

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 80 24476**

---

⑤4 Rein artificiel avec circuit de liquide de dialyse intégré.

⑤1 Classification internationale (Int. Cl. 3). A 61 M 1/03.

⑫2 Date de dépôt..... 13 novembre 1980.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④1 Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 19 du 14-5-1982.

---

⑦1 Déposant : Société anonyme dite : HOSPAL — SODIP, résidant en France.

⑦2 Invention de : Bernard Barthe, Georges Vantard et Jean-Pierre Vasseur.

⑦3 Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4 Mandataire : Jacques Gauckler, Hospal, Service Brevets Rhône-Poulenc Industries,  
Centre de Recherches des Carrières, 69190 Saint-Fons.

REIN ARTIFICIEL AVEC CIRCUIT DE LIQUIDE DE DIALYSE INTEGRE

La présente invention à la réalisation de laquelle ont collaboré Messieurs Bernard BARTHE, Georges VANTARD et Jean-Pierre VASSEUR, 05 concerne un rein artificiel. Elle concerne plus particulièrement un rein artificiel comportant divers organes incorporés ensemble, de préférence en vue d'un usage unique.

Les reins artificiels actuellement utilisés comportent notamment un hémodialyseur à usage unique, ainsi que des éléments constituant un 10 circuit parcouru par le sang, également à usage unique. Dans le but de simplifier la fabrication de ces dispositifs, de réduire leur coût et de faciliter leur utilisation, on a proposé d'incorporer à l'hémodialyseur certains éléments du circuit parcouru par le sang, formant ainsi un seul ensemble à usage unique autour de l'hémodialyseur, auquel on peut 15 raccorder lors de l'utilisation, outre quelques accessoires, les éléments constituant le circuit parcouru par le liquide de dialyse, qui eux sont généralement réutilisables après stérilisation.

Toujours dans le même but de simplification et de réduction des coûts, on a récemment proposé d'associer à chaque hémodialyseur un jeu 20 d'éléments à usage unique préalablement assemblés, constituant tout ou partie du circuit parcouru par le liquide de dialyse, ainsi que des éléments à usage unique permettant de prélever et de mesurer les quantités d'ultrafiltrat désiré. On dispose ainsi d'un rein artificiel constitué essentiellement d'une pluralité d'éléments autonomes à usage 25 unique, exerçant chacun une fonction particulière et reliés les uns aux autres.

De tels reins artificiels constituent un réel progrès sur les reins artificiels antérieurs, cependant le besoin de disposer de reins artificiels sans cesse plus économiques, tant à la fabrication qu'au 30 montage, au transport ou à l'utilisation, plus aisés à mettre en oeuvre et plus fiables reste constant.

Aussi est-ce un objet de la présente invention de proposer un rein artificiel de construction simplifiée, compacte, mettant en jeu moins de pièces et moins de matière, donc sensiblement plus économique.

35 Un autre objet de la présente invention est un rein artificiel

de faible poids, de faible encombrement, facilitant le cas échéant son transport, son stockage et son utilisation.

Un autre objet de la présente invention est un rein artificiel dont la mise en oeuvre soit rapide, sûre, simple et économique.

05 D'autres objets de la présente invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre.

Il a maintenant été trouvé un rein artificiel comprenant :

-a) un hémodialyseur (16) comportant un boîtier séparé en deux compartiments, le premier muni de moyens pour la circulation du sang  
10 et le second pour la circulation du liquide de dialyse, par une membrane (41) permettant le traitement du sang par dialyse et par ultrafiltration,

- b) des moyens extérieurs audit hémodialyseur pour faire circuler le sang dans ledit premier compartiment,

- c) des moyens extérieurs audit hémodialyseur, pour  
15 préparer le liquide de dialyse et le faire circuler,

- d) des moyens pour stocker ledit liquide de dialyse, frais et/ou usagé,

- e) des moyens pour prélever et mesurer des quantités de liquide égales aux quantités d'ultrafiltrat désirées et,

20 - f) des organes de commande et de contrôle desdits moyens selon b) et c),

caractérisé en ce que lesdits moyens selon c) forment un ensemble commun, au moins partiellement intégré.

La présente invention n'est pas fondée sur une recherche de la  
25 meilleure façon possible d'assembler toutes les pièces nécessaires à la réalisation des fonctions souhaitées, mais au contraire sur une recherche de la réduction du nombre d'organes autonomes par incorporation dans un ensemble commun d'organes différents ayant chacun au moins une fonction particulière.

30 Selon l'invention on résoud ce problème par une intégration au moins partielle des moyens de préparation du liquide de dialyse et de circulation dans et au-delà de l'hémodialyseur. Par intégration on entend ici l'emploi d'éléments multifonctionnels, communs à au moins deux organes différents et ayant dans chacun de ces organes une fonction  
35 particulière. Ces fonctions peuvent être soit de même nature, soit de

nature différente.

Par intégration totale, on entend un ensemble regroupant divers organes constitués exclusivement d'éléments multifonctionnels.

05 Par intégration partielle, on entend soit un ensemble constitué d'organes dont une partie seulement a en commun un ou plusieurs éléments multifonctionnels, soit un ensemble constitué d'organes qui ne sont que partiellement constitués d'éléments multifonctionnels, soit encore un ensemble constitué par une combinaison des deux cas précédents.

10 Par ailleurs, comme les hémodialyseurs ont jusqu'à présent bénéficié de nombreux et importants perfectionnements justifiés par des fabrications en grande série et comme l'appareillage ayant notamment pour fonction de préparer, de stocker et de faire circuler le liquide de dialyse, ainsi que de contrôler l'ultrafiltrat n'a, par contraste, que relativement peu évolué, il en résulte un sensible déséquilibre  
15 technologique. La présente invention propose donc de transférer le plus possible d'éléments de cet appareillage vers une unité à usage unique, le plus souvent construite autour de l'hémodialyseur, pour leur faire bénéficier des technologies de grande série.

Il apparaîtra clairement dans la description qui va suivre que  
20 le circuit de dialyse d'un rein artificiel étant constitué d'une pluralité d'organes assurant chacun des fonctions très particulières, l'intégration dans un ensemble commun de deux ou de plusieurs de ces organes peut se prêter à de multiples solutions, d'abord par le fait de la nature et du nombre des organes intégrés, ensuite par le choix de la  
25 solution technologique retenue pour réaliser cette intégration.

On ne décrira donc ici qu'à titre d'exemple illustratif un mode de réalisation de la présente invention et l'on citera diverses variantes possibles, la portée de la présente invention n'étant en rien limitée ni à cet exemple, ni à ces variantes.

30 La compréhension de l'invention sera facilitée par les figures ci-jointes qui représentent schématiquement et sans échelle déterminée divers aspects d'un exemple de réalisation. Les mêmes numéros désigneront des organes identiques ou équivalents dans les différentes figures.

La figure 1 est la vue extérieure de l'ensemble du rein  
35 artificiel selon un mode de réalisation préféré de la présente invention.

La figure 2 est une vue latérale en coupe partielle du rein artificiel selon la figure 1.

La figure 3 est un schéma des moyens pour préparer, stocker et faire circuler le liquide de dialyse selon l'invention;

05 La figure 4 est la vue en perspective de la pièce inférieure (61) de l'ensemble commun qui regroupe autour de l'hémodialyseur les moyens pour préparer et faire circuler le liquide de dialyse, ainsi que pour prélever des quantités de liquide égales aux quantités d'ultrafiltrat désirées.

10 La figure 5 est une vue en perspective de la pièce supérieure (62) dudit ensemble commun selon la figure 4, vue partiellement éclatée.

La figure 6 est la vue en perspective de la pièce intermédiaire (60) dudit ensemble commun, selon les figures 4 et 5, ainsi que d'une pièce annexe (80).

15 La figure 7 est la vue en coupe par des plans verticaux axiaux de la pompe à membrane (38).

La figure 8 est une vue en coupe par des plans verticaux axiaux du dispositif à flotteur pour la régulation de la pression du liquide de dialyse et du conduit de mise à l'atmosphère de ce dispositif.

20 La figure 9 est une vue en coupe par des plans verticaux axiaux d'une partie du dispositif à flotteur et des moyens pour prélever et mesurer des quantités de liquide égales aux quantités d'ultrafiltrat désirées.

25 La figure 10 est une vue en coupe par un plan vertical d'une variante de réalisation du dispositif à flotteur selon la figure 8.

La figure 11 est la vue éclatée en perspective d'un ensemble commun intégré constitué par des éléments multifonctionnels semblables aux éléments (60) et (80), puis (61) et (62) représentés séparément, respectivement figures 6, 4 et 5.

30 Le rein artificiel représenté figures 1 et 2 peut se subdiviser en trois zones de niveaux différents. La zone supérieure comprend une console (10) groupant les organes de commande et de contrôle du rein artificiel, ainsi que, sous un carénage approprié (11), les moyens extérieurs à l'hémodialyseur pour faire circuler le sang. Les conduits de 35 circulation du sang (12) et (13) relie le rein artificiel au patient ;

la console peut être reliée à une source de courant électrique grâce à la prise (14).

Dans la zone intermédiaire (15) sont groupés autour de l'hémodialyseur (16) des moyens (17) pour préparer le liquide de dialyse, des moyens pour le faire circuler, ainsi que des moyens (18) pour 05 prélever et mesurer des quantités de liquide égales aux quantités d'ultrafiltrat désirées. Les moyens (17) peuvent être reliés par l'embout (19) à une source d'alimentation en eau courante, préalablement chauffée et adoucie.

10 La zone inférieure est constituée par un container (20) destiné à contenir et à délimiter le volume de liquide de dialyse nécessaire à une séance. Il est indéformable sous les contraintes habituelles et ses parois sont de préférence en matériau thermiquement isolant pour conserver le liquide de dialyse à une température voisine de celle du 15 sang pendant la durée de la séance. Avantageusement il peut être monté sur roulettes (21) et il peut être muni de dispositifs de fermeture rapide à levier (22) pour maintenir les principaux éléments du rein artificiel pendant la séance d'hémodialyse.

En procédant à des traitements selon des taux d'épuration 20 relativement modérés, définis par exemple par une clairance hebdomadaire en urée de 70 à 90 litres et en vitamine B<sub>12</sub> de 20 à 30 litres, on peut réduire le volume total de liquide de dialyse nécessaire à une séance, de 200 à 300 litres environ à moins de 50 litres ; 30 litres par exemple.

Selon l'invention, il est en outre possible, grâce à 25 l'intégration de différents organes du circuit du liquide de dialyse dans un ensemble commun, de réduire le volume de l'appareillage à moins d'une dizaine de litres, de sorte que, au total, le volume de l'ensemble du rein artificiel avec en outre le liquide de dialyse nécessaire à une séance, ne dépasse pas 40 litres environ, contre 400 litres environ pour 30 des reins artificiels conventionnels. Ceci est un avantage considérable pour le transport, le stockage et l'utilisation.

La figure 3 montre des organes nécessaires à la préparation, au 35 stockage et à la circulation du liquide de dialyse dans le rein artificiel selon l'invention, ainsi que leurs principales liaisons. Une partie de ces organes, situés par exemple en amont du trait mixte AA

indiquant le milieu du raccord (29) peut être installé à demeure et être réutilisé à chaque séance d'hémodialyse. Les organes disposés à l'aval de ce raccord sont, selon l'invention, au moins partiellement intégrés pour former un ensemble commun. Avantageusement, les organes disposés à l'aval  
05 de ce raccord peuvent être, de préférence en presque totalité, à usage unique.

Le circuit de distribution d'eau courante comprend une arrivée d'eau froide (23) et une arrivée d'eau chaude (24). Un dispositif mélangeur (25) muni d'un thermostat d'un type disponible dans le  
10 commerce, permet de fournir une eau à des températures comprises entre 37 °C et 40 °C.

Le cas échéant, cette eau traverse un dispositif adoucisseur (26) muni par exemple de résines échangeuses d'ions de types connus en soi, régénérables périodiquement. L'eau adoucie traverse ensuite un  
15 robinet à commande manuelle (27) et une vanne automatique (28) dont la fermeture est commandée par un pressostat limitant la pression de l'eau à l'aval à une valeur réglée à l'avance, de l'ordre de 100 mm de mercure.

Un raccord rapide (29) de type connu en soi permet de relier les organes amont réutilisables, aux organes aval, le plus souvent à usage  
20 unique.

Ce raccord rapide (29) est relié, par l'intermédiaire d'un embout (19), à un réservoir (30) contenant initialement de préférence une solution concentrée de liquide de dialyse. Le volume de ce réservoir est déterminé pour contenir à l'avance la quantité de concentré nécessaire  
25 correspondant exactement à la capacité en liquide de dialyse du circuit. A une capacité en liquide de dialyse de 30 litres correspond un volume de solution concentrée d'environ 1 litre qui doit être défini avec une précision de + 25 ml. Le réservoir (30) est avantageusement muni de chicanes (31) qui facilitent le déplacement par l'eau de la solution  
30 concentrée.

Un tube plongeur (32) relie la partie supérieure du réservoir (30) au fond du container (20). Avantageusement l'eau et le concentré de dialyse sont recueillis à l'intérieur du premier des deux compartiments (33), (35) d'une poche plastique souple, déformable, étanche,  
35 initialement vide d'air et susceptible d'occuper un volume égal au volume

interne du container.

Le container (20) est fermé par un couvercle (34) qui peut être traversé par des canalisations telles que le tube plongeur (32). Le compartiment (33) peut être refermé autour du tube plongeur (32), par exemple thermoscellé sous le couvercle. Il se raccorde aussi de manière étanche au tube (36) relié à l'orifice d'aspiration (37) de la pompe (38).

Celle-ci peut être du type pompe à membrane et être actionnée selon la flèche  $F_1$  par tout dispositif de type connu en soi (non représenté) tel qu'une came commandée par un moteur électrique.

L'orifice de refoulement (39) est relié à l'orifice (40) de l'hémodialyseur (16). Celui-ci est séparé par une membrane (41) en deux compartiments : le premier compartiment parcouru par le sang entre les orifices (12a) et (13a) sur lesquels se raccordent les conduits (12) et (13), le second compartiment parcouru par le liquide de dialyse, généralement à contre courant du sang, entre les orifices (40) et (42).

Le cas échéant, un dispositif de chauffage (53), par exemple à rayonnement infra-rouge, solidaire de la console (10), maintient la température du sang à la sortie de l'hémodialyseur dans l'intervalle désiré.

L'orifice (42) de l'hémodialyseur est relié à un élément de conduit transparent (43) coopérant avec un colorimètre d'un type connu en soi (non représenté), logé dans la console (10). Cet élément (43) est relié à un bac (44) muni à la partie supérieure d'un orifice (45), siège du pointeau (46) d'un flotteur (47), mobile à l'intérieur du bac (44). Le fond du bac (44) s'ouvre par un orifice (48) directement sur l'intérieur du container (20). Le bac (44) respire à l'atmosphère par un conduit (49).

Le liquide de dialyse usagé peut s'accumuler dans le container (20), à l'intérieur du compartiment (35) de la poche souple, semblable au compartiment (33) et complémentaire de celui-ci.

Le dispositif obturateur constitué par le pointeau solidaire du flotteur se déplaçant face à son siège (45) régule automatiquement à tout instant la pression du liquide de dialyse dans l'hémodialyseur à des valeurs comprises entre la pression atmosphérique et la pression du sang.

Les moyens pour prélever et mesurer des quantités (en volume, en poids et/ou en débit) de liquide égales aux quantités d'ultrafiltrat

désirées sont constitués par un conduit (50) muni d'une section souple (51) susceptible d'être fermée par un dispositif extérieur de tout type connu tel qu'une vis réglable qui agit selon la flèche  $F_2$  pour obturer plus ou moins la section du conduit (50). Ce conduit (50) s'ouvre dans un 05 récipient gradué (52). Avantagusement le conduit (49) débouche également dans le récipient (52). Le volume de liquide soutiré est aussitôt remplacé par un égal volume d'ultrafiltrat traversant la membrane jusqu'à ce que la pression du liquide de dialyse dans l'hémodialyseur soit rétablie à sa valeur initiale. Le rein artificiel selon l'invention 10 contrôle donc l'ultrafiltrat préférentiellement par une méthode volumétrique.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, on a trouvé que l'on peut intégrer dans un ensemble commun les organes suivants :

- 15                   - le bac (30) contenant initialement une quantité calibrée de solution concentrée de liquide de dialyse,
- la pompe (38),
- l'hémodialyseur (16),
- le conduit transparent (43),
- 20                   - le bac (44) et son flotteur (47),
- le récipient gradué (52), les conduits (49) et (50) et le dispositif de fermeture (51).

Cet ensemble commun peut être relié d'une part par le raccord (29) à une source d'eau préalablement chauffée et adoucie et d'autre part 25 à un container de stockage (20) du volume de liquide de dialyse exactement nécessaire à une séance d'hémodialyse. De préférence, le container (20) est lui-même intégré à l'ensemble commun défini ci-avant.

On a trouvé que l'on pouvait avantagusement rendre multifonctionnelles différentes pièces de l'hémodialyseur, telles qu'un 30 joint d'étanchéité et des pièces de contention.

Cette intégration n'est pas une simple juxtaposition d'organes connus dont on aurait raccourci les éléments de liaison ou simplifié les connexions. C'est la création d'un ensemble commun original qui, à l'aide d'un très petit nombre d'éléments, permet de réaliser toutes les 35 fonctions que peuvent exécuter indépendamment chacun des organes cités

plus haut.

On a trouvé en outre que préférentiellement toutes ces fonctions peuvent être exécutées essentiellement à l'aide d'un élément (60), flexible et souple, sensiblement plan, de faible épaisseur, représenté  
05 figure 6, maintenu serré entre deux éléments rigides ou semi-rigides (61) et (62), représentés respectivement figures 4 et 5, ayant des formes déterminées par les fonctions à assurer. Chacun de ces trois éléments est donc multifonctionnel. Ainsi l'élément souple (60) a pour fonction  
essentielle d'assurer les étanchéités, notamment au contact du liquide de  
10 dialyse et en coopération avec les éléments (61) et (62), mais il a localement des fonctions particulières qui seront indiquées plus loin.

En se référant à la figure 4, l'élément inférieur (61), réalisé de préférence en matière plastique injectable rigide telle que le chlorure de polyvinyle ou le polyéthylène, a la forme générale d'un  
15 disque ajouré. Si l'on se réfère aux figures 4, 5 et 6 on aperçoit en avant l'embout (19) [figure 5] destiné à être relié au raccord (29) et par là, à l'installation fixe de distribution d'eau. Après remplissage du bac (30) par la solution de concentré de dialyse, cet embout (19) peut recevoir un bouchon que l'on remplace, avant utilisation, par un conduit  
20 souple relié au raccord (29). L'eau traverse l'orifice (63) de l'élément (60) [figure 6] qui a localement une fonction de joint d'étanchéité entre les éléments (61) et (62), puis elle pénètre par le canal (64) [figure 4] muni d'ailettes (65) de soutien du joint (60) dans le réservoir (30).

Le fond du réservoir (30) est constitué par environ la moitié du  
25 disque (61). Une première série de chicanes (31) est solidaire du fond. La partie correspondante de l'élément supérieur (62) constitue les parois latérales, le couvercle, ainsi qu'une deuxième série de chicanes de ce réservoir. Ces chicanes (31) sont multifonctionnelles puisqu'elles participent en outre à la rigidité de l'ensemble. Les éléments (61) et  
30 (62) s'emboîtent exactement de part et d'autre du joint d'étanchéité demi-circulaire constitué par l'élément (60). Les évidements cylindriques (66) et (67) [figure 5] constituent les logements d'appui de la presse de serrage qui fixe par emmanchement à force deux poinçons solidaires de l'élément supérieur (62) dans les orifices cylindriques (68) et (69)  
35 correspondant de l'élément inférieur (61). Une fraction du tube plongeur

(32) est solidaire de l'élément inférieur (61).

Avantageusement l'élément supérieur (62) [figure 5] comporte au-dessus de l'orifice supérieur du tube (32) un bossage (70) de profil aminci, arrondi, bistable. Enfoncé lors de la fabrication, il obture le  
05 tube (32). A l'utilisation, il est soulevé brusquement sous l'effet de la pression de l'eau qui pénètre dans le réservoir (30), libérant ainsi l'accès du liquide de dialyse au container, via le tube (32).

Le liquide de dialyse, stocké dans le compartiment (33) de la poche souple, est repris via le tube (36) [figure 4] par la pompe (38).  
10 Cette pompe, du type à membrane, est représentée plus en détails figure 7. La caractéristique essentielle de cette pompe réside dans le fait que l'élément (60) [figure 6] constitue à la fois la membrane, les clapets anti-retour d'admission et de refoulement du liquide de dialyse, ainsi que l'étanchéité périphérique. Cet élément (60) est logé entre les  
15 éléments rigides (61) et (62), convenablement conformés pour ménager entre chacun d'eux et la membrane les passages nécessaires au liquide de dialyse. Avantageusement ces passages comportent des nervures telles que (75)[cf. figure 4] pour soutenir l'élément (60). Le déplacement de la partie active (71) de la membrane, convenablement amincie et préformée,  
20 est obtenu par une action alternative selon la flèche  $F_1$ , de tout moyen solidaire de la console (10) tel qu'un moto-réducteur de vitesse entraînant une came. Le retour de la partie active de la membrane peut être obtenu, soit par l'action antagoniste d'un ressort mécanique, soit préférentiellement par l'élasticité de la membrane elle-même, soit encore  
25 par le fait que la membrane est localement rendue solidaire de la came. Lorsque la partie active (71) de la membrane se déplace selon la flèche  $F_1$ , le liquide de dialyse est chassé vers l'aval et pousse vers le bas la portion (72) de la membrane constituant le clapet de refoulement, libérant l'orifice de refoulement (39). Lorsque la partie active (71) de  
30 la membrane se déplace en sens inverse de  $F_1$ , la dépression créée notamment à l'amont, élève la portion (73) de la membrane constituant le clapet d'admission, permettant l'introduction dans la pompe (38) par les orifices (37), du liquide de dialyse arrivant par le tube (36).

Le liquide de dialyse parvient ainsi par le canal (74) muni de  
35 nervures (75) de soutien de l'élément (71) jusqu'à l'orifice (40) à

l'entrée de l'hémodialyseur (16).

Cet hémodialyseur est de type connu en soi, à empilement de plaques intercalaires (76) pleines ou ajourées en treillis et de membranes planes repliées autour de ces intercalaires. Ces intercalaires et ces membranes sont introduits ensemble dans le boîtier de contention 05 constitué par l'élément rigide supérieur (62) et fermé par mise en place de l'élément rigide inférieur (61), l'étanchéité périphérique entre les compartiments parcourus par le sang d'une part et par le liquide de dialyse d'autre part, ainsi que autour des orifices (40) et (42) étant 10 assurée par l'élément flexible (60), les divers éléments (60), (61) et (62) étant localement munis de nervures ou de surépaisseurs convenables. On remarque que les orifices (40) et (42) pour le liquide de dialyse s'ouvrent sur la face de l'hémodialyseur équipée du joint (60) et que les orifices (12a) et (13a) pour le sang s'ouvrent sur la face opposée.

15 En se référant notamment à la figure 8, le liquide de dialyse usagé qui s'écoule depuis l'orifice (42) le long des nervures (77) traverse l'élément flexible (60) par l'orifice (78) et s'engage sous la forme tronconique (79) de l'élément (62), autour d'une pièce annexe (80) sensiblement coaxiale constituant une partie du bac (44). L'élément 20 tronconique (79) comporte une cannelure (43) en matériau transparent, par exemple en polyméthacrylate de méthyle soudé sur l'élément (62), de part et d'autre de laquelle peuvent prendre place les dispositifs émetteur et récepteur de lumière constituant un colorimètre solidaire de la console (10) et qui détecte toute fuite éventuelle de sang dans le liquide de 25 dialyse. Naturellement l'élément (62) peut aussi être entièrement en matériau transparent.

L'élément flexible (60) prend localement la forme d'une cloche reliée par des ailettes (81) et munie au sommet d'un pointeau (46) ; elle constitue le flotteur (47), les ailettes étant assez souples pour laisser 30 au flotteur une liberté de mouvement et un débattement suffisants. Le pointeau (46) vient s'engager dans le siège (45) au sommet de la pièce annexe (80). La pièce (80) est munie d'un déversoir (82) donnant accès par les orifices (83) et (84) et le canal nervuré (49) au conduit (85) de mise à la pression atmosphérique de la chambre réceptrice du flotteur 35 (86). La chambre (86) communique avec le compartiment (35) de stockage du

liquide de dialyse usagé par l'orifice (48).

Si l'on se réfère maintenant notamment à la figure 9, on voit que les canaux nervurés (50a) et (50b) conduisent le liquide de dialyse jusqu'à l'orifice (87) d'où il peut s'écouler par débordement dans le  
05 récipient gradué (52) limité par une paroi périphérique. La capacité du récipient (52) peut atteindre jusqu'à 3 à 4 litres. Aussi ce récipient peut-il être intégré à l'ensemble commun en étant conformé, soit (comme représenté) par l'élément (62), soit par l'élément (61) qui le dispose en forme d'anneau concentrique autour de l'ensemble commun. Dans ce dernier  
10 cas, il peut être alimenté par un déversoir (89) [cf. figure 11].

L'écoulement du liquide de dialyse qui s'effectue par gravité depuis le bac (44) peut être soit arrêté, soit limité et contrôlé par diminution de l'effort permanent exercé sur la portion circulaire déformable (51) du joint (60) selon la flèche  $F_2$ , par tout moyen  
15 mécanique usuel relié par exemple à la console (10), tel qu'une vis agissant perpendiculairement à la surface (51) du joint. On peut opérer de façon permanente ou de préférence séquentielle en modulant le temps d'ouverture. On peut aussi remplacer ce dispositif par une pompe semblable à la pompe à membrane (38).

20 Les moyens de stockage du liquide de dialyse sont constitués à l'intérieur du container (20) par les deux compartiments (33) et (35) d'une poche souple, chacun des compartiments étant susceptible d'occuper un volume égal au volume interne du container. Ces compartiments sont formés par exemple à partir d'une gaine tubulaire extrudée en  
25 polyéthylène thermosoudée aux deux extrémités et raccordés aux orifices et tubulures correspondants (32), (36) et (48).

De préférence ces moyens de stockage peuvent être intégrés au moins partiellement dans ledit ensemble commun précédemment décrit, par le fait que l'élément inférieur (61) constitue le couvercle (34) du  
30 container (20). La gaine tubulaire aplatie couvre alors la face inférieure de l'élément (61). Cette intégration peut être encore accrue par le fait que l'on peut avantageusement introduire la gaine tubulaire aplatie, avec le joint (60), entre les éléments (61) et (62) ou autour de l'élément (62), les orifices appropriés pouvant être exécutés dans le  
35 joint (60) et dans l'une au moins des parois de la gaine tubulaire

aplatie.

Il ressort de la description ci-dessus que, à l'aide de deux ou trois accessoires logés notamment dans la console (10) et actionnant  $F_1$  et  $F_2$ , trois ou quatre éléments seulement constituent un ensemble  
05 commun qui permet d'effectuer toutes les fonctions de préparation et de circulation du liquide de dialyse au cours d'une séance d'hémodialyse, ainsi que de contrôle volumétrique de l'ultrafiltrat. En intégrant une poche souple à cet ensemble commun on permet en outre à celui-ci de stocker le liquide de dialyse frais et/ou usagé.

10 L'ensemble commun ainsi décrit peut être livré avec sa réserve de solution de concentré, sous emballage stérile, prêt à l'emploi. L'utilisateur n'a qu'à disposer cet ensemble sur le container (20), le relier au circuit sang et mettre en place la console (10).

Il est tout à fait remarquable de pouvoir exercer des fonctions  
15 aussi nombreuses et variées à l'aide d'un nombre de pièces aussi considérablement réduit. Un rein artificiel avec circuit de dialyse intégré présente notamment les avantages suivants :

- a) mise en oeuvre de moins de pièces et de moins de matière, donc économie d'énergie, de fabrication, de montage, de transport, de  
20 stockage et d'utilisation. En particulier la suppression de la plupart des connexions, la grande compacité de l'ensemble intégré et le cas échéant, le calorifugeage de la console (10) et du container (20) éliminent pour l'essentiel les pertes thermiques en cours de séance, ce qui permet de simplifier considérablement les dispositifs de chauffage et  
25 de régulation de la température du sang, tout en conservant une très grande sécurité.

- b) l'emploi à usage unique du circuit de dialyse devient ainsi nettement plus accessible, d'où :

- des fabrications de grande série se prêtant bien à être  
30 automatisées, et de remarquables facilités d'assemblage ce qui accroît encore l'économie,

- une faible durée de vie autorisant l'emploi de matériaux bons marchés et un sensible allègement des contraintes de fabrication,

- la suppression de toute stérilisation et des accessoires  
35 qui lui sont nécessaires.

- c) une mise en oeuvre rapide, simple et sûre : plus de stérilisation, pas de raccordements préalables et moins de contrôles à effectuer.

Tous ces avantages sont particulièrement appréciables pour la  
05 dialyse à domicile.

Comme indiqué plus haut, la présente invention peut faire l'objet d'un grand nombre de variantes de réalisation à la portée du technicien. Seulement à titre d'exemples nous citerons quelques unes de ces variantes.

10 Ainsi le bossage bistable (70) peut être supprimé : en effet le tube (32) ne débouche que dans un compartiment (33) préalablement vide d'air qui ne peut donc recevoir, avant utilisation, qu'un volume de solution concentré négligeable.

L'hémodialyseur (16) peut être du type à fibres creuses.

15 Le dispositif à flotteur peut être aussi réalisé comme représenté figure 10. La pièce annexe est ici le flotteur (47) muni du pointeau (46). Le bac (44) est constitué par l'élément inférieur (61) convenablement conformé. Il est recouvert par l'élément flexible (60), muni d'une ouverture (45) constituant le siège de l'obturateur et il est  
20 soutenu par des nervures radiales (88). La chambre (86) est reliée à l'atmosphère par les conduits (49) et (85).

Le dispositif de prélèvement de liquide pour le contrôle de l'ultrafiltration peut être relié directement au compartiment (35) récepteur du liquide de dialyse usagé.

25 La poche souple peut n'être constituée que par un seul compartiment, soit pour le liquide de dialyse frais, soit pour le liquide de dialyse usagé. Le container doit alors être muni de joints d'étanchéité. On peut aussi ne pas utiliser de poche souple, laisser le liquide de dialyse directement dans le container qui devient à usage  
30 unique, un certain mélange des liquides frais et usagé n'étant alors pas exclu. Le cas échéant on peut alors intégrer une ou plusieurs cartouches d'adsorbants dans l'ensemble commun précédemment décrit.

Il a bien été précisé que l'on ne sort pas du cadre de la présente invention si l'on ne procède qu'à une intégration partielle des  
35 différents organes du circuit de liquide de dialyse. Ainsi, uniquement à

titre d'exemples, on peut, dans le cadre de la présente invention, n'intégrer que la pompe (38) à l'hémodialyseur (16), le bac de solution concentré (30) restant autonome. De même le container (20) est intégré à l'ensemble commun même si seul le couvercle (34) constitue l'un des  
05 éléments de l'ensemble commun.

10

15

20

25

30

35

REVENDICATIONS

1 - Rein artificiel comprenant :

- a) un hémodialyseur (16) comportant un boîtier séparé en  
05 deux compartiments, le premier muni de moyens pour la circulation du sang  
et le second pour la circulation du liquide de dialyse, par une membrane  
(41) permettant le traitement du sang par dialyse et par ultrafiltration,
- b) des moyens extérieurs audit hémodialyseur pour faire  
circuler le sang dans ledit premier compartiment,
- 10 - c) des moyens extérieurs audit hémodialyseur, pour  
préparer le liquide de dialyse et le faire circuler,
- d) des moyens pour stocker ledit liquide de dialyse,  
frais et/ou usagé,
- e) des moyens pour prélever et mesurer des quantités de  
15 liquide égales aux quantités d'ultrafiltrat désirées et,
- f) des organes de commande et de contrôle desdits moyens  
selon b) et c),

caractérisé en ce que lesdits moyens selon c) forment un ensemble commun,  
au moins partiellement intégré.

20 2 - Rein artificiel selon la revendication 1, caractérisé en ce  
que ledit ensemble commun est à usage unique.

3 - Rein artificiel selon l'une des revendications 1 ou 2,  
caractérisé en ce que ledit hémodialyseur (16) est au moins partiellement  
intégré audit ensemble commun.

25 4 - Rein artificiel selon l'une quelconque des revendications 1  
à 3, caractérisé en ce que, en outre, lesdits moyens selon d) sont au  
moins partiellement intégrés audit ensemble commun.

30 5 - Rein artificiel selon l'une quelconque des revendications 1  
à 4, caractérisé en ce que, en outre, lesdits moyens selon e) sont au  
moins partiellement intégrés audit ensemble commun.

6 - Rein artificiel selon l'une des revendications 1, 2, 3 ou 5,  
caractérisé en ce que ledit ensemble commun est constitué essentiellement  
par deux éléments multifonctionnels rigides ou semi-rigides (61, 62)  
disposés de part et d'autre d'un élément flexible (60) assurant notamment  
35 les fonctions d'étanchéité.

7 - Rein artificiel selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit élément flexible (60) a une forme générale plane, mince et est muni d'ouvertures.

05 8 - Rein artificiel selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'un au moins des deux éléments multifonctionnels rigides ou semi-rigides (61, 62) est en matière plastique injectable.

9 - Rein artificiel selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'un au moins des deux éléments multifonctionnels rigides ou semi-rigides (61, 62) constitue au moins en partie le boîtier de  
10 contention dudit hémodialyseur (16).

10 - Rein artificiel selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit élément flexible (60) constitue à la fois la membrane (71), les clapets anti-retour d'admission (73) et de refoulement (72) du liquide de dialyse, ainsi que l'étanchéité périphérique d'une pompe à membrane (38)  
15 animée par des moyens extérieurs, en coopération avec lesdits deux éléments multifonctionnels rigides ou semi-rigides (61, 62).

11 - Rein artificiel selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit élément flexible (60) constitue l'une des parties actives d'un dispositif obturateur à flotteur permettant de réguler la pression du  
20 liquide de dialyse dans l'hémodialyseur.

12 - Rein artificiel selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit élément flexible (60) constitue une partie active d'un dispositif d'évacuation du liquide de dialyse permettant un contrôle volumétrique de l'ultrafiltration.

25 13 - Rein artificiel selon les revendications 4 et 6, caractérisé en ce que ledit élément multifonctionnel rigide ou semi-rigide (62) constitue l'une des parois du container (20) destiné à contenir le liquide de dialyse frais et/ou usagé.

14 - Rein artificiel selon la revendication 4, caractérisé en ce  
30 qu'une poche souple est raccordée de manière étanche au circuit du liquide de dialyse et est divisée en deux compartiments (33, 35) susceptibles d'occuper chacun un volume égal au volume interne du container (20).

15 - Rein artificiel selon les revendications 6 et 14,  
35 caractérisé en ce que ladite poche souple est constituée par une gaine

tubulaire aplatie couvrant au moins une face de l'un desdits éléments multifonctionnels rigides ou semi-rigides (61, 62).

16 - Rein artificiel selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit hémodialyseur (16) est du type à membrane plane

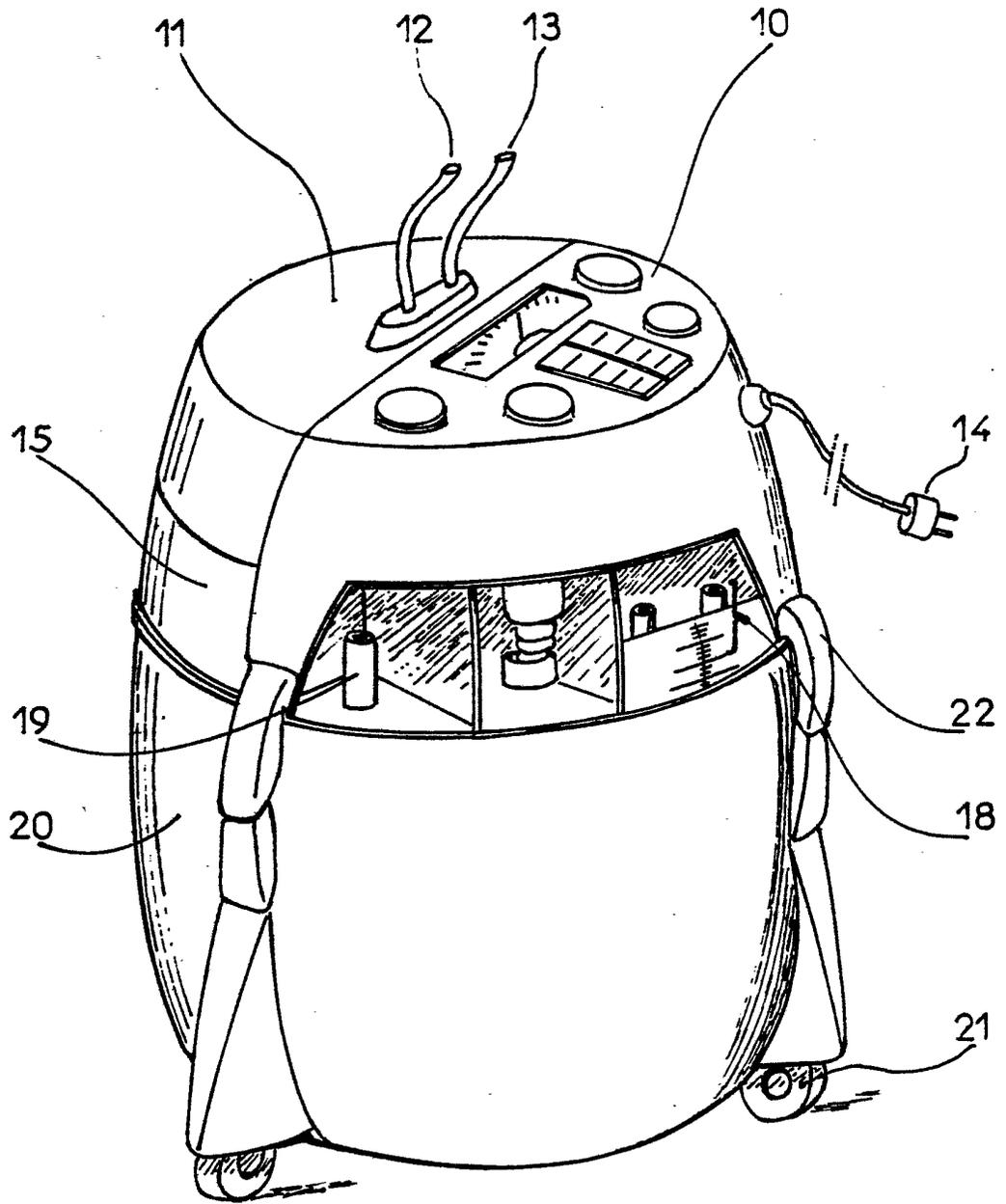


figure 1

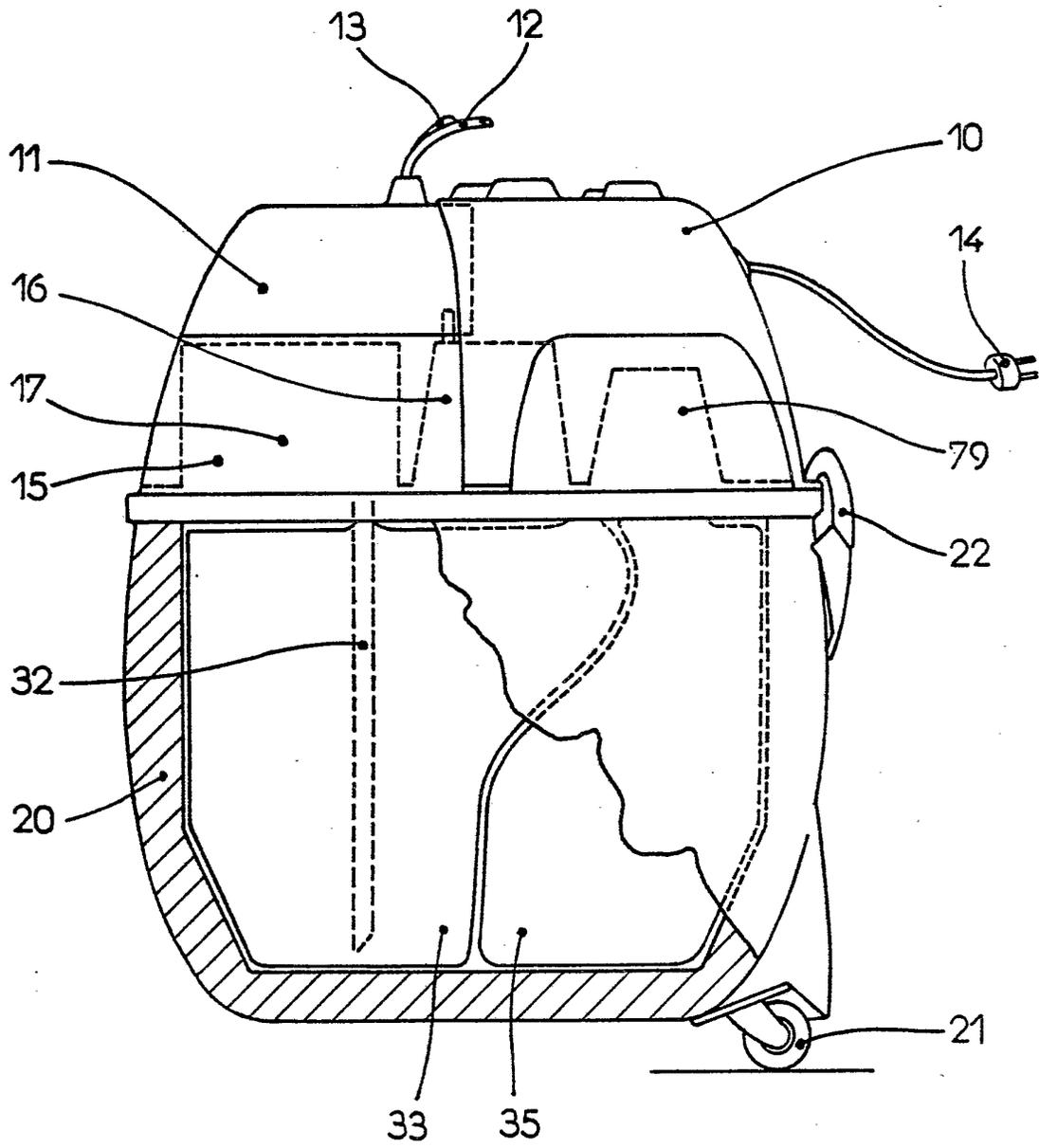


Fig. 2

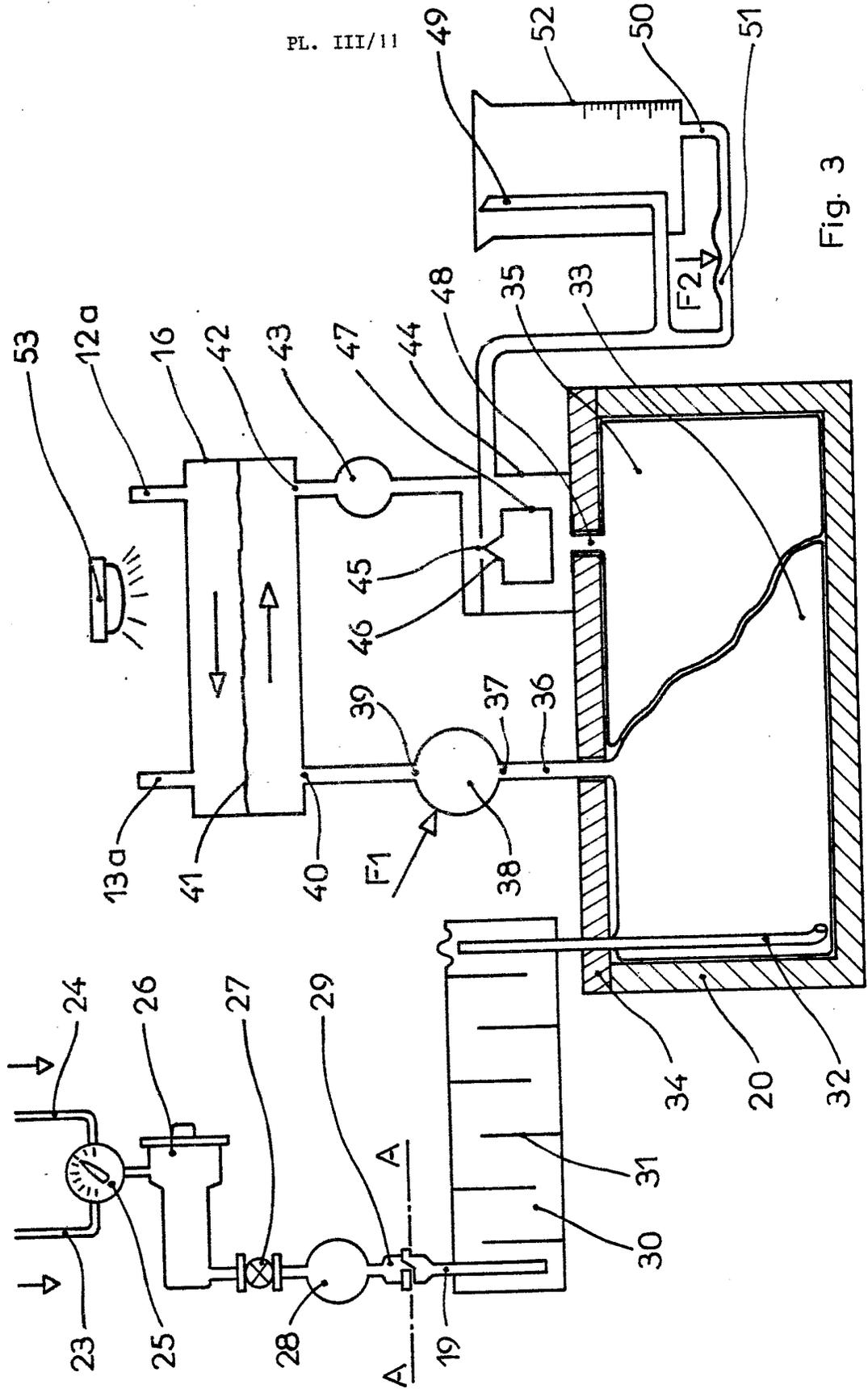


Fig. 3

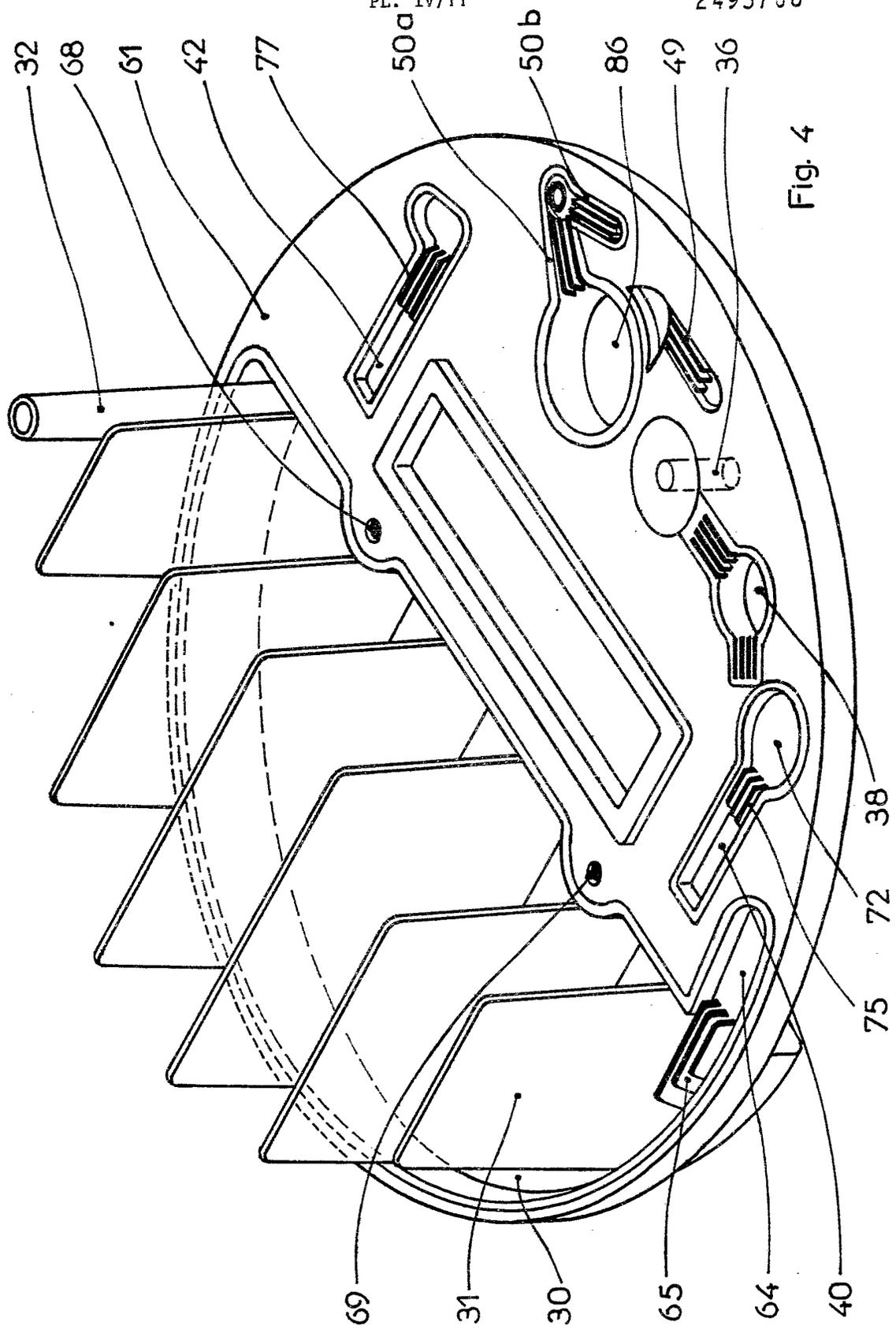


Fig. 4

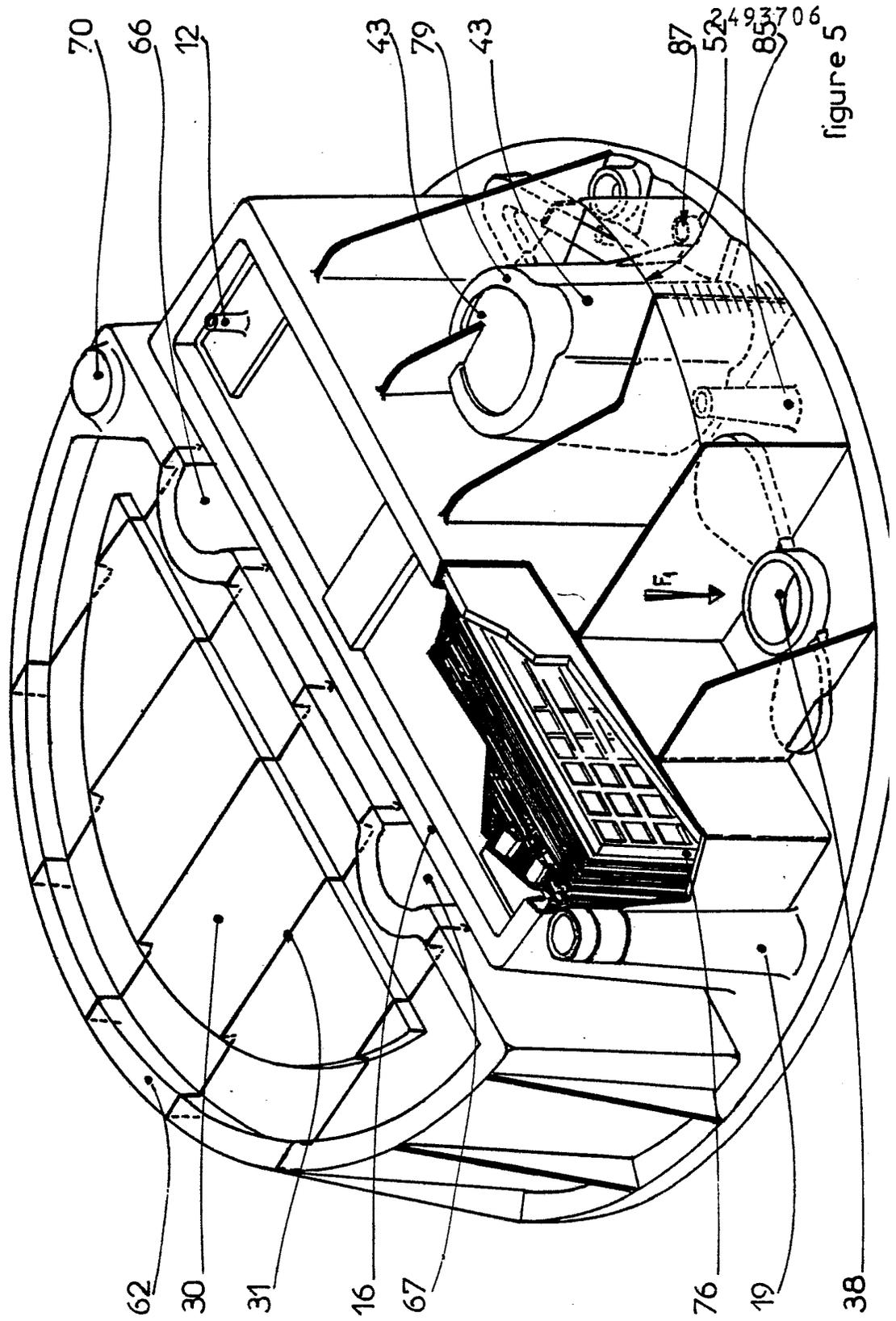
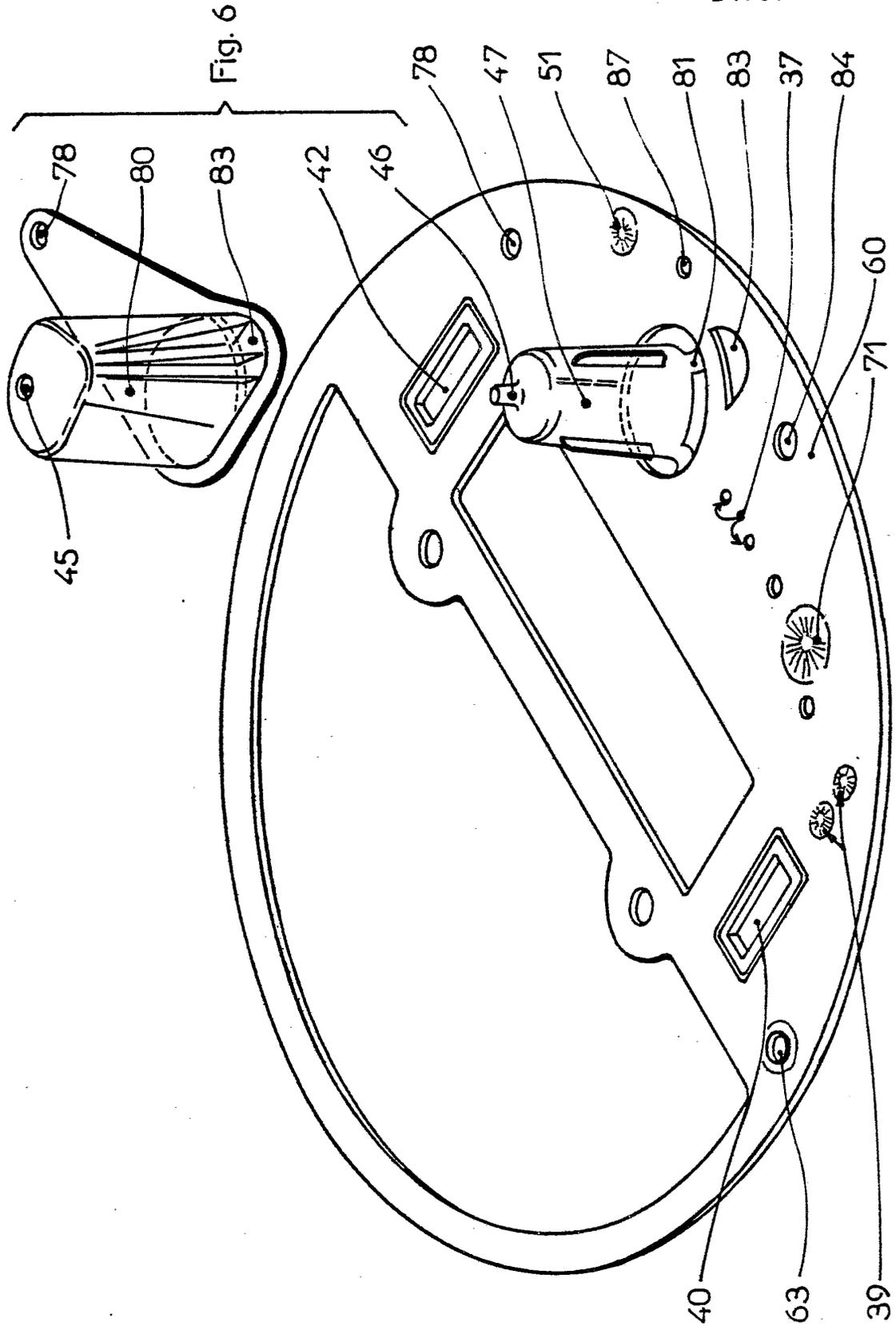


figure 5



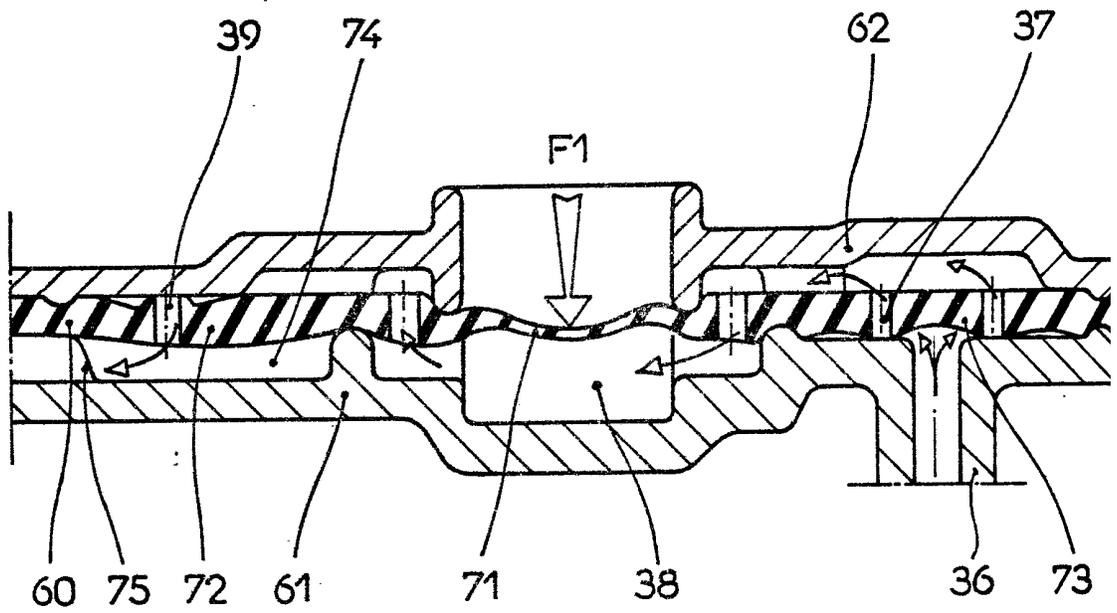


Fig. 7

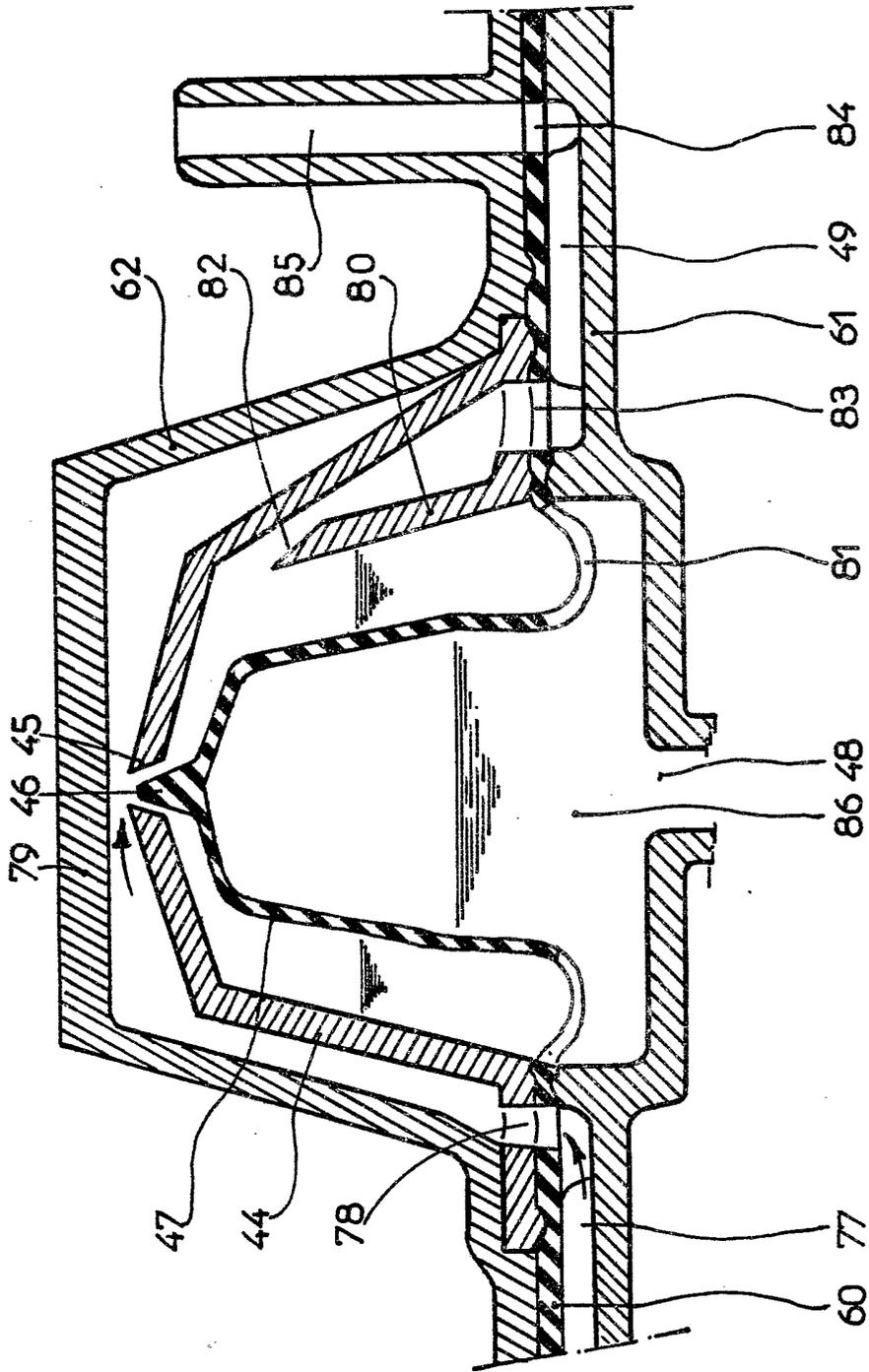
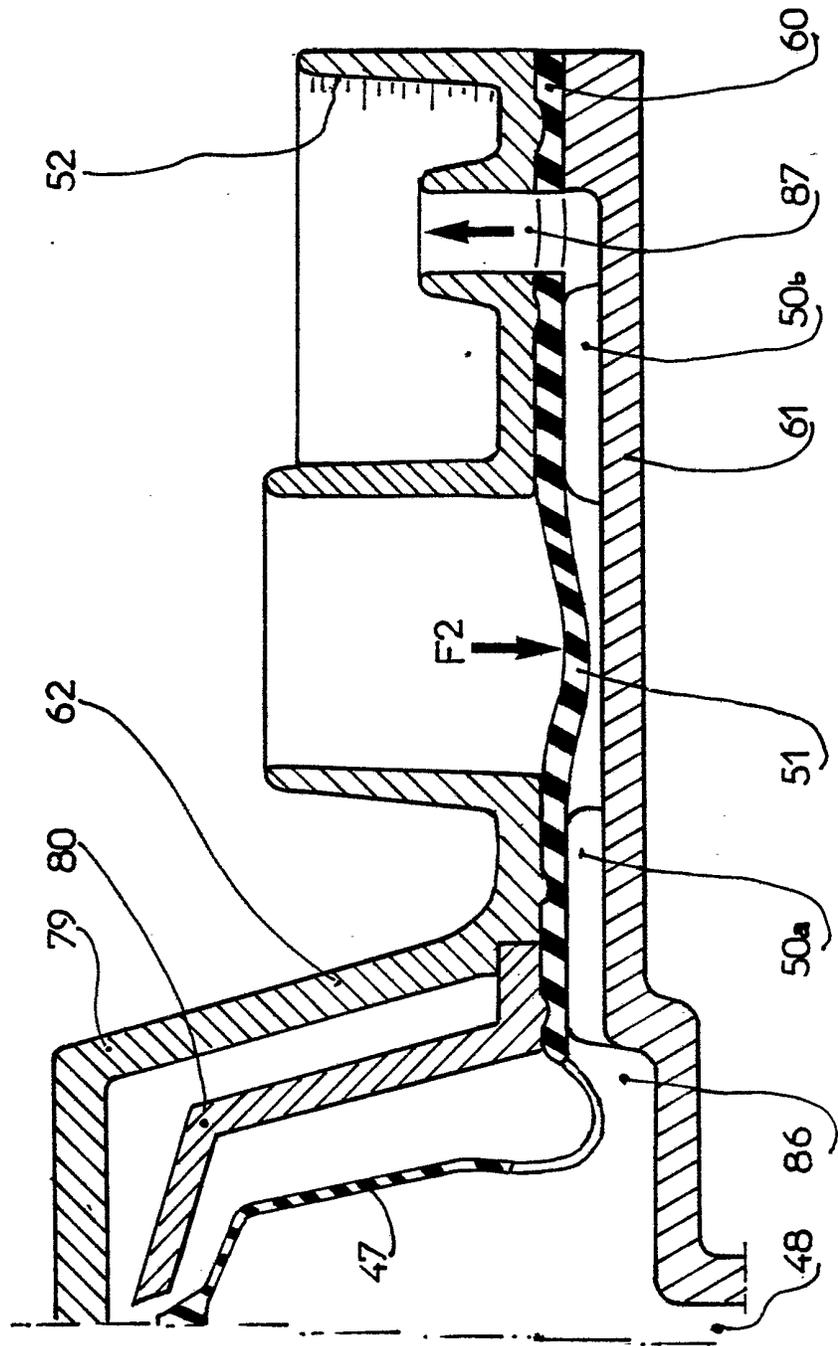


figure 8

figure 9



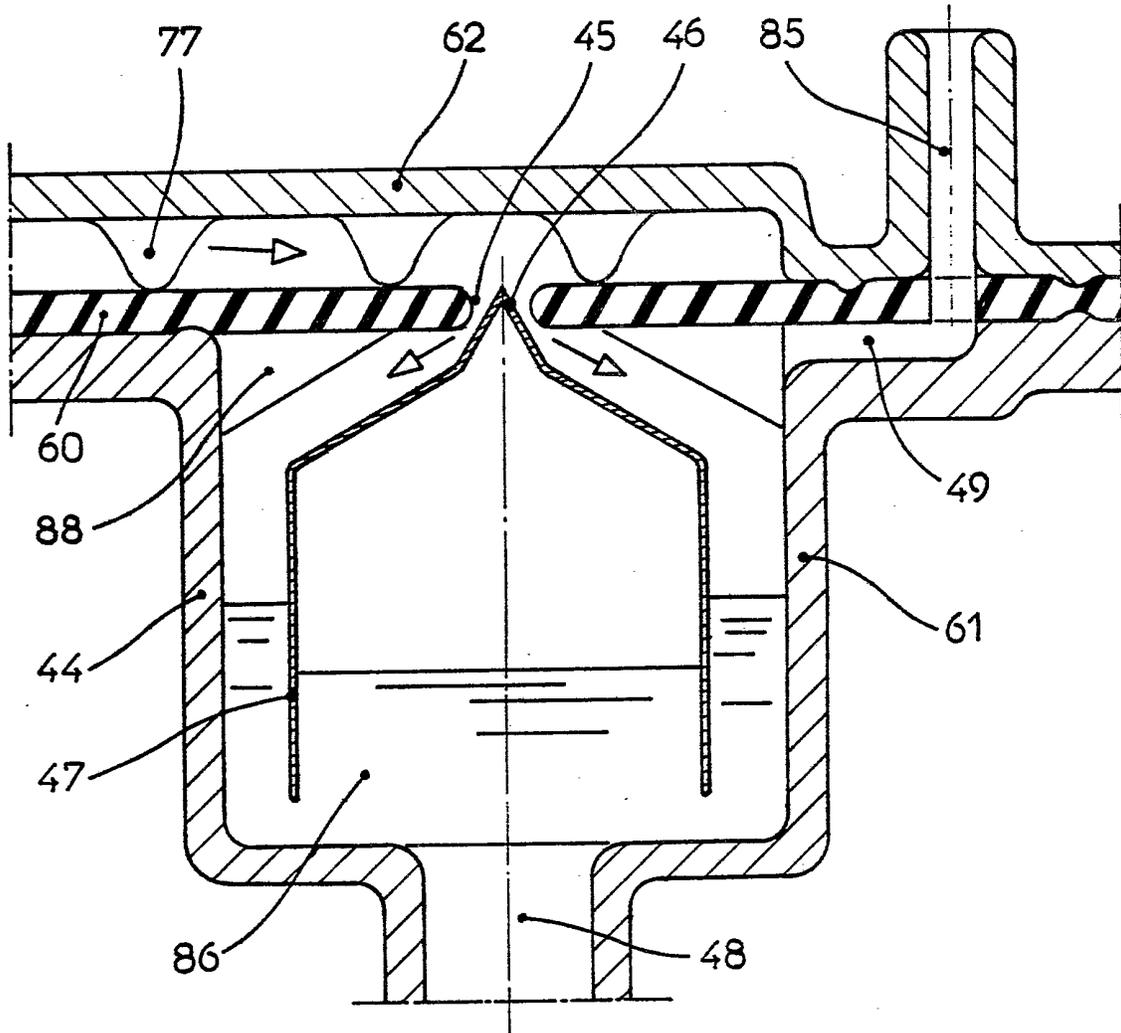


Fig. 10

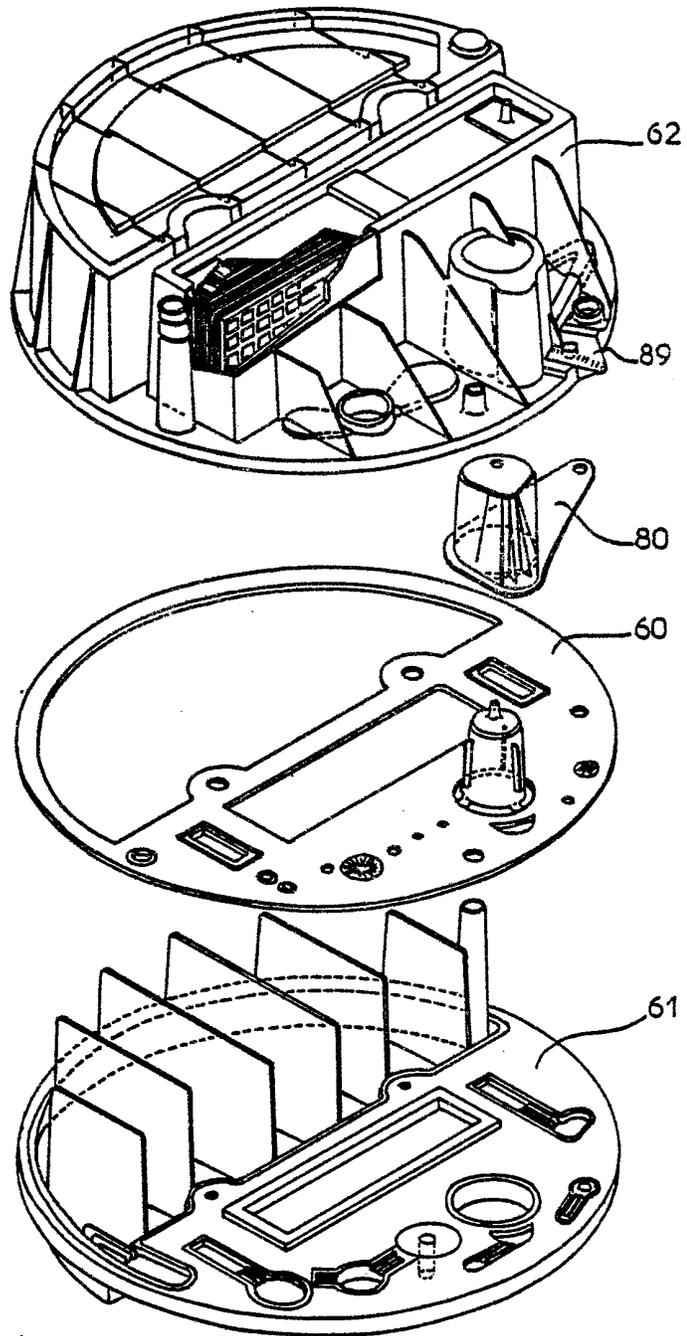


figure  
11