



Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein



12 FASCICULE DU BREVET A5

11

634 995

21 Numéro de la demande: 319/80

22 Date de dépôt: 15.01.1980

30 Priorité(s): 16.01.1979 US 3994

24 Brevet délivré le: 15.03.1983

45 Fascicule du brevet
publié le: 15.03.1983

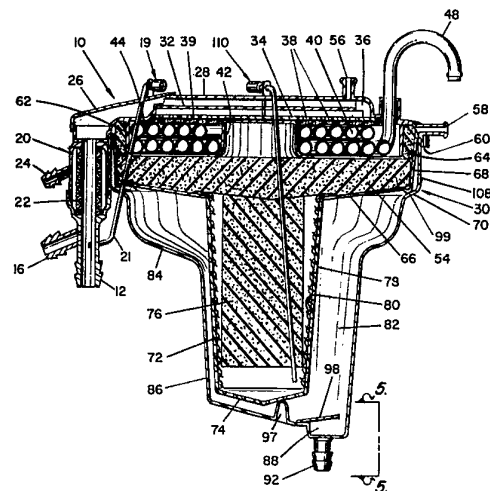
73 Titulaire(s):
Baxter Travenol Laboratories, Inc., Deerfield/IL
(US)

72 Inventeur(s):
George Geza Siposs, Costa Mesa/CA (US)

74 Mandataire:
Kirker & Cie, Genève

54 Oxygénateur de sang à bulles.

57 L'oxygénateur est utilisé pour artérialiser le sang pendant une opération à coeur ouvert. L'oxygénateur est assemblé et stérilisé dans l'usine de fabrication et il est de conception économique et rentable de manière à pouvoir le jeter après usage. Le sang du patient est oxygéné lorsqu'il passe à travers le centre d'un tube (22) ayant une paroi poreuse qui donne des bulles d'oxygène de grosseur optimale. Le sang moussant est amené sur la partie supérieure du corps principal de l'oxygénateur, où il est distribué par gravité vers le bas en s'écoulant sur le tubage (40) d'un échangeur de chaleur. L'échangeur de chaleur est enroulé sous forme d'une spirale plate avec toutes les connexions (48) situées à l'extérieur du corps de l'oxygénateur. Une éponge (54) revêtue de silicone est placée sous l'échangeur de chaleur de sorte que le sang moussant s'écoulant vers le bas se démousse lorsqu'il passe au travers de l'éponge. Du gaz carbonique et d'autres gaz sont libérés et le sang liquide tombe dans un réservoir artériel conique (82).



REVENDEICATIONS

1. Oxygénateur de sang à bulles comprenant: un corps sensiblement rigide; des moyens de moussage du sang portés par ledit corps, comprenant un passage d'entrée du sang veineux, un passage d'entrée d'oxygène et un conduit poreux associé aux passages d'entrée de sang et d'oxygène pour obtenir un flux de bulles d'oxygène dans le sang veineux pour produire une mousse de sang veineux; des moyens de passage de la mousse de sang communiquant entre lesdits moyens de moussage du sang et une partie supérieure du corps; un échangeur monté dans ledit corps sous ladite partie supérieure pour commander la température de la mousse de sang, et des moyens de passage pour amener la mousse de sang audit échangeur de chaleur; des moyens de démoussage portés dans ledit corps sous ledit échangeur de chaleur pour recevoir, par gravitation, l'écoulement de mousse de sang venant de l'échangeur de chaleur et pour séparer le sang liquide et le gaz et, ainsi, démousser le sang; un réservoir de sang artériel, comprenant une sortie, défini dans ledit corps sous lesdits moyens de démoussage pour récupérer le sang liquide qui gravite desdits moyens de démoussage.
2. Oxygénateur selon la revendication 1, dans lequel ledit conduit poreux est fait d'un matériau hydrophobe et possède une forme générale tubulaire, ledit passage d'entrée du sang veineux s'étendant dans le conduit.
3. Oxygénateur selon la revendication 2, comprenant en outre un filtre d'oxygène sur l'extérieur dudit conduit poreux pour filtrer l'oxygène passant au travers.
4. Oxygénateur selon la revendication 1, dans lequel ledit échangeur de chaleur est disposé horizontalement et occupe sensiblement le passage d'écoulement de la mousse de sang entre lesdits moyens de passage de la mousse de sang et lesdits moyens de démoussage.
5. Oxygénateur selon la revendication 4, dans lequel ledit échangeur de chaleur comprend un serpentín tubulaire enroulé à plat.
6. Oxygénateur selon la revendication 1, comprenant en outre des moyens distributeurs au-dessus dudit échangeur de chaleur pour recevoir la mousse de sang veineux provenant desdits moyens de passage de la mousse de sang veineux et le distribuer sur ledit échangeur de chaleur, lesdits moyens distributeurs comprenant une plaque de distribution non perforée sensiblement plate, adjacente auxdits moyens de passage de la mousse de sang et une plaque de distribution perforée en dessous, cette plaque perforée ayant des perforations au-dessus dudit échangeur de chaleur pour distribuer uniformément la mousse de sang sur l'échangeur de chaleur.
7. Oxygénateur selon la revendication 1, dans lequel ledit échangeur de chaleur comprend un tube continu dont les extrémités traversent ledit corps au-dessus du niveau de la mousse de sang dans ledit corps.
8. Oxygénateur selon la revendication 1, comprenant en outre un élément interne de support en forme d'entonnoir monté dans ledit corps sous l'échangeur de chaleur, ledit élément portant lesdits moyens de démoussage à son extrémité supérieure et ayant une forme conique vers sa partie inférieure pour diriger le sang dans ledit réservoir.
9. Oxygénateur selon la revendication 8, comprenant en outre un filtre monté sur l'extrémité inférieure dudit élément de support pour filtrer le sang reçu dudit élément de support lorsqu'il passe dans ledit réservoir.
10. Oxygénateur selon la revendication 9, dans lequel ledit filtre comprend un bâti tubulaire suspendu audit élément de support et portant une toile de filtre, en polymère synthétique.

Cette invention concerne un oxygénateur à bulles pour oxygéner et régler la température du sang en circulation extra-corporelle pendant une opération chirurgicale.

La circulation extra-corporelle se fait couramment en salle d'opération depuis de nombreuses années. La fonction de l'oxygénateur est de transférer l'oxygène dans le sang veineux de sorte que l'oxygène réagisse avec l'hémoglobine, d'où il résulte l'absorption de l'oxygène et le dégagement de gaz carbonique. Une étude historique des oxygénateurs de sang fut publiée sous le titre: «Theme and Variations of Blood Oxygenators», de R. A. Dewall *et al.* («Surgery», décembre 1961).

Trois principaux types d'oxygénateurs de sang sont connus. Dans l'oxygénateur à membrane, une membrane semi-perméable sépare le sang de l'oxygène, et l'échange gazeux se fait par diffusion à travers la membrane. Un type d'oxygénateur à membrane est décrit dans le brevet US N° 3413095.

Dans l'oxygénateur à film, un film mince de sang est exposé à une atmosphère d'oxygène. Un type d'oxygénateur à film est décrit dans la publication «The Lancet» du 15 décembre 1956, à la page 1246, dans un article intitulé «Design of An Artificial Lung Using Polyvinyl Formal Sponge».

L'oxygénateur à bulles introduit des bulles d'oxygène directement dans le sang. Dans l'oxygénateur à bulles décrit dans le brevet US N° 3578411, la chambre à bulles possède un passage convoluté continu pour favoriser le mélange du sang et de l'oxygène. Le brevet US N° 3807958 décrit un oxygénateur à bulles qui utilise une pluralité de tubes verticaux au travers desquels le mélange de sang et d'oxygène monte. Le brevet US N° 3898045 décrit un oxygénateur à bulles ayant une chambre treillagée bourrée de billes sphériques qui sont censées améliorer l'échange gazeux. Dans un oxygénateur à bulles décrit dans un article d'Adriano Bencini *et al.*, intitulé «Preliminary Studies on the Sponge-Oxygenator», publié dans le numéro du mois d'août 1957 de «Surgery», une longue aiguille à perforations multiples est positionnée dans une pièce cylindrique d'une éponge de polyuréthane. Dans le brevet US N° 4067696, l'écoulement ascendant du mélange de sang et d'oxygène passe au travers d'un matériau à cellules ouvertes tridimensionnel qui est censé aider l'échange gazeux sur l'hémoglobine.

Un but de la présente invention est donc de fournir un oxygénateur de sang à bulles qui soit de haute performance et qui offre des avantages cliniques considérables, ainsi que des facilités pour l'utilisateur, sous la forme d'un appareil stérilisé, de faible coût et pouvant se jeter après usage. L'oxygénateur selon l'invention est défini dans la revendication 1.

Les avantages de l'oxygénateur à bulles de l'invention deviendront apparents par l'étude de la description suivante et des dessins annexés, donnés à titre d'exemple.

La fig. 1 est une vue en plan d'un oxygénateur selon l'invention.

La fig. 2 est une vue en perspective à échelle réduite, montrant la manière avec laquelle l'oxygénateur est connecté à un système et est monté.

La fig. 3 est une vue isométrique semblable à celle de la fig. 2, mais montrant l'oxygénateur monté sur un support.

La fig. 4 est une coupe prise le long de la ligne 4-4 de la fig. 1, avec des parties ouvertes et des parties prises en coupe.

La fig. 5 est une coupe prise le long de la ligne 5-5 de la fig. 4, avec des parties ouvertes.

La fig. 6 est une vue isométrique détaillée de l'attache de support.

Le mode préférentiel de réalisation de l'oxygénateur de cette invention est indiqué dans son ensemble en 10 dans les fig. 1 à 4. L'oxygénateur 10 est fabriqué sous la forme d'un appareil assemblé en permanence, de faible coût, à jeter après usage, et fait essentiellement de pièces moulées par injection en vue d'obtenir une structure rigide qui peut être stérilisée. L'utilisation de pièces moulées par injection donne des pièces fiables de haute qualité, pouvant être produites et assemblées de manière peu coûteuse tout en assurant la propreté et l'aspect de reproduction qui sont importants pour un tel appareil.

En étudiant la structure et le fonctionnement de l'oxygénateur 10, on tiendra compte du sens d'écoulement du sang. La connexion d'entrée du sang veineux 12 est dirigée vers le bas. Cela permet au tube de la connexion veineuse 14 (voir fig. 2), qui est directement raccordé à

une canule veineuse dans le patient, de pendre en faisant une demi-boucle qui empêche les bulles de gaz venant de l'oxygénateur de retourner vers le patient. L'ajutage 16 sert d'ajutage d'entrée pour y connecter un tube 18 venant d'un réservoir de cardiologie, si on en utilise un. Si on n'utilise pas de réservoir de cardiologie, le tube 18 est bloqué.

L'orifice d'échantillonnage 19 est connecté par le tube 21 au raccord 12 pour obtenir un échantillon de sang veineux. Une ouverture de Luer est prévue pour la seringue d'échantillon.

L'ensemble à tube de dispersion 20, vue en détail en coupe dans la fig. 4, possède un corps tubulaire cylindrique dans lequel est logé le tube de dispersion 22. Un espace extérieur, cylindrique et tubulaire, autour du tube 22, reçoit de l'oxygène du connecteur d'oxygène 24. L'intérieur du tube 22 possède environ le diamètre intérieur de l'entrée de sang veineux 12. Le tube 22 est poreux. La porosité du tube 22 est critique car elle détermine la dimension des bulles émises. Une porosité se situant dans la gamme Tegrilas, telle qu'elle est fabriquée par 3M, de Minneapolis (Minnesota) est appropriée, bien que l'on puisse utiliser une autre structure semblable. Si les bulles d'oxygène sont trop petites, elles oxygènent le sang mais n'enlèvent pas le gaz carbonique. Si les bulles sont trop grandes, c'est l'inverse qui se produit, avec dégagement de gaz carbonique mais oxygénation insuffisante. Avec la porosité indiquée, un rapport gaz/sang inférieur à 1/1 donne la dimension correcte des bulles. Un débit d'oxygène inférieur produit des bulles plus petites et plus d'oxygénation, et vice versa.

La forme tubulaire du conduit 22 assure que le volume total d'oxygène se mélange de manière homogène avec le sang sans traumatisme. Puisque les bulles d'oxygène s'écoulent vers et dans le sang, le sang flotte virtuellement sur la surface intérieure du tube 22.

Le tube 22 peut être fait de ou revêtu d'un matériau hydrophobe. Cela empêcherait le sang de s'écouler vers l'extérieur si l'oxygène d'alimentation venait à perdre de la pression. De plus, l'extérieur du tube 22 peut avoir un revêtement servant de filtre antibactérien ou à arrêter les particules supérieures à $0,2 \mu$ entraînées par l'oxygène. Le revêtement est obtenu à partir d'une couche de pâte qui sèche sur une surface poreuse.

Une partie de l'oxygénation et du dégagement de gaz carbonique a lieu pendant la phase initiale d'effervescence lorsque le sang mousse dans le tube 22 et lorsque la masse moussante monte. Le sang, ainsi que les bulles d'oxygène entraînées (avec début d'échange oxygène- CO_2), continue de monter, propulsé par le gaz et par l'arrivée de sang veineux. Le collecteur 26 guide l'écoulement ascendant et moussant du sang dans le haut du dôme 28 du corps principal 30 de l'oxygénateur 10. Le dôme 28 recouvre la partie inférieure du corps. Dans le dôme 28, une plaque de distribution plate 32 reçoit le sang moussant. Le sang moussant continue d'avancer horizontalement le long de la plaque de distribution 32. L'écoulement de la mousse de sang le long de la plaque de distribution plate 32 est visible, car le couvercle du dôme est transparent. Ainsi, il est facile de surveiller le sang pour voir s'il devient rouge vif (en comparaison au rouge foncé du sang veineux à l'entrée) au fur et à mesure que le sang prend de l'oxygène. Si l'arrivée de l'écoulement de sang veineux venait à être irrégulière (par exemple, à cause d'une aspiration trop élevée), des vagues de mousse seraient vues sur la plaque de distribution plate 32. Cela est une bonne indication pour la personne chargée de faire la perfusion qui pourra donc réduire le débit d'arrivée.

Le passage à travers lequel la mousse de sang circule est tortueux, assurant ainsi un mélange et un échange gazeux homogène et total. Cela permet d'utiliser de faibles quantités d'oxygène par volume de sang. Les faibles rapports oxygène/sang donnent une moindre agitation du sang et cause donc moins de traumatisme aux cellules sanguines. Le taux d'oxygène le plus bas produit également moins de mousse et, par conséquent, il faut moins de démousseur et on réalise aussi une économie d'oxygène.

La plaque de distribution plate 32 est espacée d'environ 6,3 mm de la paroi extérieure du dôme 28, et le sang moussant est donc distribué autour des bords où il descend par gravité sur la plaque de distribution perforée 34. L'espace d'écoulement 36 autour du bord de la

plaque de distribution plate 32 permet à la mousse de sang de descendre sans produire de fortes accumulations de bulles gazeuses. Les perforations 38 peuvent être des trous circulaires ou des fentes. Les fentes peuvent avoir une direction radiale ou angulaire, ou être disposées de manière à assurer un déversement régulier de la mousse lorsqu'elle s'écoule vers le bas à travers les perforations 38.

Une couche fine de dispersion en forme de disque 39 en mousse peut être placée sous la plaque de distribution 34 et au-dessus de l'échangeur de chaleur 40. La mousse est à cellules ouvertes pour permettre l'écoulement du sang. La couche 39 peut ne pas être revêtue pour agir comme un distributeur et distribuer uniformément la mousse de sang sur l'échangeur de chaleur 40, mais, de préférence, la couche de mousse 39 est revêtue de silicone. Le revêtement de silicone déclenche la séparation vapeur-liquide de la mousse de sang. Cela améliore le contact du sang liquide avec les serpentins de l'échangeur de chaleur 40 pour améliorer le rendement de l'échange de chaleur. Cette couche n'est pas toujours nécessaire.

L'échangeur de chaleur 40 est constitué par une paire de serpentins d'échangeur de chaleur enroulés en galettes. Un cône 42 est introduit dans le centre des serpentins pour empêcher le sang de s'échapper par le centre des serpentins sans qu'il n'y ait eu d'échange de chaleur. Les serpentins de l'échangeur de chaleur 40 sont enroulés en forme de spirales opposées dans les deux galettes et sont enroulés sur un mandrin qui produit et forme l'ouverture intérieure dans laquelle le cône 42 est introduit. Les serpentins de l'échangeur de chaleur ont un petit espace entre les enroulements des galettes, tel que le petit espace 44, et, les galettes étant enroulées en spirales opposées, de petits espaces se forment inévitablement entre les serpentins des deux galettes. Ces espaces permettent l'écoulement vers le bas de la mousse de sang entre les serpentins et, malgré le faible espace, l'échange de chaleur est efficace.

Le positionnement des tubes de l'échangeur de chaleur à serpentins est horizontal; la position en galette assure un écoulement du sang lent et parallèle sur la surface des serpentins et à travers les ouvertures entre les serpentins. Cela a l'avantage de moins endommager les cellules. Le positionnement horizontal de l'échangeur de chaleur est utile pour obtenir une structure de profil bas et pour maximiser le volume du réservoir artériel. Les serpentins peuvent être revêtus de silicone pour encourager l'écoulement direct de sang sur les serpentins de l'échangeur de chaleur sans l'effet d'isolation produit par les bulles de gaz entraînées qui forment la mousse.

Une autre caractéristique de la structure d'échange de chaleur réside dans le fait que le point d'entrée et de sortie du tube de l'échangeur de chaleur sur la paroi de l'oxygénateur est situé au-dessus du niveau du sang à son point le plus élevé. De cette manière, des structures complexes d'étanchéité ne sont pas nécessaires, et il n'y a pas de perte de sang à la jonction du tube avec le corps. Il n'y a pas de raccord de tube dans le corps 30 de l'oxygénateur, mais les deux extrémités libres du tube de l'échangeur de chaleur sont amenées à l'extérieur du corps. Comme on le voit dans les fig. 1 à 4, les extrémités des serpentins 46 et 48 sont formées pour avoir des connexions dirigées vers le bas. Cela permet la connexion des tubes d'eau 50 et 52 (voir fig. 2) par lesquels l'eau circule à travers le tubage de l'échangeur de chaleur. Sans raccord de tube dans la paroi, il n'y a aucun risque de fuite d'eau dans le sang. Les connexions d'eau dirigées vers le bas permettent aux conduites chargées et pleines d'eau de tomber naturellement. Des tubes en aluminium de $\frac{3}{8}$ ou $\frac{1}{2}$ pouce sont le matériau à utiliser de préférence pour l'échangeur de chaleur. Un tel matériau est facilement formé et stérilisé, peu coûteux, et possède de bonnes propriétés d'échange de chaleur. Cependant, d'autres matériaux appropriés peuvent aussi être utilisés.

Le démousseur 54 est logé à l'intérieur du corps 30 sous l'échangeur de chaleur 40. Le sang moussant qui est distribué sur tout le serpentins de l'échangeur de chaleur descend de ce dernier sur le démousseur 54. Un polymère synthétique à cellules ouvertes tel que du Scottfoam, qui est revêtu de silicone, est utilisé comme démousseur. L'effet de surface de la silicone sépare le gaz entraîné du sang liquide de sorte que le gaz monte et peut être évacué. L'évent 56 est

une ouverture dans le couvercle du dôme 28 pour pouvoir ajouter des fluides et des médicaments. Un espace 60 est aménagé à la périphérie du dôme 28 où il s'étend vers le bas autour du haut du corps principal de l'oxygénateur.

L'évent 58 est prévu pour aspirer les gaz nocifs à l'extérieur de l'oxygénateur. Une partie des gaz anesthésiques utilisés dans la salle d'opération passe dans le sang et est éventée avec le gaz carbonique, si rien n'est prévu à cet effet. Cela peut nuire au personnel se trouvant dans la salle d'opération. (On a rapporté de tels cas de traumatisme du personnel de la salle d'opération exposé à ces gaz anesthésiques.) Le connecteur de l'évent 58 permet d'aspirer et de retirer les gaz éventés en dehors de la salle d'opération. Le dôme 28 s'engage hermétiquement sur le corps 30, sauf l'espace 60 qui sert d'évent pour laisser échapper librement les gaz perdus à l'atmosphère. Cette ouverture est prévue pour les cas où il n'est pas nécessaire de sortir les gaz de la salle d'opération. Lorsqu'on aspire à travers l'évent 58, de l'air libre est aspiré dans l'ouverture d'évent 60 empêchant ainsi la pression dans l'oxygénateur de baisser en dessous de la pression atmosphérique.

Le dôme 28 possède une jupe 62 descendante. Cette jupe guide l'écoulement descendant de la mousse de sang sur le dessus du démousseur 54 et, en même temps, fournit un passage externe à travers lequel les gaz séparés peuvent s'échapper. Un autre corps circumférentiel d'éponge démoussante 64 est prévu dans cette ouverture annulaire pour assurer qu'il n'y a pas de mousse de sang qui atteigne la chambre 84 ou à l'extérieur de l'oxygénateur à travers la connexion d'évent 58 ou l'ouverture d'évent 60.

Un plateau 66 supporte la partie inférieure du corps démousseur 54 et possède une paroi externe 68 qui enferme l'éponge autour de la périphérie extérieure. Le plateau 66 possède des pieds 99 pour s'appuyer sur le réservoir 84 du corps de l'oxygénateur 30. Les gaz ou le sang peuvent passer entre les parties supérieure et inférieure de l'oxygénateur 10. La section filtre 72 fait partie du plateau et se présente comme une structure conique ou cylindrique 72 ayant un fond 74. L'intérieur de la section filtre 72 communique avec l'espace situé au-dessus du plateau 66 et peut contenir le corps démousseur 76. Le filtre 80 est un filtre tissé qui présente peu de résistance à l'écoulement du sang qui descend du corps démousseur 54 à l'intérieur de la section filtre 72. Le filtre 72 peut aussi être une structure homogène poreuse moulée. Le sang s'écoulant à travers le filtre 80 à partir de la section de filtre 72 est ainsi soumis à un filtrage final. Le filtre 80 est de préférence une maille tissée faite d'un polymère synthétique compatible avec le sang, de porosité comprise entre 100 et 250 μ . Le matériau filtre peut être imbibé de sang empêchant ainsi les bulles gazeuses de passer au travers. Cela est la séparation finale du gaz du sang, le gaz étant contenu à l'intérieur de la partie filtre 72. En dépit de cette contrainte, le réservoir de sang artériel 82 possède aussi sa partie supérieure ouverte aux événements par l'ouverture ménagée entre le plateau 66 et l'épaulement 70 grâce aux pieds 99.

Le réservoir de sang artériel 82 possède des volumes agrandis sur la partie du haut au moyen d'épaulements 108 et 84 et un petit vo-

lume au fond constitué par le corps conique 86 du réservoir artériel. Cette forme procure plus de résolution au fond et une plus grande capacité en haut. La partie du haut s'élargit soudainement par l'épaulement 84, mais cela à un niveau normalement au-dessus du niveau habituel du sang. Ainsi, si on devait avoir besoin rapidement de plus de capacité de réservoir, elle est disponible, tout en ne nécessitant que peu d'espace vertical. Un espace supplémentaire est disponible dans l'épaulement 84 avant que ne déborde le réservoir à travers l'ouverture d'évent 60.

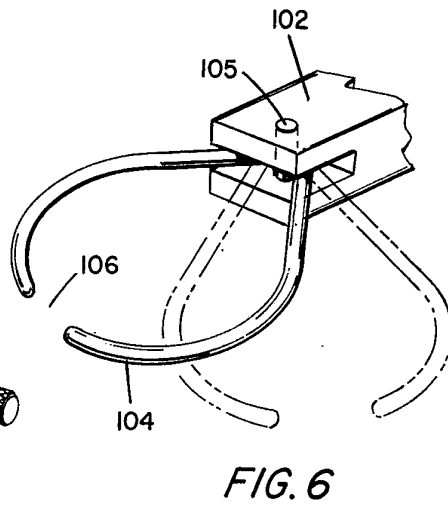
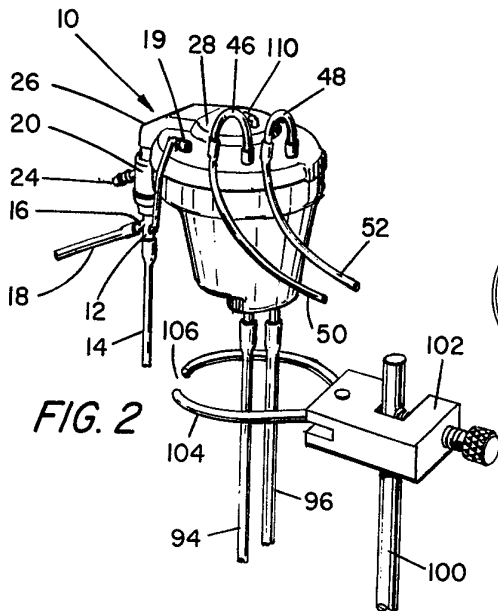
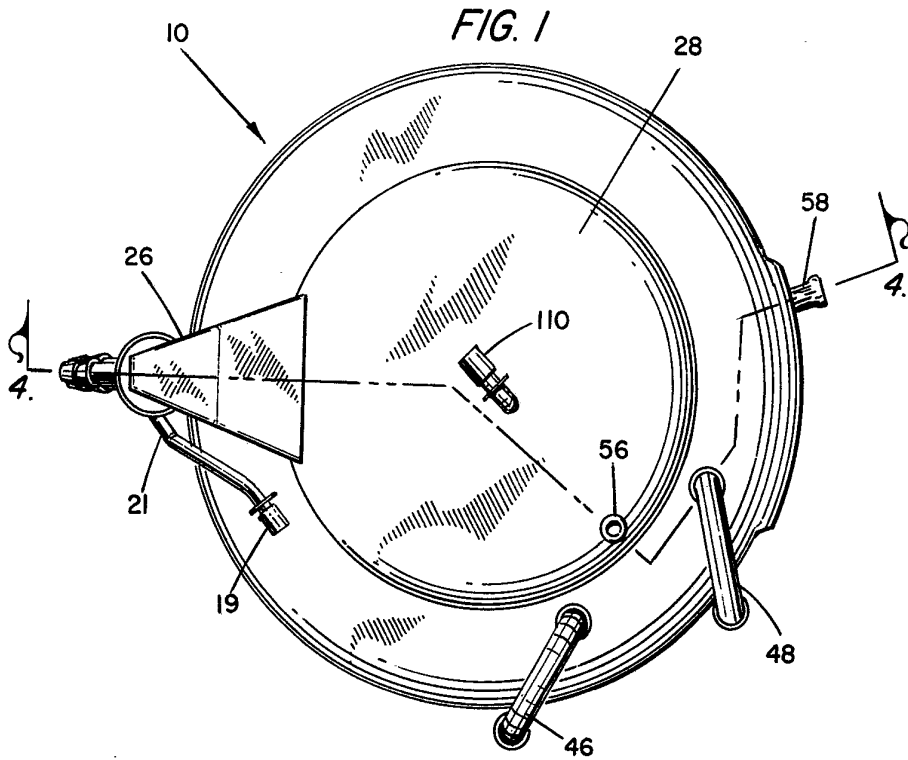
La poche de sortie 88 est formée sur le fond du corps conique 86 du réservoir. Les connecteurs ou ajutages de sortie 90 et 92 sont prévus pour la connexion des tubes de sortie 94 et 96. Le connecteur de sortie artériel 92 et son tube artériel 96 donnent du sang à la pompe artérielle puis, de là, au patient. Le connecteur 90 et son tube 94 servent de sortie de perfusion coronaire. Une plaque antivortex 98 est positionnée sur la sortie artérielle 88 pour empêcher la formation de vortex. Il n'y a pas d'obstruction de l'écoulement du sang autour des bords de la plaque, La plaque vortex permet d'abaisser considérablement le niveau du sang dans le réservoir artériel sans introduire de l'air dans le tube de sortie artériel par formation de vortex. Les connecteurs de sortie artériels 90 et 92 sont dirigés vers le bas, de sorte que l'écoulement de sortie se fait directement vers le bas. Cela permet au tubage artériel de pendre en forme d'arc, naturellement sous le réservoir artériel.

L'orifice d'échantillonnage 110 possède une ouverture de Luer pour la prise d'échantillons de sang artériel. L'échantillon est pris à travers un tube positionné à l'intérieur du filtre 80 et près du fond du réservoir 82. Si de l'air pénètre à travers l'orifice 110, les bulles restent à l'intérieur du filtre 80 et ne passent pas dans le réservoir principal de sang artériel.

En utilisation dans la salle d'opération, la console de la pompe cœur/poumon possède une tige de support 100 qui y est fixée. L'attache 102 porte une boucle métallique ouverte 104. La boucle 104 s'ajuste sous l'épaulement 70 du corps 30. La boucle 104 pivote autour d'un axe 105 de sorte que l'oxygénateur peut être déplacé et amené en position appropriée. L'espace ouvert 106 permet à l'oxygénateur d'être retiré, le tube étant toujours rattaché à l'oxygénateur sans qu'il soit nécessaire de l'enlever ou de le couper. Cela en facilite l'enlèvement et le nettoyage, tout en permettant à l'utilisateur de tourner l'oxygénateur pour lui faire prendre la position voulue. Ainsi, l'utilisation de l'oxygénateur 10 est simple.

La forme de l'oxygénateur est telle qu'il peut être placé près du sol en cours d'utilisation de manière à y amener le sang plus efficacement. Un faible volume d'amorce est requis et donc le fluide ou le sang d'amorce biologique pour l'amorce antérieure à l'opération est de moindre volume, ce qui entraîne une réduction de dépenses, de poids et des risques de contamination. L'arrêt dynamique est réduit pour obtenir une réponse rapide.

La bosse 97 supporte la structure filtre et peut recevoir un capteur de température du réservoir artériel.



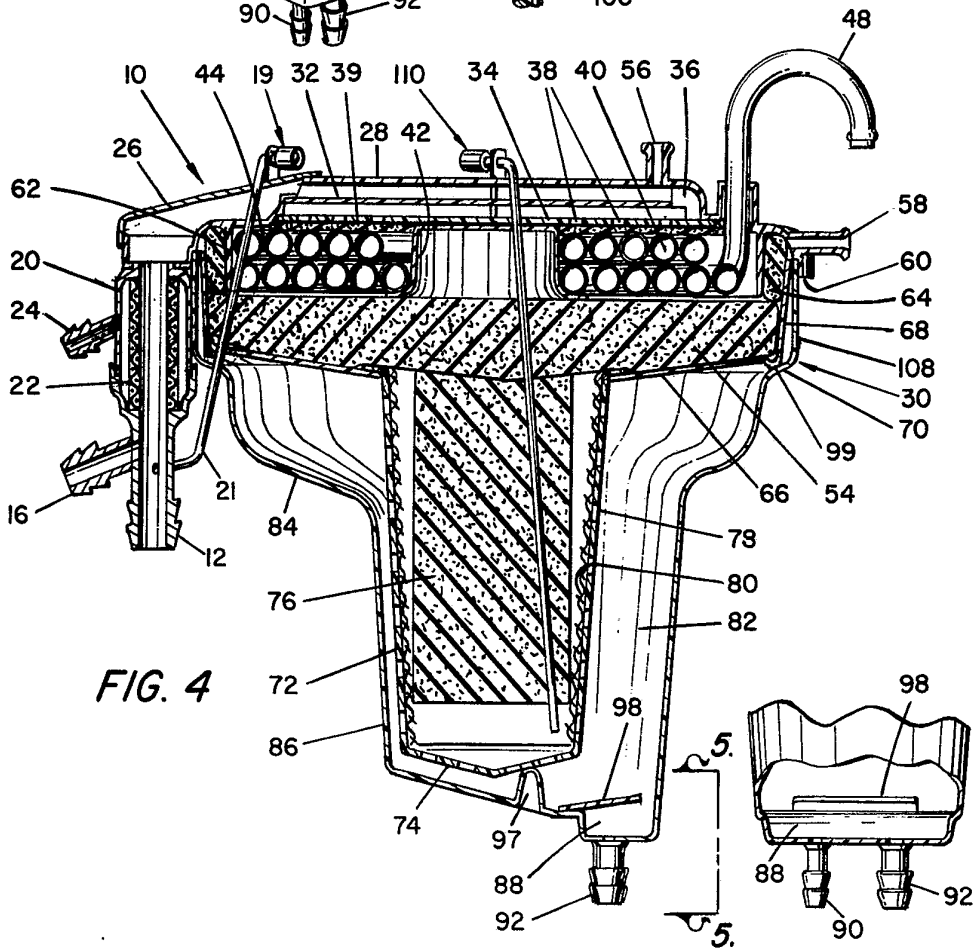
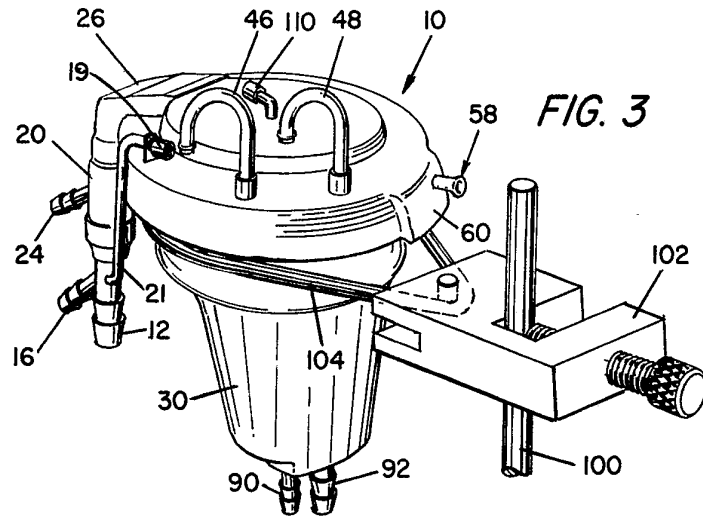


FIG. 4

FIG. 5