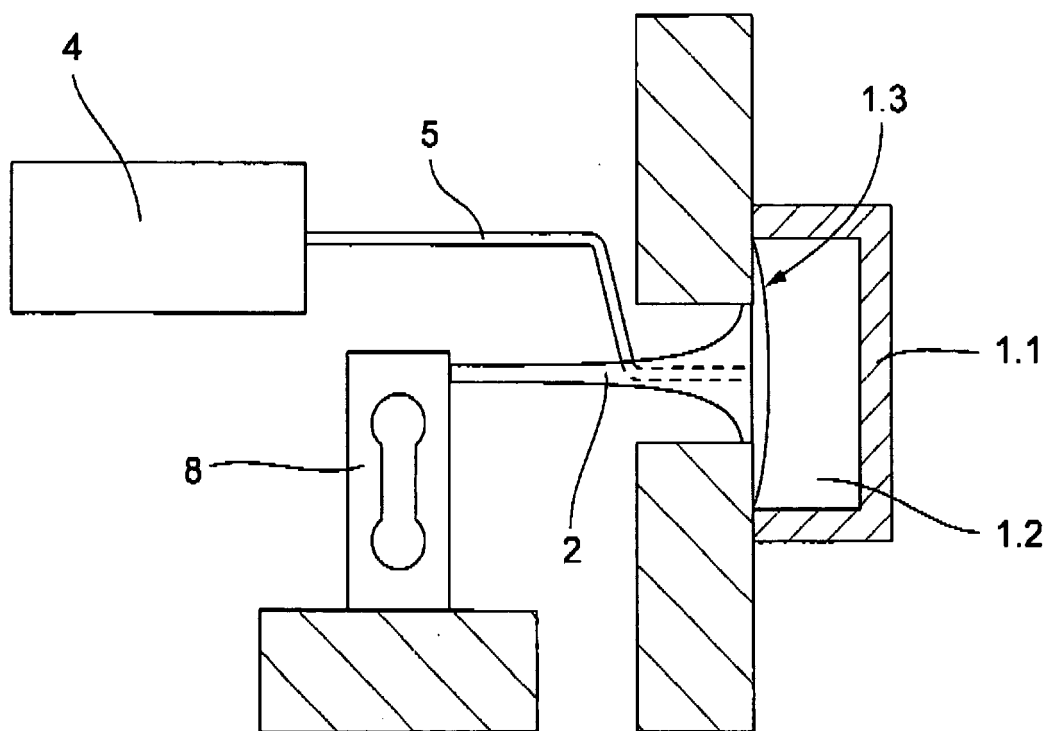


Fig.6

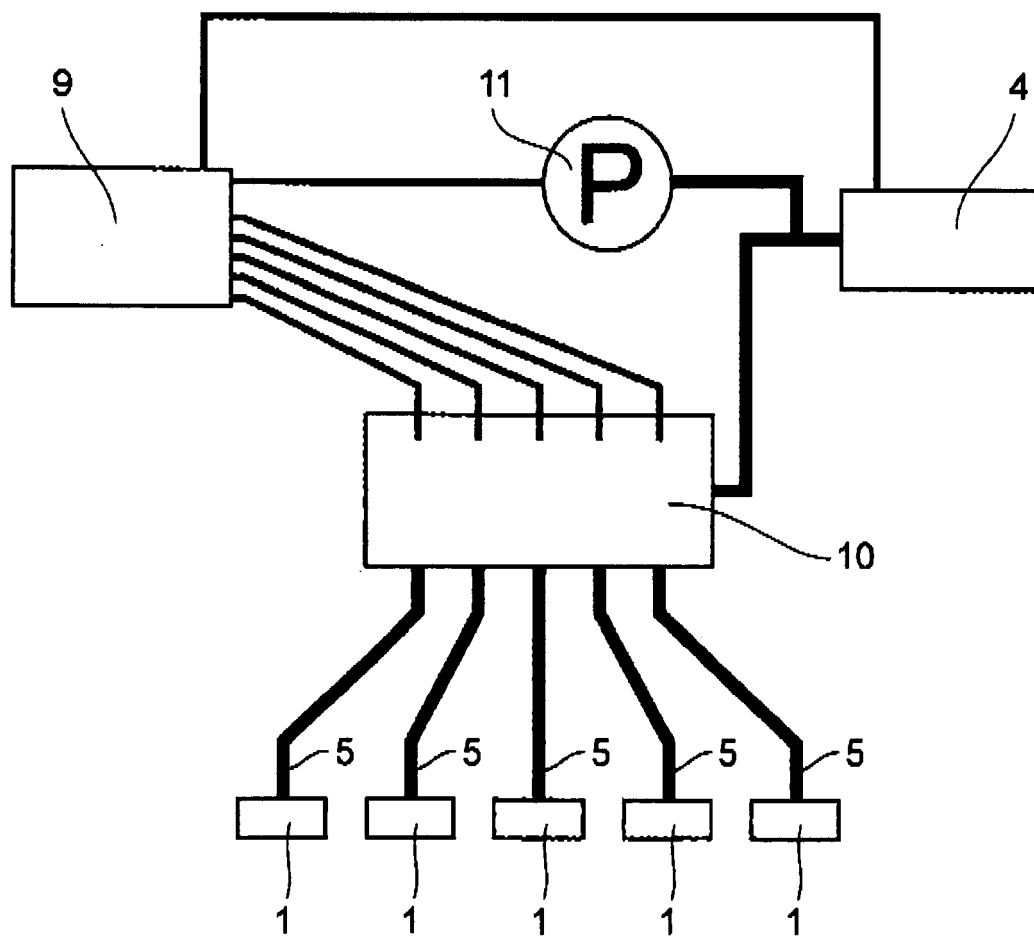


Fig.7

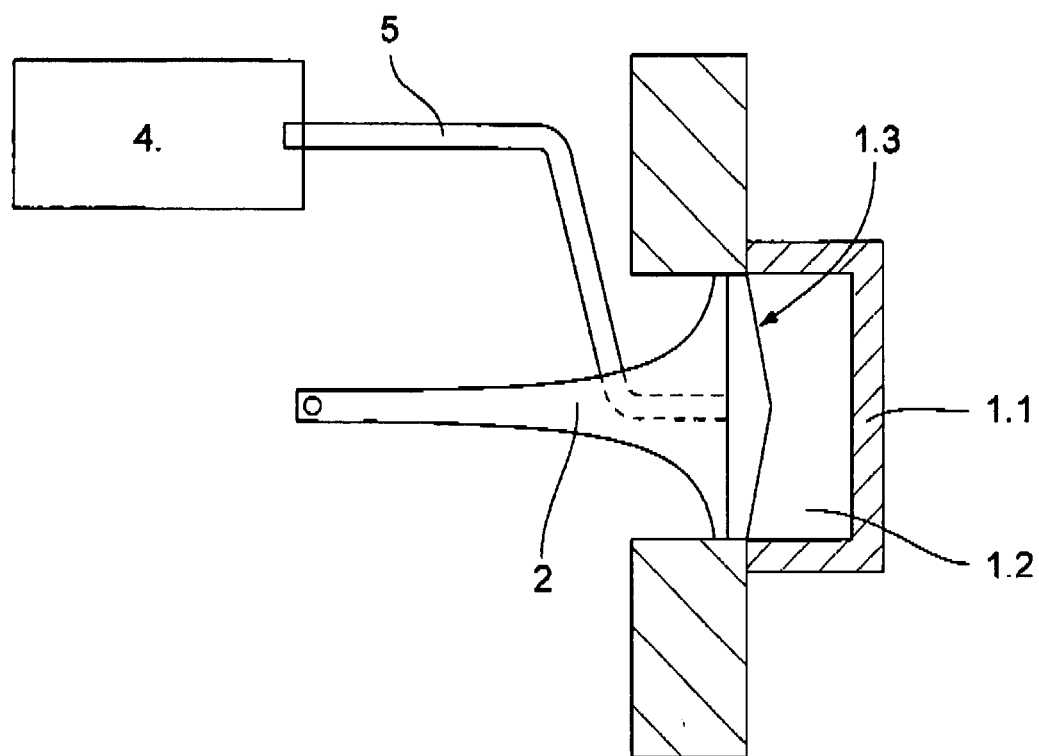
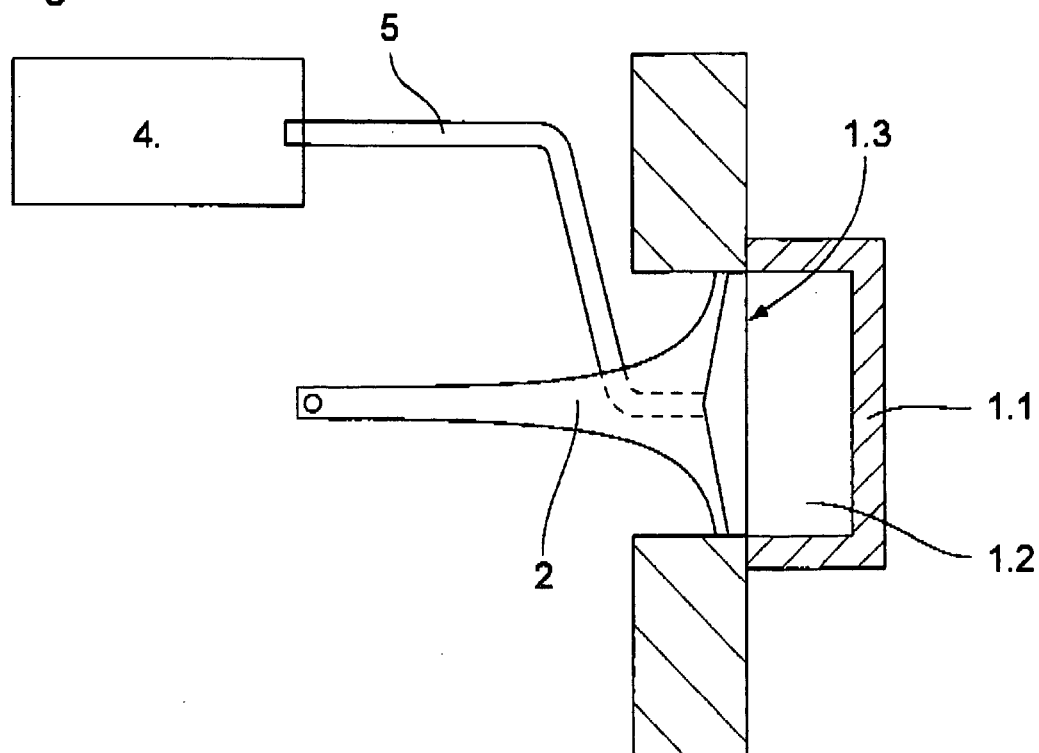


Fig.8





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 5 860 793 A (MUSCARELLA STEPHEN B [US] ET AL) 19 janvier 1999 (1999-01-19) * colonne 2, ligne 35-38 * * colonne 22, ligne 34-40 * * figures 1,7,26,27 * -----	1,2	INV. F04B43/06 F04B43/067 F04B45/053
A	EP 0 307 069 A (D F LAB LTD [IL]) 15 mars 1989 (1989-03-15) * le document en entier * -----		
D,A	US 5 554 011 A (BALES THOMAS O [US] ET AL) 10 septembre 1996 (1996-09-10) * le document en entier * -----		
A	US 2 920 573 A (PAUL SCHAURTE) 12 janvier 1960 (1960-01-12) * le document en entier * -----		
A	FR 1 402 976 A (PROLABO SOCIETE POUR LA FABRIC) 18 juin 1965 (1965-06-18) * le document en entier * -----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	GB 2 431 439 A (CCL CONCEPT & DEVELOPMENTS LTD [GB]) 25 avril 2007 (2007-04-25) * le document en entier * -----		F04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>20 novembre 2007</b>	Examineur <b>OLONA LAGLERA, C</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 07 01 2107

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

20-11-2007

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5860793 A	19-01-1999	CA 2191401 A1	02-06-1997
		DE 19649283 A1	26-06-1997
		FR 2741945 A1	06-06-1997
		US 5647733 A	15-07-1997
		US 5667368 A	16-09-1997
EP 0307069 A	15-03-1989	DE 3872994 D1	27-08-1992
		DE 3872994 T2	04-02-1993
		IL 83259 A	25-05-1992
		US 5002471 A	26-03-1991
US 5554011 A	10-09-1996	AUCUN	
US 2920573 A	12-01-1960	AUCUN	
FR 1402976 A	18-06-1965	AUCUN	
GB 2431439 A	25-04-2007	WO 2007045926 A1	26-04-2007

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

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

**Documents brevets cités dans la description**

- US 5938634 A [0003]
- US 5554011 A [0003]