

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 582 219

②1 N° d'enregistrement national :

86 07275

⑤1 Int Cl⁴ : A 61 M 16/16.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 22 mai 1986.

③0 Priorité : NZ, 22 mai 1985, n° 212 163; 23 décembre 1985, n° 214 694, et 12 février 1986, n° 215 123.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 48 du 28 novembre 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : FISCHER & PAYKEL LIMITED, société de droit néo-zélandais. — NZ.

⑦2 Inventeur(s) : Adrian John Elsworth, Michael Grenfel Daniell, Paul Zwaan et David Peter Matheson Stewart.

⑦3 Titulaire(s) :

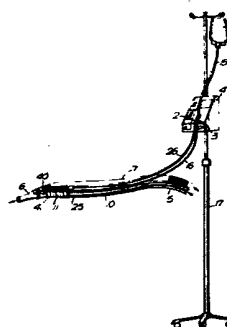
⑦4 Mandataire(s) : Armengaud Jeune, cabinet Lepeudry.

⑤4 Procédé et appareillage pour humidifier des gaz.

⑤7 L'invention concerne un procédé et appareillage d'humidification de gaz.

L'appareillage comprend un premier conduit 10 alimenté en eau par un dispositif 1, un second conduit 5 par lequel des gaz à humidifier sont canalisés jusqu'à une paroi poreuse séparant les deux conduits 5, 10, cette paroi étant perméable à la vapeur d'eau mais imperméable à l'eau, un dispositif 11 pour chauffer l'eau, un dispositif de commande 4 comportant un élément de contrôle de température de gaz et un élément de contrôle de débit d'eau, les gaz, notamment des gaz utilisés dans des traitements médicaux et opératoires, étant fournis à un patient après humidification.

Application aux services médicaux et aux hôpitaux.



FR 2 582 219 - A1

D

La présente invention concerne un procédé et un appareillage pour humidifier des gaz et elle a été mise au point en particulier, bien que non uniquement, pour une application où il faut alimenter en gaz humidifiés un patient dans un hôpital.

Un objet de la présente invention est de créer un procédé et un appareillage pour humidifier des gaz de façon à permettre au moins au public un choix utile.

Selon un aspect de l'invention, celle-ci concerne un procédé d'humidification de gaz, comprenant les étapes consistant à introduire de l'eau dans un premier passage en faisant parvenir l'eau provenant d'une source à une pression positive sensiblement constante dans ledit premier passage, à chauffer ladite eau, à faire passer des gaz dans un second passage en faisant en sorte que de la vapeur d'eau mais pratiquement pas d'eau liquide passe au travers d'une paroi microporeuse commune aux deux passages précités, ladite paroi microporeuse étant perméable à la vapeur d'eau mais pratiquement imperméable à l'eau liquide, la vapeur d'eau passant au travers de la paroi microporeuse étant entraînée dans l'écoulement de gaz de façon à humidifier lesdits gaz en vue de leur transmission à un point d'utilisation, à contrôler la température des gaz humidifiés, à produire des variations de température des gaz humidifiés pour engendrer des variations dans l'alimentation en chaleur de ladite eau afin de maintenir la température des gaz humidifiés dans une plage désirée de températures, à contrôler le débit d'eau dans ledit premier passage, à comparer le débit contrôlé avec un débit désiré, et à faire cesser l'écoulement d'eau et l'échauffement de ladite eau lorsque le débit contrôlé d'eau, la température désirée des gaz humidifiés et l'énergie fournie varient plus qu'une quantité désirée par rapport aux valeurs désirées de débit de température et d'énergie fournie.

Selon un autre aspect, l'invention concerne un appareillage d'humidification de gaz, ledit appareillage comprenant un premier passage, un dispositif d'alimentation en eau pour fournir de l'eau dans ledit passage, un second

passage par l'intermédiaire duquel des gaz sont amenés sur une paroi microporeuse commune audit premier passage et audit second passage en un point d'utilisation, ladite paroi microporeuse étant perméable à la vapeur d'eau mais
5 pratiquement imperméable à l'eau liquide, un dispositif pour fournir de la chaleur à ladite eau de façon à produire à l'intérieur dudit premier passage une pression de vapeur suffisante pour produire un passage de vapeur d'eau, mais non d'eau liquide, au travers de ladite paroi microporeuse,
10 un dispositif de commande comportant un moyen de contrôle de température servant à contrôler la température desdits gaz à proximité dudit point d'utilisation, un dispositif de contrôle d'écoulement d'eau pour contrôler le débit d'eau passant dans ledit passage intérieur, un moyen pour comparer
15 le débit contrôlé d'eau avec un débit désiré et un moyen pour faire cesser l'écoulement d'eau et l'échauffement de l'eau lorsque le débit contrôlé d'eau ou la température désirée desdits gaz varient de plus d'une valeur désirée, la structure et l'agencement étant tels que, lorsque des gaz
20 passent dans ledit second passage sur la surface de ladite paroi microporeuse, de la vapeur d'eau, mais pratiquement pas d'eau liquide, passe au travers des parois dudit premier passage en étant entraînée dans lesdits gaz passant dans ledit second passage et sur ladite paroi microporeuse.

25 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mis en évidence dans la suite de la description, donnée à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :
la figure 1 est une vue schématique d'un appareillage conforme à l'invention,
30 la figure 2 est une vue schématique à échelle agrandie d'une valve construite conformément à une partie de l'invention,
la figure 3 est une vue à échelle agrandie d'une partie de
35 la figure 1,
la figure 4 est une autre vue à échelle agrandie d'un dispositif de terminaison,
la figure 5 est une vue d'une partie de la figure 4,

la figure 6 est une vue en coupe schématique d'un tuyau d'inspiration dans lequel un tube microporeux est supporté par un moyen séparateur,

la figure 7 est une vue en coupe de la structure de la figure 6, et

la figure 8 est un schéma de l'appareillage conforme à l'invention, cette figure montrant également un schéma synoptique du circuit électronique utilisé dans cet appareillage.

En référence aux dessins et conformément à la présente invention, il est créé un appareillage d'humidification qui est équipé d'une vessie d'alimentation en eau 1 qui assure l'alimentation d'une chambre d'égouttage 2 montée de façon amovible dans une fente profilée 3 d'un carter 4 contenant une unité de commande qui va être décrite en détail dans la suite. Un tuyau d'inspiration 5 part d'une machine respiratoire, par exemple un ventilateur (non représenté) d'une construction orthodoxe et des gaz passent dans le tuyau d'inspiration 5 en provenance du ventilateur pour arriver à une jonction 6 en Y qui est reliée à son tour à un masque ou à un autre dispositif permettant la fourniture des gaz à un patient. Un tuyau d'expiration 7 est relié à la jonction 6 en Y et transmet des gaz expirés à une valve d'exhalation (non représentée). Les tuyaux 5 et 7 sont de préférence des tubes ondulés flexibles ou analogues qui sont formés d'une matière plastique appropriée, par exemple de polyéthylène.

Il est prévu un élément d'humidification comprenant un tube microporeux 10 ayant la propriété d'être perméable à la vapeur d'eau mais pratiquement imperméable à de l'eau liquide, en étant par exemple constitué de PTFE (polytetrafluoréthylène) expansé et le tuyau est de préférence flexible, inerte et hydrophobe. Un tel tube est fabriqué sous la désignation commerciale GORE-TEX et est disponible auprès de W.L. Gore and Associates Inc. Newark Del, USA en différents diamètres compris entre 1 mm et 12 mm de diamètre intérieur. Des structures microporeuses formées de tels tubes sont disponibles et elles sont traversées par

des passages allant de 2,0 micromètres à 3,5 micromètres. Le tube 10 est profilé en forme de boucle et les extrémités libres sont montées dans un bloc de terminaison 11. Le tube 10 est alimenté en eau à partir de la vessie 1 par l'inter-
5 médiaire d'un tube 15, d'une chambre d'égouttage 2 et d'un tube 16 et, pour créer une paroi commune entre l'eau se trouvant dans le tube 10 et les gaz se trouvant dans le tuyau d'inspiration 5, le tube 10 est monté à l'intérieur du
10 tuyau 5. Le tuyau d'inspiration 5 peut avoir tout diamètre et toute longueur appropriés, par exemple un diamètre intérieur de 20 millimètres et une longueur d'environ 600 millimètres. Le tube 10 peut être formé d'une seule longueur ou bien il peut être agencé sous forme d'une hélice ou en faisceau si cela est souhaité de manière à obtenir le débit
15 désiré de transmission de vapeur. De préférence cependant le tube 10 est agencé en forme de boucle comme indiqué sur les figures 1 et 2. La vessie 1 d'alimentation en eau est une vessie flexible suspendue à un niveau approprié, par exemple sur un montant mobile 17 de façon à établir une pression
20 statique désirée.

Le tube 15 aboutit à un orifice 20 placé dans la chambre d'égouttage 2 et l'orifice 20 est dimensionné de façon à débiter des gouttes d'eau dans un espace d'air 37 se trouvant dans la chambre 3, les gouttes tombant au
25 travers de l'espace d'air 37.

La chambre d'égouttage 2 est représentée de façon plus détaillée sur la figure 2.

L'eau provenant de l'orifice 20 s'écoule sous la forme d'une série de gouttes et chaque goutte produit un
30 signal par interruption d'un faisceau de rayonnement infrarouge provenant d'un émetteur d'infrarouge 30 et dirigé vers un récepteur d'infrarouge qui constitue un détecteur de goutte 31. Les parois 32 délimitant la fente 3 dans le carter sont inclinées de telle sorte que la chambre
35 d'égouttage 2 et les tubes associées 15 et 16 puissent être placés en position et enlevés sans qu'on soit gêné par d'autres parties de l'unité centrale. Cela procure un avantage considérable puisqu'il est possible d'utiliser des

ensembles de " tuyauteries " stérilisables séparément ou "jetables ", ce qui correspond à des conditions correctes d'hygiène.

Il est prévu à l'intérieur du tube 10 un élément de chauffage 25 en forme de boucle, les deux extrémités libres de la boucle étant chacune serties sur un fil d'interconnexion 21 qui est à son tour relié par brasage avec une plaquette à circuit imprimé 23, et ensuite à l'un de deux conducteurs 22 et, par l'intermédiaire d'un connecteur 24 et d'un câble 26, à l'unité de commande placée dans le carter 4.

Un fil résistif approprié est utilisé pour l'élément chauffant et, pour réduire les risques de surchauffe, l'élément chauffant est de préférence constitué d'un matériau à bas point de fusion et, lorsque des variations de résistance dues à des variations de température du fil chauffant sont utilisées pour fournir une mesure approximative de la température du fil et de l'eau, le matériau utilisé a un coefficient thermique de résistivité facilement mesurable. La puissance fournie à l'élément chauffant peut être assez élevée et des paramètres de fonctionnement appropriés sont par exemple une tension de 24 V et une puissance de 125 W.

Le point de fusion du fil de l'élément est de préférence inférieur au point de fusion de la membrane. Lorsque la membrane est constituée de GORE-TEX qui a un point de fusion d'environ 350°C, il est approprié d'utiliser pour le fil de l'élément chauffant un matériau constitué par un alliage d'étain et d'argent ayant un point de fusion d'environ 230°C.

Le fil de l'élément chauffant est de préférence à "extrémités froides", ce résultat étant obtenu par exemple par sertissage, par soudage ou par brasage de l'élément 25 sur des fils 21 de faible résistance, par exemple en cuivre, afin de permettre aux extrémités de fonctionner dans des conditions plus froides que la partie principale du fil afin de réduire le risque de surchauffe desdites extrémités. La boîte à bornes 11 et des détails de celle-ci sont

représentés de façon plus détaillée sur les figures 3 à 5. La boîte à bornes 11 comprend un corps 12. Les extrémités du tube 10 sont de préférence fendues et les deux, ou plus de deux, bandes résultantes 14 sont tournées vers l'extérieur perpendiculairement aux axes longitudinaux du tube et un élément épais 18 est maintenu en place par des rivets 19 dans le bloc 11 pour relier le tube 16 de préférence aux deux extrémités du tube 10, une ouverture étant prévue pour relier une chambre 27 au passage ménagé dans le tube 10.

10 Pour maintenir la séparation entre le tuyau 5 et le tube 10, il est prévu des moyens séparateurs qui comprennent de préférence un élément longitudinal sinueux 8, constitué par exemple d'une matière plastique appropriée, comme un homopolymère de polypropylène et, comme on peut le voir sur la figure 7, le séparateur 8 est constitué de deux sections, chaque section étant pourvue de rainures demi-circulaires de façon à obtenir, dans la condition d'assemblage indiquée sur la figure 7, une ouverture circulaire 9. Les ouvertures 9 sont disposées sur la ligne sinusoïdale des éléments 8 de manière qu'elles soient alignées longitudinalement et le tuyau 10 est disposé dans lesdites ouvertures en étant ainsi supporté à intervalles fréquents en relation avec les branches supérieures et inférieures du tube 10, comme on peut le voir sur la figure 6. L'élément sinusoïdal 8 est agencé de façon à comporter des moyens de raccordement, de préférence des goujons 13 prévus dans un élément à intervalles et les trous prévus dans l'autre élément, les goujons 33 s'engageant dans les trous pour permettre aux deux éléments d'être accrochés l'un avec l'autre avec interposition du tube microporeux 1 entre eux. De cette manière, du fait que les coudes 34 de l'élément 28 sont appliqués contre le tuyau 5 et que les extrémités 35 sont également montées de cette manière, le tube 10 est supporté séparément du tuyau 5.

35 En service, de l'eau chaude est fournie au tube 10 à 80°C par exemple. Il est évidemment indésirable qu'un tube contenant de l'eau à cette température entre directement en contact avec la poitrine nue ou une autre partie du

corps d'un patient par l'intermédiaire du tuyau 5 qui peut s'appuyer sur lesdites parties du corps. En conséquence, cette forme de réalisation de la présente invention élimine ou réduit au minimum le risque d'établissement d'une haute
5 température dans le tube 10 dans une position produisant une transmission de chaleur avec une partie du corps d'un patient par contact direct entre le tube 10 et le tuyau 5 et ensuite le corps du patient. Additionnellement, au moins dans la forme préférée, on obtient une amélioration consi-
10 dérable en ce qui concerne la transmission de chaleur par l'intermédiaire d'un tube microporeux non supporté.

La chambre d'égouttage 2 contient un clapet à bille 33 en matériau ferromagnétique (par exemple en acier) qui s'applique contre un siège de valve 34 et qui est déplacé
15 sur le côté par rapport à l'écoulement d'eau en étant écarté du siège par application de courant à un électro-aimant 35 placé à l'intérieur du carter 4 afin de permettre à l'eau de s'écouler de la chambre d'égouttage 2 jusque dans le tube 16.

Puisque le débit est faible, il suffit d'un petit
20 déplacement entre les positions d'ouverture et de fermeture de la bille 33. La bille est maintenue dans la position de fermeture par gravité et par la pression statique de l'eau.

La masse d'eau se trouvant dans la chambre
25 d'égouttage 2 est maintenue à un niveau approprié 36 de telle sorte que les gouttes tombent au travers d'un espace d'air 37 depuis l'orifice 20 jusqu'au niveau 36. Ce niveau est maintenu sensiblement automatiquement une fois qu'il a été réglé du fait qu'une augmentation de hauteur du niveau
30 36 augmente la pression d'air dans le volume 37 et réduit la force hydrostatique provoquant la formation de gouttes.

Un élément de détection de température d'air 40 (figures 1 et 4), par exemple une ou de préférence deux thermistances, est où sont positionnées de façon amovible
35 dans le tuyau d'inspiration 5 en aval de l'élément chauffant 25. La position réelle dépend du degré de refroidissement désiré pour les gaz. Pour obtenir une humidification appropriée des gaz, il peut être avantageux de chauffer les

gaz à une température supérieure à celle qui est désirée et de permettre un refroidissement jusqu'à 100 % d'hygrométrie. L'eau chaude se trouvant dans le tube 10 assure un chauffage des gaz se trouvant dans le tuyau 5 et le chauffage à une température supérieure fait en sorte que les gaz atteignent une température plus élevée que la température souhaitable - par exemple 38°C. Les gaz sont ensuite refroidis en passant dans un tube de refroidissement 41 positionné entre le tube 5 et l'élément de détection 40 dans la jonction 6 en Y. La longueur du tube 41 permet un certain contrôle de l'humidité.

En variante ou en addition, un élément chauffant auxiliaire 42 (figure 4) est positionné dans ou dans une zone adjacente à la section d'inspiration 43 de la jonction en Y 6 et, pour faciliter la commande de la chaleur et de l'humidité, un élément auxiliaire de détection de température d'air 44 est disposé entre l'élément chauffant principal 25 et l'élément chauffant auxiliaire 42.

Egalement un élément chauffant 45 peut être disposé dans le tuyau d'expiration 7 afin d'empêcher une condensation et/ou de conditionner les gaz expirés en vue d'un autre traitement dans l'appareil respiratoire et un retour au patient si cela est souhaité.

En référence maintenant au diagramme de la figure 4, un transformateur est prévu dans un système d'alimentation en courant 50. De préférence des variations de la résistance de l'élément chauffant 25 sous l'effet de variations de température de cet élément sont utilisées pour produire des signaux qui assurent la commande de l'alimentation en courant de l'élément chauffant. Ces signaux et des signaux provenant des dispositifs de détection de température d'air 40, et éventuellement 44, sont appliqués à un convertisseur analogique-numérique qui est de préférence un dispositif multiplexé, et une commande de réglage de température 51 fournit également des signaux au convertisseur analogique-numérique 52. Des signaux provenant du récepteur d'infrarouge, qui constitue le détecteur de gouttes 31, sont appliqués à une interface d'entrée binaire 53 et il est également prévu dans

cette interface des commutateurs 54 et 55 remplissant des fonctions de "désactivation" et "d'activation" qui sont actionnées manuellement. Le convertisseur 52 et l'interface 53 sont reliés à un microprocesseur 56 de type 8085 auquel est associée une mémoire 57. Le microprocesseur 56 de type 8085 et un autre microcontrôleur 60 de type 8048 sont reliés entre eux par l'intermédiaire d'une connexion de surveillance mutuelle 58 et d'une interface de données 59. L'interconnexion 58 permet au microcontrôleur 60 de type 8048 de vérifier le fonctionnement correct du microprocesseur 56 de type 8085 et de permettre au microprocesseur de vérifier le fonctionnement du microcontrôleur 60. Le microcontrôleur 10 commande un dispositif d'affichage 61 concernant l'utilisation d'eau et un dispositif d'affichage 62 concernant la température de l'air. Le transformateur alimente l'élément chauffant 25 par l'intermédiaire d'un triac principal 62 et d'un triac d'appoint 63. Le détecteur de courant 64, une alarme 65, un détecteur de tension 66 et d'autres équipements d'appoint électronique qui sont réalisés sous la forme d'un élément analogique d'appoint 67 sont reliés aux parties restantes de l'appareillage. Le détecteur de courant 64 et le détecteur de tension 66 permettent de calculer les résistances de l'élément chauffant 25 afin de fournir une indication des températures dudit élément. La connexion 52 agit avec l'élément d'appoint analogique 57 pour maintenir un contrôle de la tension fournie par l'alimentation en courant 50.

L'appareillage conforme à l'invention fonctionne de la manière suivante.

Un opérateur déplace le montant porteur 17 supportant l'unité de commande dans son carter 4 jusqu'au voisinage d'un patient. L'opérateur règle ensuite l'ensemble de "plomberie" comprenant la vessie d'alimentation en eau 1, qui peut être une vessie d'alimentation intraveineuse normale, le tube 15, la chambre d'égouttage 2, le tube 16 et il assure la liaison de cet équipement avec le tuyau d'inspiration 5 relié à la jonction 6 en Y, qui est reliée à son tour à un masque ou à un autre dispositif d'administration

de gaz à un patient. Du fait que le dispositif de détection de température (thermistance) 40 est amovible et que les fils 22 sont reliés aux fils 26 par l'intermédiaire de l'ensemble constitué par la fiche et la prise 24, il est possible de permuter facilement les tubes 5 et 10. Il est à noter que le système de " plomberie " peut être agencé sous la forme d'une pièce d'équipement nouvellement stérilisée pour chaque patient, ce qui procure des avantages considérables pour la mise en service rapide de l'équipement.

10 Lorsque le courant est coupé dans l'unité de commande, l'opérateur fait alors arriver l'eau dans la chambre d'égouttage. Puisque la valve magnétique est fermée, le niveau d'eau dans la chambre 37 monte sous l'effet de l'écoulement goutte à goutte jusqu'à ce que la pression d'air dans la chambre 37 empêche toute autre formation de gouttes.

15 L'opérateur enclenche alors l'alimentation en courant de l'unité de commande et il en résulte que la valve magnétique est ouverte et que de l'eau s'écoule dans le tube 10 et est chauffée dans celui-ci jusqu'à une température désirée. Du fait de la nature de la paroi du tube 10 qui permet le passage de vapeur d'eau mais non d'eau liquide, de la vapeur d'eau pénètre dans les gaz s'écoulant sur la surface extérieure du tube 10, c'est-à-dire à l'intérieur du tuyau d'inspiration

20 5. La pression statique de l'eau établit une pression d'eau suffisante pour produire un écoulement d'eau dans le tube 10 et pour empêcher un écoulement de vapeur d'eau en retour dans le tube 16. Les besoins en eau dépendent du passage de la vapeur d'eau, mais non d'eau liquide, au travers de la paroi microporeuse du tube 10 et ce passage de vapeur d'eau dépend de la différence entre la pression de vapeur d'eau régnant dans le tube 10 et la pression de vapeur d'eau régnant dans le tube 5. La pression de vapeur d'eau régnant dans le tube intérieur 10 est commandée par le détecteur de température 40. En conséquence la température

30 des gaz fournis à un patient est détectée par la thermistance 40 et des quantités contrôlées de chaleur sont fournies par l'élément chauffant à l'eau se trouvant dans le tube 10 sous la commande du microprocesseur 56 et en

réponse à des signaux provenant de la thermistance 40. Les signaux sont transmis à partir des détecteurs de température 40 (et 44 éventuellement prévu) en fonction de la variation de résistance de l'élément chauffant 25. Les signaux

5 provenant du détecteur de gouttes 31 sont transmis en même temps que les signaux du convertisseur au microprocesseur 56 de type 8085 et à leur tour des signaux sont fournis au microprocesseur 56 qui commande la quantité de chaleur fournie à l'élément chauffant 25. On obtient en

10 61 une indication du nombre de gouttes par minute et le dispositif d'affichage de température d'air 62 reçoit des signaux provenant du microcontrôleur de type 8048 et, en cas de défaut de fonctionnement, l'alarme 65 est enclenchée. En outre l'électrovalve 35 est excitée pour maintenir la

15 bille 33 écartée de son siège afin de permettre le passage d'eau dans le tube 10. En cas de défaut de fonctionnement concernant le débit de fourniture d'eau, cette électrovalve 35 est désexcitée, ce qui provoque sa fermeture. En conséquence on obtient un grand avantage concernant la sécurité

20 par le fait qu'il n'est pas possible que de l'eau passe dans l'appareil si du courant électrique n'est pas appliqué au solénoïde 35 de l'électrovalve en particulier et à l'unité de commande en général, de sorte qu'il n'est pas possible que de l'eau traverse l'appareil sans que l'unité

25 de commande soit en fonctionnement.

On va donner dans la suite une description du programme logiciel qui a été établi pour obtenir un fonctionnement sûr de l'appareil décrit ci-dessus et pour assurer une protection contre un mauvais fonctionnement.

30 A. MICROPROCESSEUR D'APPOINT/SORTIE (60)

Ce processeur remplit trois fonctions principales :

- (a) agir comme un dispositif de secours pour la sécurité.
- Les deux processeurs du système comportent chacun des détecteurs de température d'air indépendants et chaque
- 35 processeur est capable d'arrêter l'élément chauffant indépendamment de l'autre. Le processeur d'appoint détecte des anomalies de température en coopération avec le circuit d'appoint analogique.

- (b) Il traite certains des signaux de sortie du système.
(c) Chaque processeur du système vérifie que l'autre est en train de fonctionner correctement par l'intermédiaire de l'interface de surveillance (58).

5 PROGRAMME LOGICIEL POUR LE MICROPROCESSEUR D'APPOINT

Contrôle automatique

Initialisation

Démarrage du type 8085

Enclenchement de la période de surveillance

10 BOUCLE PRINCIPALE

Doit effectuer :

- une mise à jour des signaux de sortie pour communications en série

- 15 - une mise à jour de l'état d'alarme, en fonction d'une entrée de défaut analogique et d'une indication fournie par le processeur logique

- un actionnement de solénoïde)

- un actionnement de sorties de rechange)

suivant les instructions données par le processeur de commande

20

- un actionnement d'un simulateur de défaut)

- en cas d'urgence ou en cas de défaut d'un processeur associé, passer à une condition de sécurité

** D'autres tâches sont effectuées d'une manière

25 interrompue :

A CHAQUE CROISEMENT DE ZERO DU COURANT ALTERNATIF

Enclencher la minuterie de crête de courant alternatif.

Des crêtes de courant alternatif sont transmises au processeur de commande (56) afin de lui permettre d'obtenir des lectures de tension et de courant en provenance de l'élément chauffant.

30

Réception de données en provenance du processeur logique

Réenclenchement de la minuterie de surveillance

INTERRUPTION DE MINUTERIE

35 Mise à jour des sorties d'alarme

Génération d'une impulsion indiquant une crête du courant alternatif s'il s'est produit une interruption de crête.

Vérification du processeur de commande logique (56) pour voir s'il fonctionne correctement et s'il n'a pas été récemment réenclenché.

Si le processeur logique ne fonctionne pas :

- 5 - effectuer toutes les vérifications de sorties
- tenter trois fois d'assurer son redémarrage
- produire une alarme s'il ne redémarre pas

Si le processeur logique nécessite des redémarrages fréquents :

- 10 - vérifier toutes les sorties
- enclencher l'alarme

B. PROCESSEUR DE COMMANDE/LOGIQUE (56)

Ce processeur a pour tâche primaire de commander et d'effectuer des algorithmes. Il analyse toutes les entrées du système et contrôle les sorties.

PROGRAMME LOGICIEL POUR LE MICROPROCESSEUR DE COMMANDE

Initialisation

Exécution des opérations suivantes

- étalonnage
- 20 - réglage de température à la valeur correcte
- affichage de température
- affichage de consommation d'eau
- détection de conditions de défaut
- mesures correctives concernant des défauts
- 25 - détection d'eau
- communication
- détection d'entrée(s) de fonctions
- exercer une action concernant des entrées de fonctions

EXTENSION DE CHACUN DES MODULES PRECITES

30 Initialisation

- régler toutes les sorties dans la condition sûre
- contrôler les mémoires ROM, RAM, les portes, le système de surveillance
- effectuer des tests visibles pour l'utilisateur
- 35 - vérifier le fonctionnement de valves
- étalonnage
- détection d'entrées de fonctions

ETALONNAGE

Déterminer la fréquence du secteur

Déterminer le type de fil de l'élément chauffant

Vérifier les températures de référence

5 REGLER LA TEMPERATURE A LA VALEUR CORRECTE

Effectuer la lecture du bouton de réglage

Effectuer la lecture et l'actionnement des thermistances
à valeurs moyennes

10 Appiquer l'algorithme marche/arrêt au fil de l'élément
chauffant

Commander l'élément chauffant d'expiration

Commander l'élément chauffant auxiliaire

AFFICHAGE DE TEMPERATURE

Affichage d'une température moyenne mobile

15 DETECTION D'EAU UTILISEE

Détecter l'apparition d'une goutte

AFFICHAGE DE LA CONSOMMATION D'EAU

Calculer le poids moyen par minute

Affichage pour chaque goutte détectée

20 Enclenchement d'un clignotant lors d'une détection de
goutteDETECTION DE CONDITIONS DE DEFAUTS

Initialisation

Déconnexion

25 Haute température d'air

Basse température d'air

Panne de détecteur de température

Débit d'eau élevé

Débit d'eau faible

30 Le triac ne marche pas

Le simulateur de défaut est en panne

Les références sortent de la plage admissible

Les températures réglées sortent de la plage admissible

La température de l'eau est élevée

35 La température de l'eau est basse

Le temps de chauffe est trop long

Examiner le rapport puissance/eau

Défauts dans le système

COMMUNICATION^{1/2}

Transmission par l'intermédiaire d'une interface standard RS 232 des informations suivantes :

- consommation d'eau
- 5 - température
- température réglée
- température de fil
- puissance moyenne
- indication d'état
- 10 - état d'alarme/erreur

DETECTION D'ENTREES DE FONCTIONS

Annulation

Annulation d'alarme pendant 60 secondes à moins qu'une nouvelle alarme se produise

- 15 Enclencher une récupération dans les conditions décrites
- Assurer une entrée dans des fonctions spéciales
- Retour automatique au fonctionnement normal si l'opération de retour n'a pas été faite manuellement

Il est souhaitable que des gaz provenant de

- 20 l'appareil respiratoire et passant dans le tube 5 soient à une température raisonnablement basse - par exemple 25°C. Si les gaz sont à une température plus élevée - même aussi élevée que 37°C -, une humidification est possible par réglage de la température désirée de fonctionnement du
- 25 détecteur 44 à une valeur supérieure, par exemple de 39°C, de façon qu'on puisse obtenir une différence de pression de vapeur d'eau au travers de la paroi microporeuse du tube 10 par chauffage de l'eau passant dans le tube 10 à une température encore plus élevée - par exemple 45°C - puis en
- 30 refroidissant les gaz dans la partie 41. Avant que les détecteurs 40 aient capté cette température, les gaz se refroidissent jusqu'aux températures d'entrée dans un patient, par exemple 37°C. Dans le cas où il existe un dépassement, alors l'élément chauffant auxiliaire 42 est mis
- 35 en service.

La description faite ci-dessus montre qu'on obtient un humidificateur qui est d'une construction très simple et également d'un emploi très facile et qui ne

nécessite pas beaucoup d'efforts pour sa mise en service.
A cet égard, et en particulier la bonne possibilité de
déplacement de l'ensemble de " plomberie ", c'est-à-dire les
éléments d'alimentation en eau, permettent une mise en
5 service très rapide de l'appareillage.

D'autres avantages de la présente invention,
au moins en ce qui concerne la forme préférée, par comparai-
son à des humidificateurs de l'art antérieur sont les suivants
suivants :

- 10 1. Grâce à la réduction de volume dans lequel les gaz
doivent passer, il est possible d'assurer un meilleur
contrôle.
2. Grâce à la réduction du volume dans lequel les gaz
doivent passer, les gaz fournis par la machine respira-
15 toire (appareil de ventilation) sont fournis au
patient avec moins de retard.
3. Du fait de la réduction du volume d'eau qui doit être
chauffé et du fait de la proximité de l'eau chauffée par
rapport au patient, il est possible de commander plus
20 rapidement la température, et également de façon plus
précise.
4. La commande de l'écoulement d'eau est pratiquement
automatique, bien que les besoins du patient en vapeur
d'eau varient.
- 25 5. Du fait de la compacité de la partie de l'appareil qui
est proche du patient, le détecteur et le tube 10
peuvent être placés aussi bien dans une condition
proximale que dans une condition distale par rapport à la
tête du patient.
- 30 6. Du fait de la proximité de l'élément humidificateur
par rapport au patient, les pertes en chaleur et en eau
et une condensation ultérieure dans le système de
distribution sont réduites.
7. La valve de commande d'écoulement d'eau contribue nota-
35 blement à empêcher l'eau de passer dans le dispositif
humidificateur dans des conditions de défauts, ce qui
contribue à empêcher un mauvais fonctionnement dangereux.

8. Un mouvement de la bille dans la valve sur une partie inclinée est avantageux par le fait que cela réduit l'énergie nécessaire pour déplacer la bille et pour la maintenir dans la position d'ouverture. La bille n'a pas besoin d'être complètement soulevée de son siège.
9. L'affichage de la consommation d'eau permet de mesurer les performances d'humidification à obtenir au moyen d'un contrôle visuel.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'humidification de gaz, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à introduire de l'eau dans un premier passage (10) en faisant parvenir l'eau
5 provenant d'une source à une pression positive sensiblement constante dans ledit premier passage, à chauffer ladite eau, à faire passer des gaz dans un second passage (5) en faisant en sorte que de la vapeur d'eau mais pratiquement pas d'eau liquide passe au travers d'une paroi microporeuse commune aux
10 deux passages précités (5, 10), ladite paroi microporeuse étant perméable à la vapeur d'eau mais pratiquement imperméable à l'eau liquide, la vapeur d'eau passant au travers de la paroi microporeuse étant entraînée dans l'écoulement de gaz de façon à humidifier lesdits gaz en vue de leur
15 transmission à un point d'utilisation, à contrôler la température des gaz humidifiés, à produire des variations de température des gaz humidifiés pour engendrer des variations dans l'alimentation en chaleur de ladite eau afin de maintenir la température des gaz humidifiés dans une plage désirée
20 de températures, à contrôler le débit d'eau dans ledit premier passage (10), à comparer le débit contrôlé avec un débit désiré, et à faire cesser l'écoulement d'eau et l'échauffement de ladite eau lorsque le débit contrôlé d'eau, la température désirée des gaz humidifiés et l'énergie
25 fournie varient plus qu'une quantité désirée par rapport aux valeurs désirées de débit de température et d'énergie fournie.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à introduire de
30 l'eau dans ledit premier passage (10), ce premier passage étant agencé sous forme d'un tube interne (10) placé à l'intérieur dudit second passage (5).

3. Procédé selon une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape consistant à
35 chauffer l'eau dans ledit premier passage (10) en faisant passer un courant électrique dans un fil résistant (21) enfermé dans ledit premier passage (10).

4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes consistant à utiliser des variations de la résistance dudit fil résistant (21) pour produire un signal indiquant des variations de la température de l'eau en train d'être chauffée.

5. Appareillage pour humidifier des gaz, caractérisé en ce qu'il comprend un premier passage (10), un dispositif d'alimentation en eau (1) pour fournir de l'eau dans ledit passage (10), un second passage (5) par l'intermédiaire duquel des gaz sont amenés sur une paroi microporeuse commune audit premier passage (10) et audit second passage (5) en un point d'utilisation, ladite paroi microporeuse étant perméable à la vapeur d'eau mais pratiquement imperméable à l'eau liquide, un dispositif pour fournir de la chaleur à ladite eau de façon à produire à l'intérieur dudit premier passage (10) une pression de vapeur suffisante pour produire un passage de vapeur d'eau, mais non d'eau liquide, au travers de ladite paroi microporeuse, un dispositif de commande (4) comportant un moyen de contrôle de température servant à contrôler la température desdits gaz à proximité dudit point d'utilisation, un dispositif de contrôle d'écoulement d'eau pour contrôler le débit d'eau passant dans ledit passage intérieur, un moyen pour comparer le débit contrôlé d'eau avec un débit désiré et un moyen pour faire cesser l'écoulement d'eau et l'échauffement de l'eau lorsque le débit contrôlé d'eau ou la température désirée desdits gaz varient de plus d'une valeur désirée, la structure et l'agencement étant tels que, lorsque des gaz passent dans ledit second passage sur la surface de ladite paroi microporeuse, de la vapeur d'eau, mais pratiquement pas d'eau liquide, passe au travers des parois dudit premier passage (10) en étant entraînée dans lesdits gaz passant dans ledit second passage et sur ladite paroi microporeuse.

6. Appareillage selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit premier passage (10) est disposé comme un tube intérieur à l'intérieur dudit second passage (5).

7. Appareillage selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit tube intérieur (10) est disposé en forme de

boucle à l'intérieur dudit second passage (5).

8. Appareillage selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il est prévu à l'intérieur dudit second passage (5) des moyens séparateurs (8) qui sont agencés pour
5 supporter ledit premier passage (10) d'une manière telle qu'une distance de séparation soit maintenue entre ladite paroi microporeuse et la paroi dudit second passage (5).

9. Appareillage selon la revendication 8, caractérisé en ce que lesdits moyens séparateurs comprennent au moins
10 un élément sinueux longitudinal (8) comportant des supports placés selon deux lignes longitudinales, ledit premier passage (10) étant placé sur lesdits supports d'une manière telle que ce premier passage (10) soit supporté avec du jeu par rapport aux parois dudit second passage (5).

15 10. Appareillage selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il est prévu deux éléments sinueux longitudinaux (8) comportant chacun des rainures demi-circulaires et en ce que lesdits éléments (8) comportent des moyens de jonction pour assurer leur assemblage mutuel, lesdites rainures
20 demi-circulaires étant alignées pour former des ouvertures (9) dans lesquelles ledit premier passage (10) est supporté.

11. Appareillage selon une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que les deux extrémités de la boucle sont fixées dans un bloc de terminaison (11), au moins
25 une extrémité de la boucle étant divisée en deux ou plusieurs parties, lesdites parties étant fixées mécaniquement sur ledit bloc de terminaison (11).

12. Appareillage selon une quelconque des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que ledit premier passage (10)
30 contient un élément électrique chauffant (21) et en ce qu'il est prévu un moyen de commande de chauffe pour commander l'alimentation en courant dudit élément électrique chauffant (21) d'une manière telle que la quantité de chaleur fournie à l'eau passant dans ledit premier passage (10) soit commandée
35 par ledit moyen de commande de chauffe.

13. Appareillage selon la revendication 12, caractérisé en ce que ledit élément électrique chauffant (21) est formé d'un matériau qui fond à basse température.

14. Appareillage selon une quelconque des revendications 11, 12 ou 13, caractérisé en ce que ledit bloc de terminaison (11) comprend des bornes pour ledit élément électrique chauffant (21), lesdites bornes étant adaptées pour être plus froides en service que la partie principale de l'élément chauffant (21).
15. Appareillage selon une quelconque des revendications 12 à 14, caractérisé en ce qu'il est prévu des moyens pour contrôler la température de l'eau dans ledit premier passage (10), ces moyens comprenant des composants servant à mesurer la variation de résistance dudit élément chauffant (21).
16. Appareillage selon une quelconque des revendications 5 à 15, caractérisé en ce que ledit moyen assurant la cessation de l'alimentation en eau comprend une valve (35) comportant un conduit (16) dans lequel l'eau doit passer, un siège de valve (34) placé dans ledit conduit (16), un élément obturateur de valve (33) monté de façon à pouvoir se déplacer par rapport audit siège de valve (34) et agencé pour s'appliquer contre le siège (34) pour fermer la valve dans des conditions statiques, ledit élément obturateur (33) de la valve étant constitué d'un matériau ferromagnétique tandis qu'il est prévu un électro-aimant (35) disposé par rapport audit élément obturateur (33) d'une manière telle que, lorsque du courant est fourni audit électro-aimant (35), ledit obturateur (33) se déplace par rapport audit siège de valve (34) pour permettre l'écoulement de l'eau dans ledit conduit (16).
17. Appareillage selon la revendication 16, caractérisé en ce que ladite valve (33, 34, 35) est disposée dans une partie inférieure de ladite chambre d'égouttage (2).
18. Appareillage selon une des revendications 16 ou 17, caractérisé en ce que ledit dispositif d'alimentation en eau (1) comprenant ladite valve (33, 34, 35) est associé de façon amovible au reste dudit appareillage afin de permettre un remplacement commode.
19. Appareillage selon une quelconque des revendications 5 à 18, caractérisé en ce que ledit moyen de contrôle

d'écoulement d'eau comprend un moyen pour compter le nombre de gouttes formées par unité de temps et passant au travers dudit espace d'air (37).

20. Appareillage selon une quelconque des revendications 5 à 19, caractérisé en ce que ladite unité de commande (4) comprend un microprocesseur (56) et un microcontrôleur (60) et en ce que ledit moyen de contrôle de température comprend deux dispositifs de détection de températures (40, 44), un desdits dispositifs de détection de températures (40) envoyant des signaux audit microprocesseur (56) tandis que l'autre dispositif de détection de température (44) envoie des signaux audit microcontrôleur (60), ledit microprocesseur (56) et ledit microcontrôleur (60) étant enclenchés lors de la réception d'un signal approprié pour couper l'alimentation en courant dudit élément chauffant (25) indépendamment de l'autre.

21. Appareillage selon la revendication 20, caractérisé en ce que ledit microcontrôleur (60) et ledit microprocesseur (56) vérifient chacun que l'autre fonctionne correctement.

22. Appareillage selon la revendication 20 ou la revendication 21, caractérisé en ce que ladite unité de commande (4) comprend des moyens pour détecter une ou plusieurs températures hautes ou basses des gaz, des dispositifs de détection de températures, des dispositifs de détection de pannes, de débits élevés ou faibles d'alimentation en eau, de coupure de courant d'alimentation desdits moyens de chauffage, de sortie de températures de référence ou de réglage par rapport à des gammes définies, de hautes ou basses températures d'eau, de temps excessifs d'échauffement, de rapports incorrects entre le courant et l'alimentation en eau et de défauts de système.

1/4

Fig. 2.

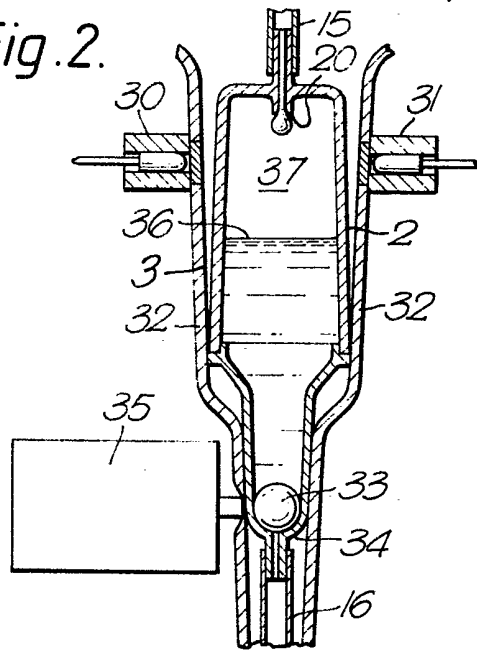


Fig. 1.

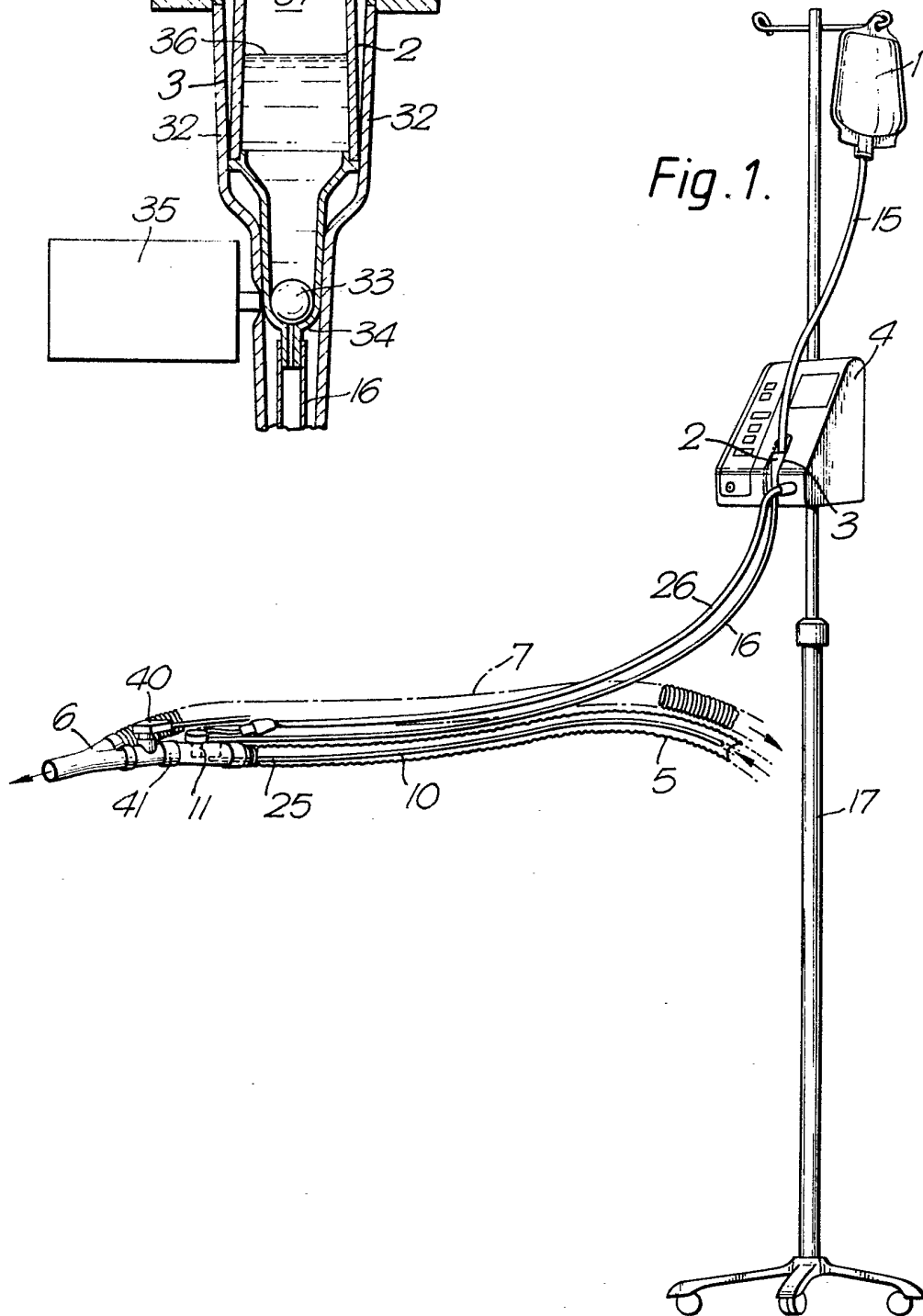
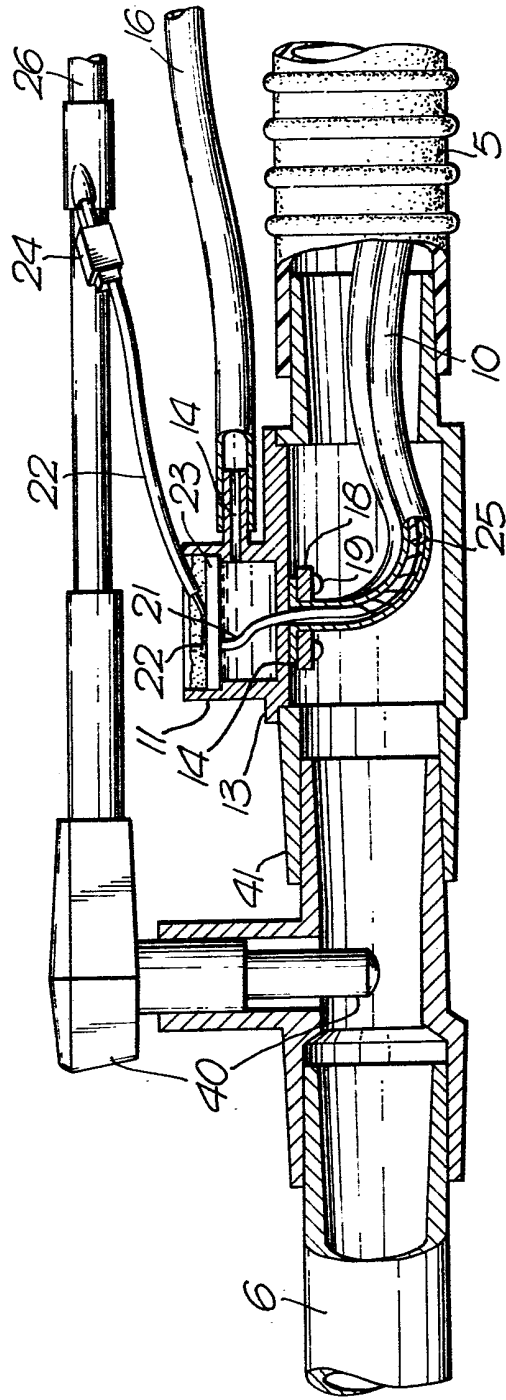
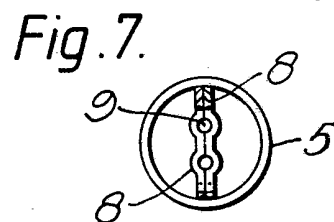
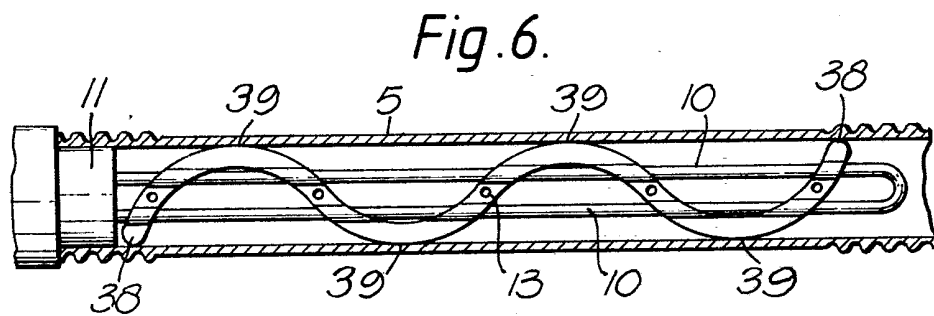
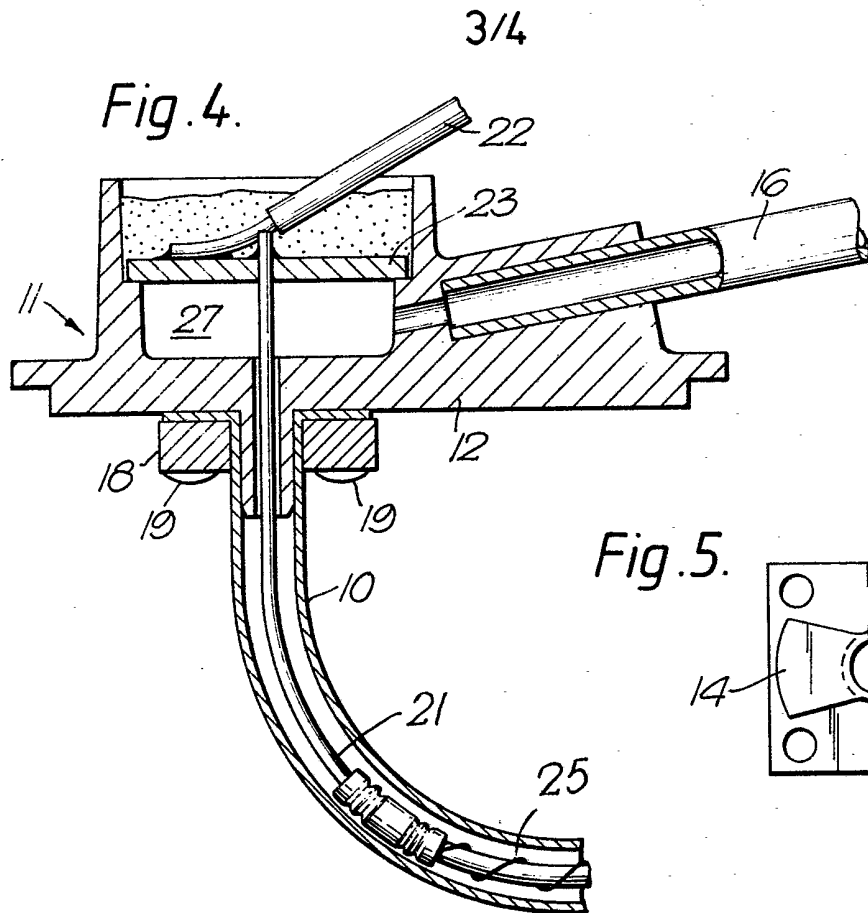


Fig. 3.





4/4

