

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12.11.91.

③0 Priorité : 13.11.90 US 614074.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : 15.05.92 Bulletin 92/20.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche : Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : SAVANT
INSTRUMENTS (Société de droit américain) — US.

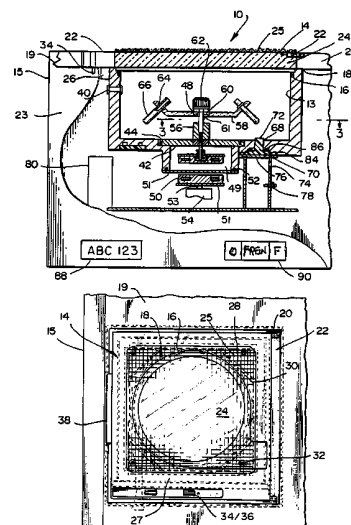
⑦2 Inventeur(s) : Vilardi Frank, Boncore James, Bellotti
Silvio et Zlobinsky Yury.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Lerner & Brullé S.C.P.

⑤4 Concentrateur pour séchage sous vide, chauffé par micro-ondes.

⑤7 Concentrateur sous vide utilisant un chauffage par micro-ondes pour faciliter un séchage rapide d'un échantillon liquide. Le chauffage par micro-ondes sans amorçage est rendu possible dans une chambre sous vide par contrôle de la puissance du générateur micro-ondes (80), par modification des objets formant antennes et par interposition d'air dans un trajet direct comportant les fentes (68) d'injection de micro-ondes tout en maintenant le vide dans la chambre sous vide. Ceci est obtenu en utilisant des bossages de plastique (72) qui traversent les fentes (68) d'injection de micro-ondes. L'énergie de chauffage micro-ondes est absorbée par un couvercle (14) de la chambre et dissipée vers l'atmosphère sous forme de chaleur. Application au séchage d'échantillons biologiques.



La présente invention a pour objet un appareil pour l'élimination de l'eau ou d'autres liquides et pour concentrer une substance. Elle vise plus particulièrement un concentrateur centrifuge sous vide et encore plus particulièrement, un concentrateur centrifuge sous vide qui
5 chauffe la substance traitée de façon à favoriser le processus de concentration.

L'utilisation de concentrateurs centrifuges sous vide pour éliminer l'humidité d'une substance liquide, de façon à obtenir un échantillon sec en vue de son analyse,
10 est bien connue. Un tel dispositif est décrit totalement dans US-4,226,669, auquel il est fait référence pour compléter la description qui va suivre. Toutefois, l'utilisation efficace de chaleur avec des concentrateurs centrifuges sous vide pour favoriser le processus de sé-
15 chage et, en conséquence, réduire le temps de traitement tout en fournissant un échantillon de meilleure qualité, est difficile à obtenir. Le transfert de chaleur de plaques chauffantes chauffées électriquement ou analogues est très peu efficace sous vide. De tels dispositifs de chauffage
20 sont en conséquence d'une utilisation lente et nécessitent une énergie considérable dans leur fonctionnement. Il existe la possibilité d'utiliser de l'énergie micro-ondes pour chauffer des échantillons dans un concentrateur centrifuge sous vide. Des tentatives antérieures par
25 l'inventeur de la présente demande, en vue d'utiliser de l'énergie micro-ondes, ont montré qu'il était virtuellement impossible d'obtenir des taux d'échauffement significatifs pour des niveaux utiles de vide en raison de la tendance à
30 l'éclatement d'arcs ou amorçages sous l'action du champ électromagnétique engendré par les micro-ondes. La majeure partie de l'énergie est perdue sous forme d'amorçages, ce qui a pour effet d'empêcher le chauffage des échantillons, tout en provoquant également un endommagement du matériel.

En conséquence, un objet de l'invention est de proposer un concentrateur sous vide qui évite les inconvénients de l'art antérieur.

5 C'est également un objet de l'invention de proposer un concentrateur sous vide, qui chauffe une substance liquide pour favoriser le procédé de séchage.

Encore un autre objet de l'invention est de chauffer une substance liquide par application efficace de l'énergie micro-ondes en supprimant sa tendance à
10 l'amorçage sous vide.

En bref, l'invention propose un concentrateur sous vide utilisant le chauffage par micro-ondes pour faciliter le séchage rapide d'un échantillon liquide. Le chauffage par micro-ondes sans amorçage excessif est rendu
15 possible dans une chambre sous vide par le contrôle de l'énergie du générateur de micro-ondes, par la modification des objets formant antenne, par transmission de l'énergie micro-ondes à partir d'un générateur micro-ondes à travers un guide d'onde circulaire vers l'intérieur de la chambre
20 sous vide et par interposition d'air dans un trajet direct entre les bords opposés des fentes d'injection de micro-ondes, tout en maintenant la condition de vide dans la chambre sous vide. Ceci peut être obtenu en utilisant des bossages de plastique remplis d'air qui passent à travers
25 les fentes d'injection de micro-ondes et les remplissent sensiblement. Une variante par rapport aux bossages remplis d'air, peut être une plaque de fermeture non métallique disposée dans le fond interne de la chambre sous vide qui assure la fermeture des fentes d'injection de micro-ondes
30 par rapport à la chambre sous vide, tout en permettant à l'énergie d'être injectée librement vers l'intérieur de la chambre. L'énergie sous forme de micro-ondes qui n'est pas absorbée par l'échantillon, est absorbée par le couvercle de la chambre sous vide et dissipée vers l'atmosphère sous
35 forme de chaleur.

Selon une caractéristique de l'invention, il est proposé un concentrateur centrifuge sous vide comportant : une enceinte, cette enceinte ayant une partie supérieure ouverte, un moyen formant couvercle pour fermer ladite

5 partie supérieure ouverte, une cuve sous vide comportant une couronne dans l'enceinte, le couvercle formant un joint étanche avec la couronne, des moyens pour former le joint étanche à l'air lorsqu'il est en contact avec le couvercle, le couvercle comportant une structure, les pattes de la

10 structure étant des pièges de quart d'onde de micro-ondes, la structure supportant une pièce de verre boro-silicate, ledit verre étant un matériau absorbant l'énergie micro-ondes, un écran métallique recouvrant au moins une surface du verre de boro-silicate, au moins un absorbeur de ferrite

15 de micro-ondes dans le couvercle, une rangée de doigts de micro-ondes faisant saillie vers le bas à partir de chaque patte de la structure pour fermer l'enceinte contre une fuite de micro-ondes, la cuve sous vide étant en métal conducteur, des moyens dans la cuve sous vide pour

20 supporter un rotor centrifuge, un puits dépendant de la cuve sous vide, des moyens comportant un accouplement d'entraînement magnétique suspendu dans le puits, le puits étant étanche au vide au moyen d'une paroi de fond, la paroi de fond étant réalisée en un matériau non-

25 ferromagnétique pour permettre le couplage magnétique d'entraînement par un moyen, extérieur par rapport au puits, pour entraîner en rotation le rotor centrifuge, un arbre, le couplage d'entraînement magnétique étant connecté à une extrémité inférieure de l'arbre, ledit arbre

30 s'étendant à travers un palier métallique de façon à être supporté en rotation par celui-ci, une extrémité supérieure de l'arbre supportant en rotation un moyeu métallique du rotor centrifuge, des moyens pour fixer le moyeu à un rotor centrifuge, un collier entourant l'arbre entre le palier et

35 le moyeu pour épaissir et renforcer l'arbre et empêcher l'amorçage de celui-ci par les micro-ondes, une plaque de

support centrale recouvrant le puits, le palier métallique étant supporté axialement par la plaque de support centrale, la plaque de support comportant une surface intérieure de forme généralement dans le même plan que la surface interne de fond de la cuve sous vide, la plaque-
5 support étant en matériau conducteur pour former une chambre continue conductrice dans la cuve sous vide, la cuve sous vide comportant une série de fentes annulaires selon une surface de fond, radialement entre le puits qui y
10 est associé et une périphérie extérieure de la cuve sous vide, des moyens pour injecter de l'énergie micro-ondes à l'intérieur de la cuve sous vide, les moyens pour éjecter l'énergie micro-ondes à l'intérieur de la cuve sous vide comportant : un générateur de micro-ondes, un guide d'onde
15 pour distribuer l'énergie micro-ondes vers la cuve sous vide, une extrémité de commencement du guide d'onde étant couplée au générateur de micro-ondes, une extrémité d'interruption du guide d'onde pour interrompre l'énergie micro-ondes, un côté supérieur du guide d'onde pour monter
20 le guide d'onde sur le fond de la cuve sous vide, le guide d'onde comportant une partie de forme générale circulaire, le côté supérieur comportant une série de fentes entre l'extrémité de commencement et l'extrémité de fin, les fentes étant susceptibles de distribuer l'énergie micro-ondes à la cuve sous vide, les fentes étant progressivement
25 sensiblement plus larges en dimensions dans un sens d'éloignement à partir du générateur de micro-ondes, et une vis de réglage dans chaque emplacement de fente pour ajuster le guide d'onde pour chaque puissance de micro-ondes à l'emplacement de chaque fente, les fentes dans le
30 fond de la cuve sous vide étant sensiblement alignées avec les fentes correspondantes prévues dans le guide d'onde, les fentes dans le fond étant sensiblement plus grandes que les fentes dans le guide d'onde, une bague diélectrique
35 étant prévue entre le sommet du guide d'onde et le fond de la cuve sous vide assurant l'étanchéité des fentes dans le

côté supérieur du guide d'onde à partir des fentes correspondantes de la cuve sous vide, un garnissage métallique entre les périphéries du guide d'onde et de la cuve sous vide, le guide d'onde étant rempli d'air, et la
5 bague diélectrique comportant des bossages qui viennent s'adapter à l'intérieur des fentes prévues dans la cuve sous vide, de façon à les remplir sensiblement.

Selon une autre caractéristique de l'invention, une plaque de fermeture non-métallique, prévue sur la
10 surface supérieure du fond de la cuve sous vide, assure l'étanchéité des fentes dans le fond de la cuve sous vide, une garniture métallique étant prévue entre les périphéries du guide d'onde et de la cuve sous vide et le guide d'onde et les fentes dans le fond de la cuve sous vide étant
15 remplis d'air.

Selon une autre caractéristique de l'invention, il est prévu un appareil pour injecter de l'énergie sous forme de micro-ondes à l'intérieur d'une cuve métallique comprenant : un générateur de micro-ondes, un guide d'onde
20 recevant l'énergie micro-ondes provenant du générateur et au moins une première fente dans le guide d'onde, au moins une seconde fente dans la cuve métallique, les première et seconde fentes étant alignées, un bossage diélectrique s'étendant à travers ladite seconde fente pour la remplir,
25 un creux étant prévu dans ledit bossage diélectrique et le creux s'étendant à l'intérieur de la cuve au-delà du fond interne de celui-ci de telle sorte qu'un trajet direct se trouve réalisé entre les bords opposés de la seconde fente.

Selon une autre caractéristique de l'invention, il est prévu une cuve chauffée au moyen de micro-ondes, qui
30 comporte : des moyens pour injecter de l'énergie micro-ondes à l'intérieur de la cuve, un couvercle pour la cuve, le couvercle étant réalisé au moyen d'un verre qui absorbe les micro-ondes.

35 Selon une autre caractéristique de l'invention, il est prévu un guide d'ondes comprenant : une extrémité

qui reçoit l'énergie pour recevoir la micro-onde, une extrémité terminale et une partie circulaire sensiblement plane entre l'extrémité de réception d'énergie et l'extrémité terminale.

5 Selon encore une autre caractéristique de l'invention, il est prévu un appareil pour injecter de l'énergie sous forme de micro-ondes à l'intérieur d'une cuve métallique comportant : un générateur de micro-ondes, un guide d'ondes recevant ladite énergie de micro-ondes à
10 partir dudit générateur de micro-ondes, au moins une première fente dans ledit guide d'onde, au moins une seconde fente dans ladite cuve métallique, lesdites première et seconde fentes étant sensiblement en alignement, une plaque de fermeture diélectrique dans le
15 fond interne de ladite cuve métallique, ladite plaque de fermeture diélectrique recouvrant ladite seconde fente, des moyens pour réaliser l'étanchéité de ladite plaque de fermeture par rapport à ladite cuve métallique pour empêcher une fuite d'air entre ladite cuve métallique et
20 lesdites première et seconde fentes, une rainure d'air à la surface de ladite plaque de fermeture diélectrique alignée avec lesdites première et seconde fentes, de telle sorte que de l'air qui se trouve à l'extérieur de la cuve métallique est susceptible de remplir ladite rainure, de
25 sorte qu'un trajet direct réalisé entre les bords opposés de ladite seconde fente, doit passer à travers l'air.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre et se réfère aux dessins annexés, dans lesquels des références identiques désignent
30 les mêmes éléments :

- la figure 1 est une vue en coupe d'un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- la figure 2 est une vue en plan du couvercle de l'invention de la figure 1 ;

- la figure 3 est une vue fragmentaire d'une coupe de l'invention prise suivant la ligne III-III de la figure 1 ;

5 - la figure 4 est une vue de dessus de la bague de vide ;

- la figure 5 est une vue en perspective du générateur micro-ondes magnétrons et du guide d'onde muni de fentes de l'invention de la figure 1 ;

10 - la figure 6 est une vue agrandie en coupe montrant l'interface entre le guide d'onde et ses fentes et la cuve sous vide du concentrateur centrifuge sous vide de la figure 1 ;

- la figure 7 est une vue en coupe d'un second mode de réalisation préféré de l'invention.

15 Il existe un problème de base qui consiste à éviter l'amorçage dans un champ électromagnétique sous une pression inférieure à la pression atmosphérique. La constante diélectrique de l'air à la pression atmosphérique est sensiblement supérieure à celle que l'on obtient à une
20 pression réduite. Ainsi, lorsque la pression est réduite dans une cuve sous vide, la tendance à l'amorçage augmente. L'amorçage est favorisé par des objets conducteurs effilés, c'est-à-dire ayant un rapport important entre leur longueur et leur largeur. Si le problème d'amorçage ne peut pas être
25 résolu, l'énergie micro-ondes ne peut pas être utilisée dans un concentrateur sous vide.

Si on se réfère à la figure 1, une cuve sous vide 12 pour un concentrateur centrifuge 10, réalisé en aluminium coulé ou en un autre matériau conducteur de
30 l'électricité, est fermée de façon étanche au moyen d'un couvercle 14 d'une enceinte 15. La surface interne 13 de la cuve sous vide 12 est revêtue au moyen d'un revêtement anti-salissures, tel que par exemple un hydrocarbure fluoré. Une bague en matériau élastomère 16, faisant
35 saillie vers le haut à partir d'une couronne 18 autour de laquelle elle est disposée, de la cuve sous vide 12,

réalise un joint sous vide avec le couvercle 14. Si l'on se
reporte à la figure 2, l'enceinte 15 comporte une structure
externe 19 qui supporte, de façon à être soulevée, une
structure de couvercle 22 du couvercle 14 au moyen de
5 charnières 20. La structure de couvercle 22 entoure et
supporte un couvercle 24 en verre de boro-silicate. Un
écran fin métallique 25, de préférence réalisé en acier
inox est disposé au-dessus du couvercle en verre 24.
L'écran de métal 25 agit comme blindage contre les micro-
10 ondes pour la cuve 12. Le verre au boro-silicate du
couvercle 24 est lui-même un absorbeur de micro-ondes. La
combinaison du blindage réalisé par l'écran métallique 25
et l'absorption radar par le couvercle en verre 24
empêchent une fuite de toute radiation micro-ondes sensible
15 à travers ces derniers.

Autour de la périphérie de la structure de
couvercle 22, un ensemble de doigts de micro-ondes 26
constitue une étanchéité micro-ondes avec l'enceinte 15, ce
qui a pour effet d'empêcher la fuite de micro-ondes lorsque
20 le couvercle 14 se trouve dans sa position de fermeture au
cours du fonctionnement de l'appareil. Des pièges en quart
d'onde 27 constituent les quatre côtés de la structure de
couvercle 22. Comme cela est bien connu, un piège en quart
d'onde est vu comme un court-circuit par la source
25 d'énergie de micro-ondes à l'intérieur de la cuve sous vide
12. Un tel court-circuit empêche la fuite d'énergie de
micro-ondes à travers le périmètre de la structure de
couvercle 22.

En tant que mesure supplémentaire pour empêcher
30 la fuite d'énergie micro-ondes, un absorbeur micro-ondes en
ferrite 28 est disposé à chaque coin de la structure de
couvercle 22, supporté par une plaque de retenue 30 et une
vis 32. Des verrous 34, qui empêchent le soulèvement du
couvercle 14 au cours du fonctionnement, sont disposés sur
35 le côté de la structure de couvercle 22 pour coopérer avec
les réceptacles 36 dans la structure de couvercle 22.

Une poignée 38 est fixée au bord avant de la structure de couvercle 22 pour permettre le levage ou l'abaissement du couvercle 14.

5 Si on se reporte à nouveau à la figure 1, une tubulure de vide 40 passe à travers la paroi de la cuve sous vide 12 pour permettre la liaison avec une pompe à vide (non représentée) de la cuve 12.

10 Un puits central 49 est associé au fond de la cuve sous vide. Une plaque de support métallique 42, de préférence en aluminium, recouvre le puits central 49. La plaque-support 42 peut être revêtue sur sa surface supérieure d'un matériau anti-salissures, tel que, par exemple, un revêtement d'hydrocarbure fluoré. Un ensemble de vis 44 assure la fixation de la plaque-support 42 à la
15 chambre sous vide 12. Les vis 44 sont des vis à tête fraisée, de telle sorte qu'elles ne forment pas de saillie à l'intérieur du corps de la chambre sous vide 12 où elles pourraient agir en tant qu'antennes et, en conséquence, favoriser l'amorçage de l'énergie micro-ondes vers le corps
20 de la chambre sous vide 12. Dans un concentrateur sous vide classique, tel que décrit dans le brevet cité en référence, l'élément correspondant à la plaque-support 42 est réalisé en matière plastique. Une plaque-support réalisée en matière plastique permettrait l'amorçage de l'énergie de
25 micro-ondes à partir du périmètre du puits central 49. L'utilisation de métal pour réaliser la plaque-support 42 et l'utilisation de vis à tête fraisée permettent la réalisation d'un fond plat sensiblement ininterrompu de la chambre sous vide 12, ce qui a pour effet de réduire
30 sensiblement la tendance à l'amorçage dans cette proximité.

Un ensemble formant palier 46 est monté en position centrale par rapport au fond de la plaque-support 42 et supporte en rotation un arbre 48 qui le traverse et se trouve monté en rotation à l'intérieur de l'axe de
35 l'ensemble formant palier 46.

Un moyen de couplage d'arbres 50 entraîné par voie magnétique 55 est fixé axialement à une extrémité inférieure de l'arbre 48 de telle sorte que le coupleur d'arbres 50 se trouve placé au voisinage du fond du puits central 49. Le fond du puits central est fermé par une paroi de fond 51. Un joint étanche au vide entre la paroi de fond 51 et le puits central 49 est réalisé au moyen d'une bague en élastomère 52.

En-dessous de la paroi de fond 51 se trouve un arbre d'entraînement 53 d'un moteur 54 qui supporte et entraîne un accouplement magnétique 55 qui se trouve en alignement axial avec le coupleur d'arbres 50. Lorsque le coupleur de moteur 55 est entraîné par le moteur 54, le coupleur d'arbres 50 tourne avec celui-ci sous l'action du couplage magnétique.

Un boîtier de palier 56, à l'intérieur duquel des paliers 46 sont comprimés avec un arbre central métallique 60 du rotor en matière plastique 58 permet d'augmenter le diamètre effectif de l'arbre 48. Cette augmentation du diamètre effectif a pour résultat un rapport longueur contre diamètre beaucoup plus petit, ce qui a pour effet de réduire la tendance pour celui-ci à se comporter comme une antenne micro-ondes qui favoriserait l'amorçage. Cela contribue à réduire la possibilité d'amorçage.

Le rotor en matière plastique 58 avec le moyeu central 60 est fixé à une extrémité supérieure de l'arbre 48 au moyen d'un bouton de retenue en matière plastique 62. Une clavette 61 passant à travers l'arbre 48 coopère avec le moyeu central 60 de telle sorte que le moyeu central 60 et le rotor 58 tournent avec l'arbre 48. On utilise la matière plastique pour le bouton de retenue 62 de façon à éviter encore la possibilité de la réalisation d'une antenne à l'intérieur de la cuve sous vide 12 qui pourrait détourner l'énergie micro-ondes hors de la substance qui se trouve en cours de concentration.

Le rotor 58 comporte une ou plusieurs rangées annulaires de support de tubes 64, chacune desquelles a une dimension permettant de supporter un tube à essai 64 de substance à concentrer.

5 Si l'on considère la figure 3, un ensemble de fentes de micro-ondes 68 sont disposées autour du fond de la cuve sous vide 12 pour former des fenêtres pour assurer le couplage de l'énergie micro-ondes provenant d'un guide d'onde 74.

10 Si on se reporte maintenant à la figure 4, une bague de vide 70, de préférence réalisée en une résine de matière plastique fortement diélectrique, telle que par (marque déposée désignant le tétrafluoroéthylène) exemple du téflon, est disposée en-dessous du fond de la cuve sous vide 12. La bague de vide 70 réalise l'étanchéité
15 des fentes 68 au fond de la cuve sous vide 12 pour empêcher la perte de vide. De plus, la bague de vide 70 comporte un ensemble de bossages creux 72 qui font saillie vers le haut à travers les fentes de micro-ondes 68. Si l'on se reporte maintenant à la figure 6, chaque bossage 72 comporte une
20 ouverture creuse 73 qui se prolonge au-delà du niveau du fond de la cuve sous vide 12. En cours d'utilisation, la cuve sous vide 12, qui se trouve au-dessus des bossages 72, est soumise au vide. Cependant, la région qui se trouve en-dessous des bossages 72 se trouve à la pression
25 atmosphérique normale. Ainsi, un trajet direct entre les bords opposés d'une fente micro-ondes 68 doit traverser la matière plastique de téflon très diélectrique et l'air ambiant à la pression atmosphérique qui est relativement fortement diélectrique. Il résulte de la présence de
30 matériaux fortement diélectriques dans le trajet entre les bords opposés de chaque fente micro-ondes 68, que l'amorçage dans ces trajets se trouve empêché.

Comme montré à la figure 5, un guide d'onde circulaire 74 est couplé à un oscillateur constitué par un
35 magnétron classique 80. Une série de cinq fentes arquées de guide d'onde 76 sont disposées selon un anneau à la surface

supérieure dudit guide d'onde circulaire. Les fentes de guide d'ondes 76 variant en dimensions, la fente la plus petite étant la plus proche de l'oscillateur du magnétron 80 et la plus grande étant la plus voisine de l'extrémité terminale 82, de telle sorte que l'énergie passant à travers toutes les fentes du guide d'onde soit sensiblement la même dans chaque fente. Une vis de réglage 78, disposée en aval de chaque fente de guide d'onde 76, permet de plus un réglage de la distribution de micro-ondes pour permettre l'obtention de la même énergie à chaque fente de guide d'ondes 67 et ainsi une distribution uniforme de l'énergie dans la cuve 12.

Dans le mode de réalisation préféré, il s'est avéré que des micro-ondes à faible puissance évitaient l'amorçage qui a tendance à se produire dans une petite cuve sous vide et qu'une puissance de 500 watts d'un oscillateur classique de micro-ondes 80 provoquait un amorçage qui ne pouvait pas être supprimé facilement. De façon à obtenir un niveau de puissance qui soit plus facilement maniable, la puissance de sortie de l'alimentation en énergie 83 du magnétron 80 a été réduite à une valeur permettant l'obtention de 150 watts d'énergie micro-ondes. Cependant, pour une cuve sous vide plus grande, on peut utiliser une puissance plus grande.

Si on revient à nouveau à la figure 6, une rainure annulaire 69, prévue dans le fond de la cuve sous vide 12, reçoit une bague de vide 70, avec des bossages 72 passant vers le haut à travers les fentes respectives de micro-ondes correspondantes 68. Une paire de bagues d'étanchéité 86, montées en parallèle dans les rainures 87, sont disposées autour du fond de la cuve sous vide 12 sur des côtés opposés de la série de fentes de micro-ondes 68 pour constituer un joint au vide entre la bague de vide 70 et la surface de la rainure annulaire 69. Une paire de garnitures micro-ondes 84 sont fixées dans les rainures de garniture respectives 85 dans le fond de la cuve sous vide

12 sur les côtés opposés à l'extérieur de la rainure annulaire 69. Un guide d'onde circulaire 74 comporte des brides interne et externe 88 qui s'étendent au-delà des rainures de garniture 85. Un ensemble de vis 82 sont fixées
5 à travers les brides 88 et à l'intérieur du fond de la cuve sous vide 12 pour maintenir le guide d'onde circulaire fermement en place contre le fond de la cuve sous vide 12. Le serrage des vis 82 a pour effet de comprimer les bagues élastiques 86 pour créer un joint étanche au vide et
10 également à comprimer les garnitures micro-ondes 84 pour réaliser un joint radio.

Il y a lieu de noter que chaque fente micro-ondes 68 de la cuve sous vide 12 est légèrement plus grande que la fente de guide d'onde correspondante 76 du guide d'onde circulaire 74 pour réaliser un couplage efficace de
15 l'énergie micro-ondes du guide d'onde circulaire 74 vers la cuve sous vide 12.

Le mode de réalisation de l'invention décrit ci-dessus s'est avéré très efficace pour injecter de l'énergie micro-ondes à l'intérieur d'une cuve sous vide 12. En cours
20 d'utilisation, cependant, il s'est avéré qu'un amorçage résiduel pouvait perforer de façon occasionnelle un des bossages 72, ce qui avait pour résultat de perdre l'étanchéité au vide. Le remplacement de la bague de vide 70 nécessitait un démontage important du concentrateur centrifuge dans sa totalité 10. Ceci avait pour effet une
25 perte de temps importante.

Si on se réfère à la figure 7, on peut y voir un second mode de réalisation préféré de l'invention, qui
30 permet de réduire le temps mort en cas de perforation. Dans ce mode de réalisation, la bague de vide 70 et les bossages 72 de même que les bagues d'étanchéité au vide 86 (représentés aux figures 1 et 6) sont remplacés par une plaque de fermeture en forme de disque non métallique 92
35 disposée à l'intérieur du fond de la cuve sous vide 12. Un trou axial 96 de la plaque de fermeture 92 entoure le

boîtier de palier 56 à l'intérieur de la cuve sous vide 12. Un ensemble de vis en dépression 98 assure la fixation de la plaque de fermeture 92 sur la surface supérieure 99 du fond de la cuve sous vide 12. Des bagues d'étanchéité au vide 94, disposées selon une rainure annulaire d'air 100 sur la face inférieure 102 de la plaque de fermeture 92 constituent un joint étanche à l'air entre la plaque de fermeture 92 et la cuve sous vide 12 de façon à maintenir un vide dans cette dernière lors du fonctionnement de l'appareil.

La rainure annulaire d'air 100 coïncide avec la série de fentes micro-ondes 68 qui sont disposées autour du fond de la cuve sous vide de façon à permettre à l'air de remplir les fentes de micro-ondes 68 et la rainure d'air 100 située au-dessus de ces dernières. L'air qui remplit les fentes de micro-ondes 68 et la rainure d'air 100 empêche l'énergie micro-ondes de provoquer des amorçages à travers les fentes de micro-ondes 68 de la même façon que les bossages 72 (représentés à la figure 6) qui ont été décrits plus haut.

A la place de la rainure annulaire unique 100, la même fonction peut être réalisée au moyen d'une succession de rainures arquées, disposées selon un anneau et alignées avec les fentes correspondantes prévues dans le fond de la cuve sous vide 12. La disposition est actuellement considérée comme constituant le mode de réalisation préféré.

Un avantage essentiel de ce mode de réalisation par rapport à celui qui a été décrit en premier, réside dans le fait que si le joint sous vide, qui se trouve entre la plaque de fermeture 92 et le fond de la cuve 12, est défaillant, son remplacement peut être réalisé à partir du sommet de la cuve sous vide 12 sans qu'il soit nécessaire de démonter la totalité du concentrateur centrifuge 10 ou d'affecter l'intégrité du joint micro-ondes.

Si on se réfère à nouveau à la figure 1, un indicateur 88 décrit l'état de fonctionnement du concentrateur centrifuge 10. Un panneau de contrôle 90 contrôle le fonctionnement du dispositif.

5 Étant donné que le fonctionnement d'un concentrateur centrifuge sous vide est décrit en totalité dans le brevet US 4,226,669, seulement le fonctionnement de la partie de chauffage micro-ondes de la présente invention sera décrite ci-dessous.

10 Si on se reporte à la figure 1, lorsque le couvercle 14 est fermé, le concentrateur centrifuge 10 est effectivement rendu étanche contre les fuites de micro-ondes par l'action des doigts 26 associés au couvercle 14 et à l'enceinte 15. Le couvercle 14 est protégé contre les
15 micro-ondes grâce à l'écran métallique 25 qui se trouve au-dessus du couvercle de verre, grâce aux pièges à micro-ondes en quart d'onde 27 et aux absorbeurs de micro-ondes en ferrite 28. Le verre 24 étant fabriqué au moyen de borosilicate sert également comme charge radio dissipant toute
20 énergie micro-ondes restante. De plus, la garniture micro-ondes 84 empêche la fuite de micro-ondes à travers l'interface entre la cuve sous vide 12 et le guide d'onde circulaire 74.

 La fuite de micro-ondes à partir du plancher de
25 la cuve sous vide 12 est empêchée par la plaque formant support métallique 42 et l'arbre métallique 48. On obtient ainsi une chambre conductrice métallique continue qui élimine toute fuite de micro-ondes.

 La sécurité micro-ondes du concentrateur
30 centrifuge 10 est de plus assurée grâce aux verrous 34 qui empêchent le fonctionnement du chauffage micro-ondes lorsque le couvercle est ouvert et qui empêche l'ouverture du couvercle au cours du fonctionnement de l'appareil.

 Le téflon est un isolant qui présente une
35 constante diélectrique relativement élevée, la présence de cette matière plastique entre les bords opposés des fentes

68 a tendance à réduire la possibilité d'amorçage. De plus, étant donné que les centres des bossages 72 sont creux pour produire des ouvertures creuses qui s'étendent au-dessus du fond de la cuve sous vide 12, la pression atmosphérique de l'air ainsi placé dans le trajet entre les bords opposés des fentes 68, a aussi pour effet de réduire la possibilité d'amorçage.

Des essais ont été réalisés en utilisant une bague plate, sans bossages 72, pour remplacer la bague de vide 70. L'amorçage entre les bords opposés des fentes 68 a eu lieu à des niveaux de vide qui étaient insuffisants pour accélérer le séchage des échantillons. Il en résultait un amorçage qui détruisait la cuve sous vide 12. De plus, l'amorçage avait tendance à fondre la bague plate, de sorte que le joint de vide était brisé après une courte période d'utilisation. Avec les bossages 72 fournissant de l'air à la pression atmosphérique à l'intérieur des fentes de micro-ondes 68 et la possibilité d'absorption de micro-ondes élevée du couvercle 14, le chauffage par micro-ondes sans amorçage important est possible pour un vide inférieur à 1 torr.

Dans le second mode de réalisation préféré, qui a été discuté en se référant à la figure 7, on laisse de l'air remplir les fentes de micro-ondes 68 au moyen d'un joint de vide réalisé sous la forme d'une plaque de fermeture 92 au-dessus des fentes micro-ondes 68. Ceci élimine la nécessité d'utiliser les bossages 72 du mode de réalisation de la figure 1 avec la même diminution d'amorçage. Comme avec le mode de réalisation de la figure 1, la possibilité importante d'absorption d'énergie micro-ondes du couvercle 14 permet un fonctionnement sans amorçage sensible pour des vides inférieurs à 1 torr.

Lorsqu'on met en service l'alimentation 83 (représentée à la figure 5), par actionnement d'un interrupteur, l'alimentation 83 met en service l'oscillateur du magnétron 80. La sortie en micro-ondes de

l'oscillateur à magnétron 80 se trouve distribuée
régulièrement grâce aux fentes de guide d'onde 76 et les
fentes de micro-ondes 68 disposées autour du fond de la
cuve sous vide 12, avec environ 30 watts pour chaque fente
5 pour un oscillateur à magnétron 82 de 150 watts, de façon à
ce qu'elle se propage régulièrement à travers la cuve sous
vide 12. Des vis d'ajustage 78 sont réglées lors de la
calibration en usine pour assurer une répartition
convenable de l'énergie micro-ondes. Dans d'autres modes de
10 réalisation de l'invention, les vis de réglage 78 peuvent
être supprimées et remplacées par d'autres moyens de
réglage.

L'énergie micro-ondes vient chauffer l'échantil-
lon qui se trouve dans le tube à essai 66, alors que
15 l'énergie en excédent, qui n'est pas absorbée par l'échan-
tillon, est absorbée par le couvercle 14 et dissipée sous
forme de chaleur.

REVENDICATIONS

1. Concentrateur centrifuge sous vide (10),
caractérisé en ce qu'il comporte une cuve sous vide (12),
des moyens pour monter un rotor centrifuge (58) dans ladite
5 cuve; des moyens (74) pour injecter de l'énergie micro-
ondes vers l'intérieur de ladite cuve et des moyens pour
empêcher l'amorçage électrique à l'intérieur de la cuve
quand elle se trouve sous vide.

2. Concentrateur centrifuge sous vide selon la
10 revendication 1, caractérisé en ce que les moyens pour
injecter de l'énergie micro-ondes dans ladite cuve sous
vide (12) comportent un générateur de micro-ondes (80), un
guide d'onde (74), une première extrémité dudit guide
d'onde étant couplée audit générateur de micro-ondes; une
15 seconde extrémité (82) dudit guide d'onde comportant des
moyens pour interrompre la propagation des micro-ondes; au
moins une partie dudit guide d'onde (74) entre les
extrémités formant une partie de cercle, des moyens pour
associer la partie supérieure du guide d'onde au fond de
20 ladite cuve sous vide (12), la partie supérieure du guide
d'onde comportant une série de fentes (76) disposées selon
une portion de cercle et étant progressivement plus grandes
en dimensions au fur et à mesure qu'on s'éloigne du
générateur de micro-ondes (80), un ensemble de fentes
25 prévues dans le fond de ladite cuve sous vide (12),
lesquelles ont sensiblement un alignement les unes après
les autres avec les fentes du guide d'onde, de telle sorte
que de l'énergie micro-ondes peut se propager du guide
d'ondes vers l'intérieur de la cuve sous vide (12).

30 3. Concentrateur selon la revendication 2,
caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins un moyen
pour ajuster la quantité d'énergie micro-ondes propagée à
travers les fentes correspondantes de la cuve (68) et du
guide d'onde (76).

4. Concentrateur selon la revendication 3, dans lequel lesdits moyens de réglage consistent en une vis (78) qui fait saillie à l'intérieur du guide d'onde (74).

5 5. Concentrateur selon la revendication 3, dans lequel sont prévus des moyens pour égaliser la quantité d'énergie micro-ondes qui se propage à travers toutes les fentes du guide d'onde (76).

10 6. Concentrateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la cuve sous vide (12) est réalisée en métal conducteur, un puits (49) étant disposé en position centrale au fond de ladite cuve, une plaque-support métallique recouvrant ledit puits et se trouvant au même niveau que le fond de ladite cuve sous vide (12).

15 7. Concentrateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour monter ledit rotor centrifuge (58), qui consistent en un arbre (48), lequel comporte un collier (60) qui a un diamètre suffisamment important pour
20 éviter l'amorçage.

25 8. Concentrateur selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une bague de vide diélectrique (70) entre la partie supérieure dudit guide d'onde (74) et le fond de ladite cuve sous vide (12), des moyens étant prévus pour réaliser une étanchéité au vide entre ladite bague diélectrique et ledit fond de sorte qu'une perte de vide à travers les fentes (68) de la cuve soit évitée, un ensemble de bossages (72) étant prévus dans ladite bague diélectrique (70),
30 chacun desdits bossages (72) passant à travers lesdites fentes de cuve (68) en les remplissant sensiblement; le creux prévu dans la surface inférieure de chacun des bossages (72) s'étendant vers le haut au-dessus du fond de ladite cuve sous vide (12) de telle sorte qu'un trajet
35 direct se trouve réalisé entre les bords opposés de chaque

fente (68) de la cuve, ledit trajet étant contraint à passer à travers un creux correspondant.

9. Concentrateur selon la revendication 8, caractérisé en ce que lesdits creux sont remplis par de l'air à une pression supérieure à celle du vide de fonctionnement prévu dans ladite cuve (12).

10. Concentrateur centrifuge selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte une plaque de fermeture de vide non métallique (92) disposée sur la surface supérieure (99) du fond de la cuve sous vide (12); des moyens pour réaliser une étanchéité au vide de ladite plaque d'étanchéité (92) par rapport à la surface supérieure (99) de sorte qu'aucune perte de vide ne puisse être réalisée à travers lesdites fentes de cuve (68) et une rainure arquée en creux (100) est prévue dans ladite plaque de fermeture (92) en coïncidence avec lesdites fentes de cuve (68) pour permettre à de l'air de passer légèrement au-dessus desdites fentes pour constituer un trajet pour l'énergie micro-ondes vers ladite cuve sous vide (12) de sorte qu'un trajet direct soit réalisé entre les bords opposés de chacune des fentes de cuve (68) qui passent à travers l'air.

11. Concentrateur centrifuge selon la revendication 9, dans lequel lesdites fentes de cuve (68) sont remplies par de l'air à une pression supérieure au vide de fonctionnement qui règne dans la cuve sous vide (12).

12. Concentrateur centrifuge selon l'une quelconque des revendications 2 à 11, caractérisé en outre en ce qu'il comporte au moins une garniture radio (84) entre ledit guide d'onde (74) et ladite cuve sous vide (12).

13. Concentrateur centrifuge selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un couvercle (14) pour ladite cuve (12) qui est réalisé en un matériau absorbant les micro-ondes.

14. Concentrateur centrifuge selon la revendication 13, dans lequel ledit matériau absorbant les micro-ondes est un verre de boro-silicate.

5 15. Concentrateur centrifuge selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la cuve sous vide (12) comporte un couvercle muni d'un écran métallique s'opposant au passage des micro-ondes.

10 16. Concentrateur centrifuge selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comporte en outre au moins un absorbeur de micro-ondes en ferrite qui se trouve au voisinage dudit couvercle et est susceptible d'absorber de l'énergie micro-ondes.

FIG. 1

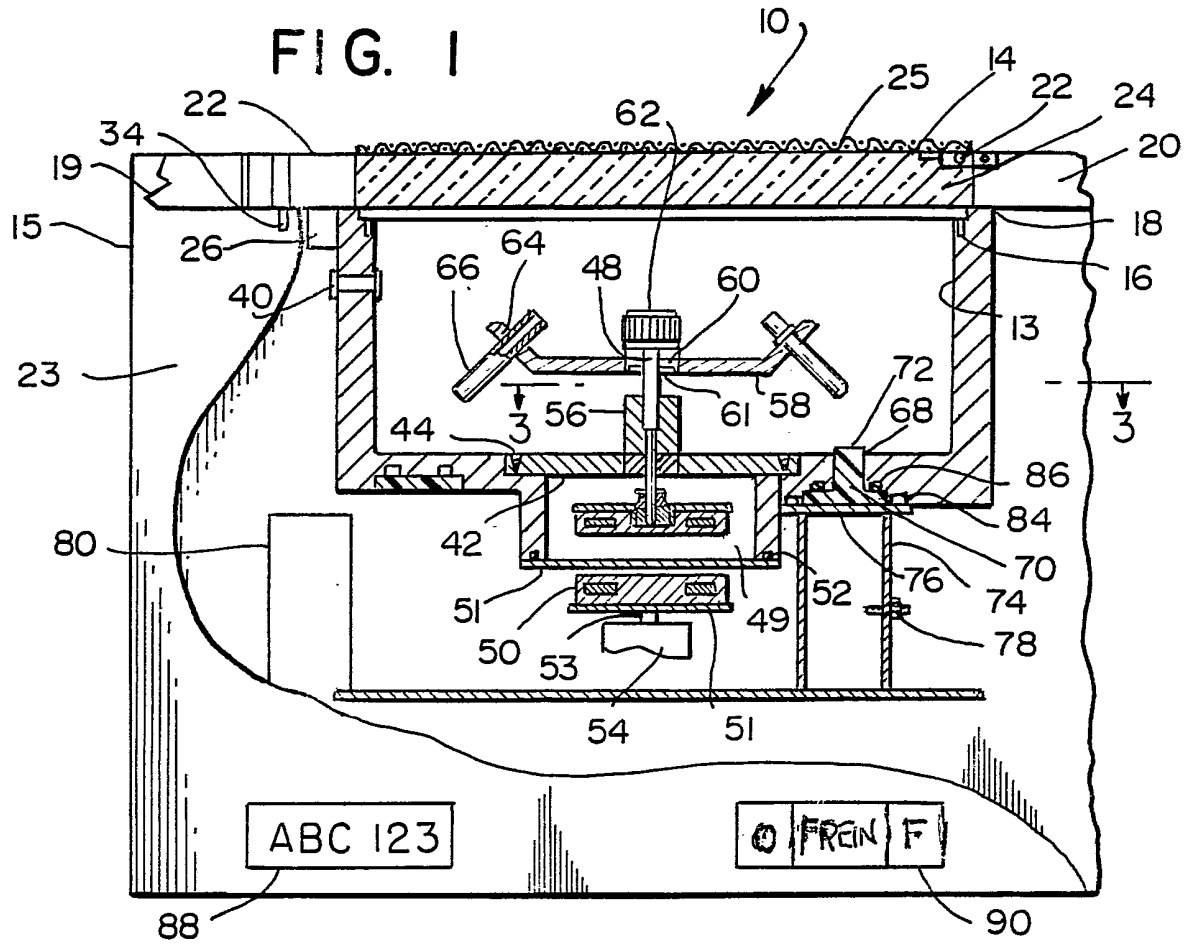


FIG. 2

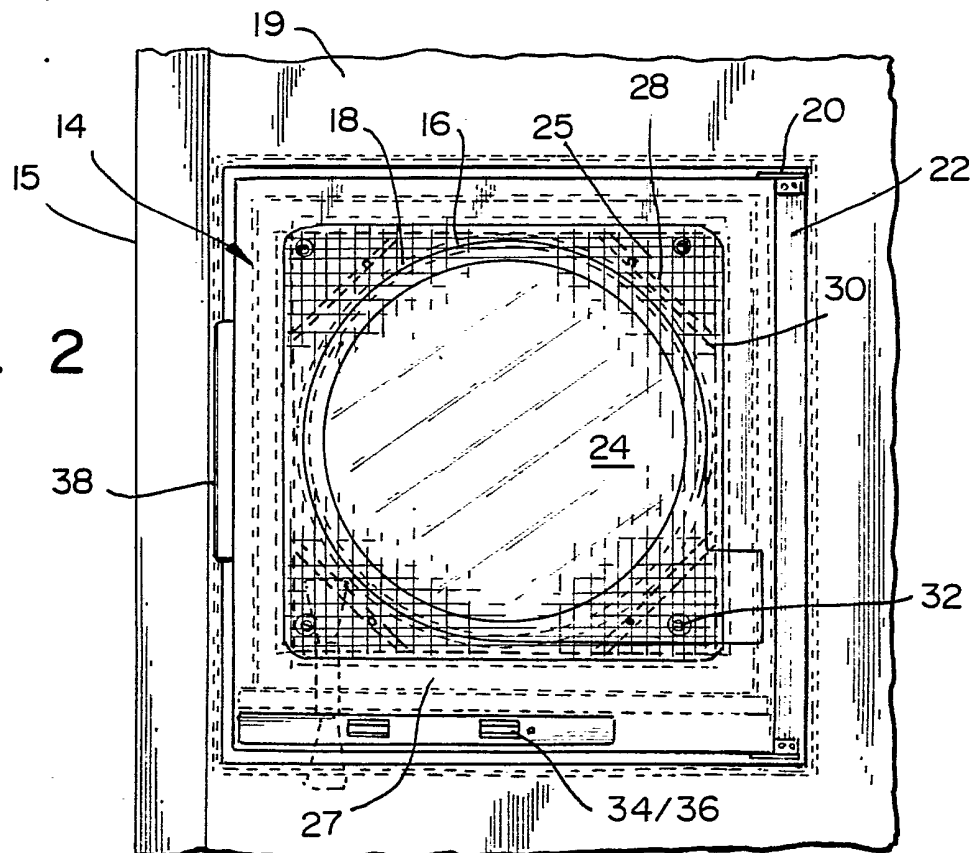


FIG. 3

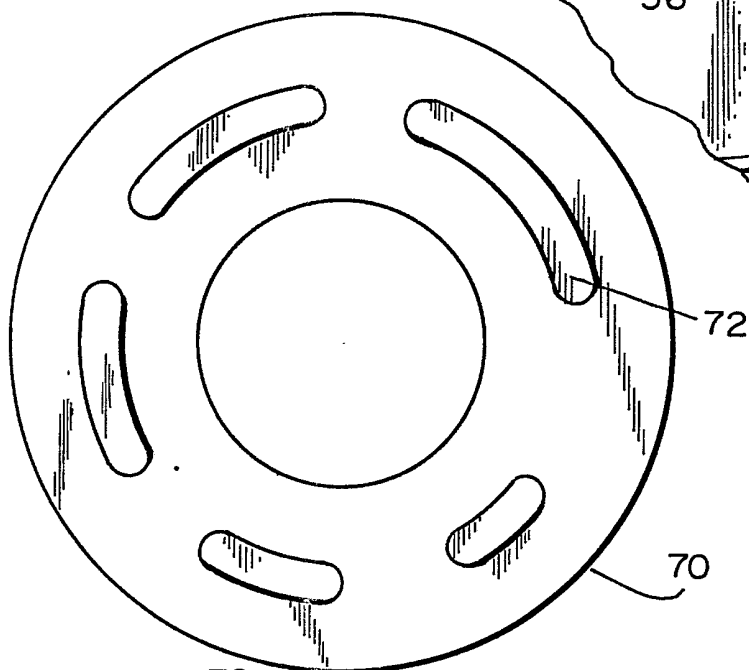
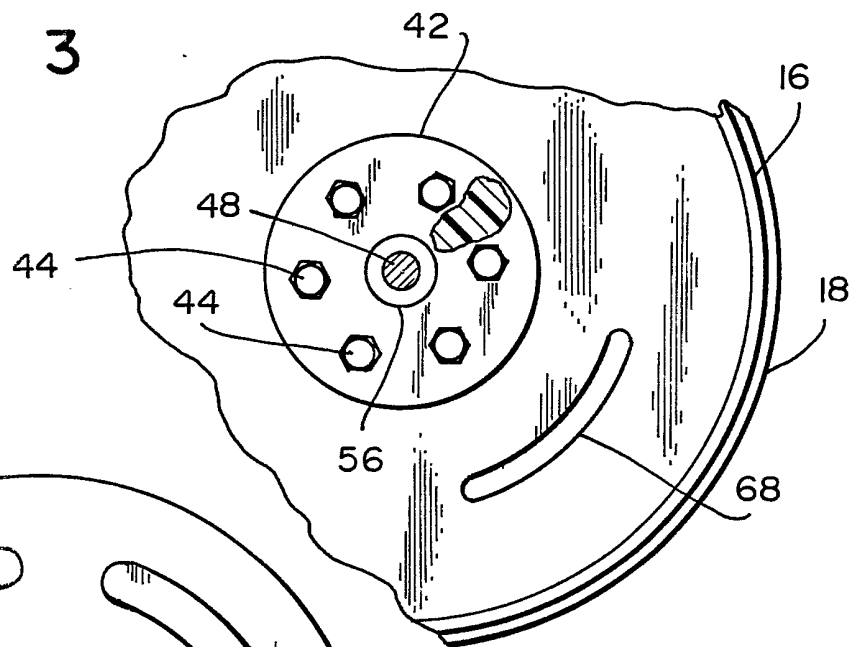


FIG. 4

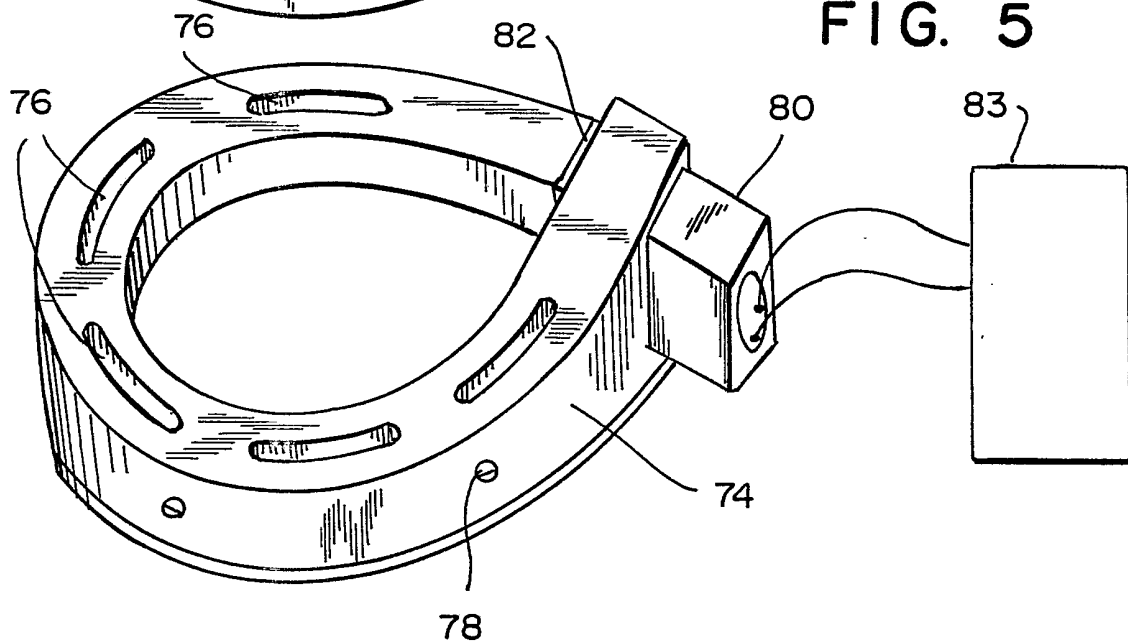


FIG. 5

FIG. 6

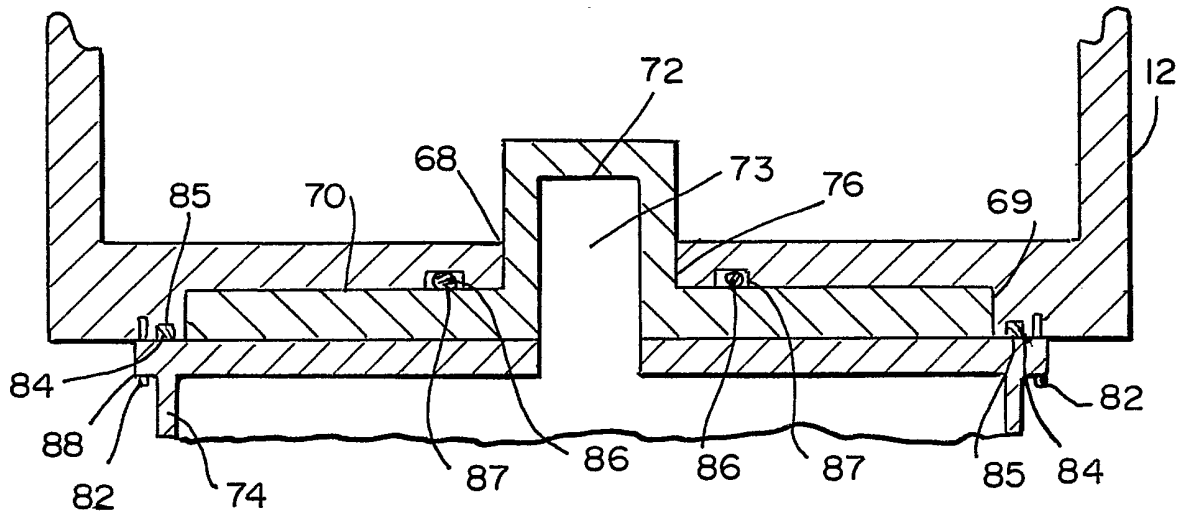


FIG. 7

