OPIC
Office de la propriété intellectuelle du Canada

CIPO
Canadian Intellectual Property Office

(12) (19) (CA) **Demande-Application**

(21) (A1) **2,340,048**

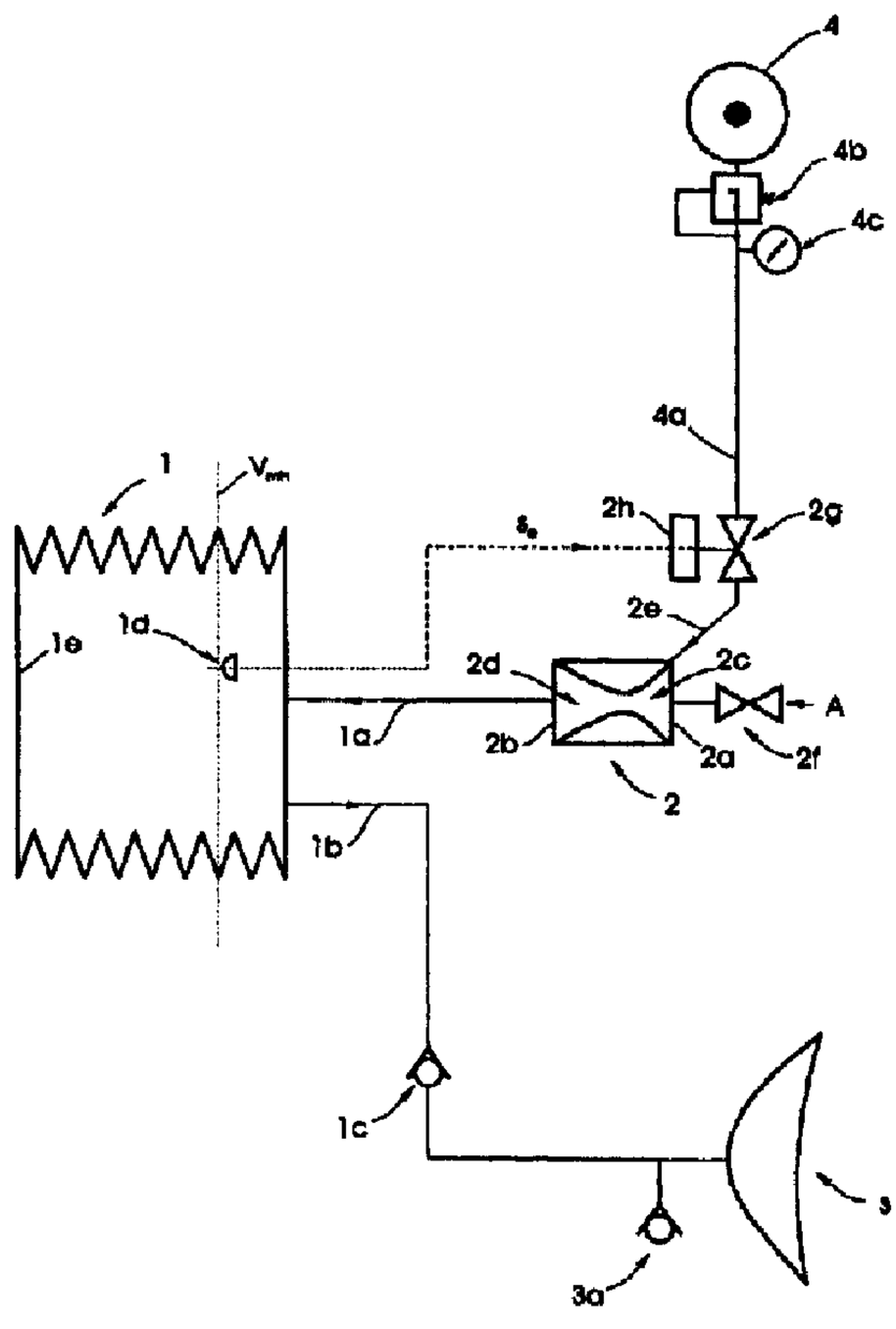
(86) 1999/08/15
(87) 2000/03/02

(72) MENUT, JEAN-BAPTISTE, CH
(71) MENUT, JEAN-BAPTISTE, CH

(51) Int.Cl.[7] A61M 16/00
(30) 1998/08/17 (1684/98) CH

(54) **PROCEDE ET DISPOSITIF POUR FOURNIR DE L'AIR MODIFIE**

(54) **METHOD AND DEVICE FOR SUPPLYING MODIFIED AIR**



(57) De l'air appauvri en oxygène est fourni par le sac compliant (1) muni du commutateur (1d) qui commande l'ouverture de la vanne (2g) lorsque le volume du sac compliant (1) atteint sa limite inférieure (V_{min}) afin de relier l'éjecteur (2) à la source d'azote (4), d'injecter de l'azote et d'aspirer de l'air ambiant dans l'éjecteur (2) et de remplir le sac compliant (1) d'air appauvri en oxygène à pression ambiante et prélevé par le masque respiratoire (3). La vanne (2f) commande l'aspiration d'air ambiant dans l'éjecteur (2) et ajuste la teneur en oxygène de l'air dans le sac compliant (1). Le remplissage du sac compliant (1) est répété jusqu'à 10 fois par minute en fonction de la quantité d'air prélevée, chaque fois que le volume du sac compliant atteint sa limite inférieure (V_{min}). Le sac compliant (1) d'un volume utile de 20 l délivre 5 l/min à 200 l/min d'air appauvri en oxygène. L'invention se prête notamment aux entraînements sportifs permettant de simuler la respiration d'air en haute altitude.

PCT ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE
Bureau international

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets 7 : A61M 16/00

A1

(11) Numéro de publication internationale: **WO 00/10632**

(43) Date de publication internationale: 2 mars 2000 (02.03.00)

(21) Numéro de la demande internationale: PCT/CH99/00377

(22) Date de dépôt international: 15 août 1999 (15.08.99)

(30) Données relatives à la priorité:
1684/98 17 août 1998 (17.08.98) CH

(71)(72) Déposant et inventeur: MENUT, Jean–Baptiste [CH/CH]; 40, Avenue Henri–Golay, CH–1219 Genève (CH).

(74) Mandataire: FALTAS MIKHAIL, William; 68, route de Drize, CH–1227 Carouge (CH).

(81) Etats désignés: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée

Avec rapport de recherche internationale.
Avec revendications modifiées et déclaration.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR SUPPLYING MODIFIED AIR

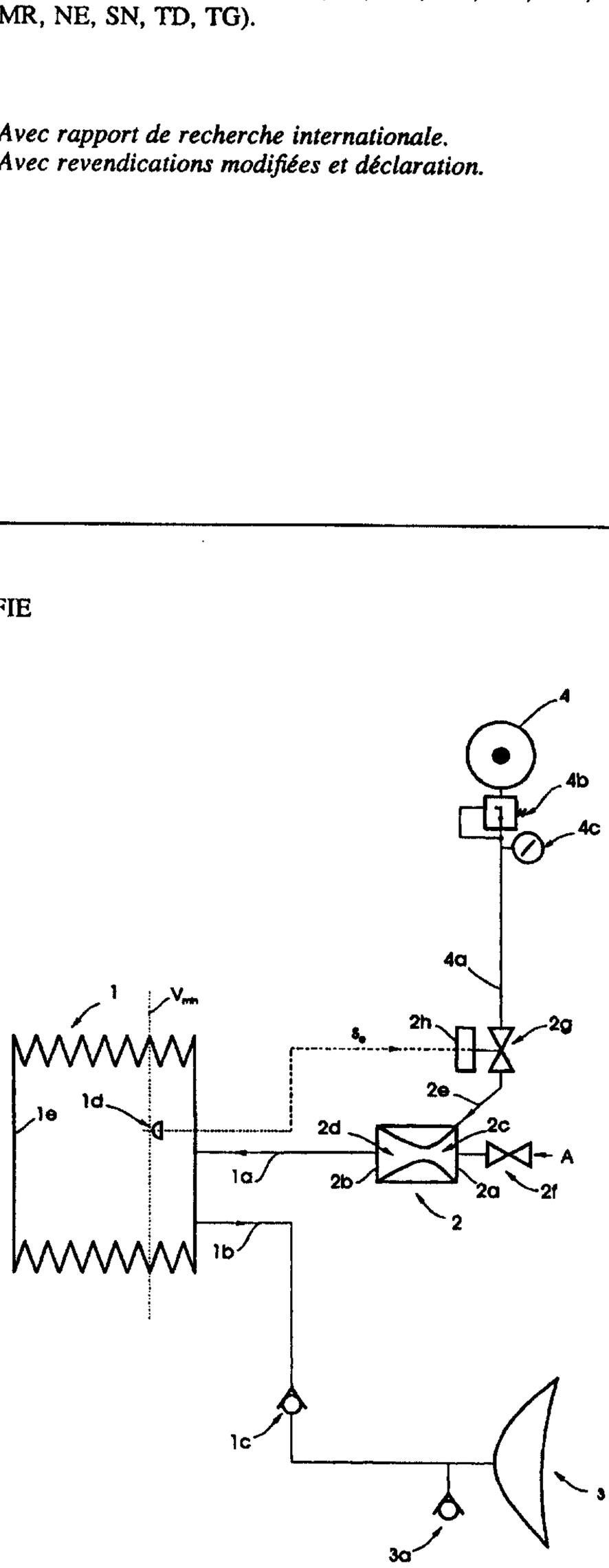
(54) Titre: PROCEDE ET DISPOSITIF POUR FOURNIR DE L'AIR MODIFIE

(57) Abstract

The invention concerns a device wherein oxygen–deficient air is supplied by the compliant bag (1) provided with the switch (1d) which controls the valve (2g) opening when the compliant bag (1) volume reaches its lowest limit (V_{min}) so as to connect the ejector (2) to the nitrogen source (4), to inject nitrogen and suck up ambient air into the ejector (2) and fill up the compliant bag (1) with oxygen–deficient air at ambient pressure and drawn from the respirator (3). The valve (2f) controls ambient air suction into the ejector (2) and adjusts the oxygen content of the air inside the compliant bag (1). The compliant bag (1) is repeatedly filled up to 10 times per minute depending on the amount of air drawn, each time the compliant bag volume reaches its lowest limit (V_{min}). The compliant bag (1) with a useful volume of 20 litres delivers 5 litres per minute of oxygen–deficient air. The invention is particularly useful for sports training sessions to simulate breathing at high altitude.

(57) Abrégé

De l'air appauvri en oxygène est fourni par le sac compliant (1) muni du commutateur (1d) qui commande l'ouverture de la vanne (2g) lorsque le volume du sac compliant (1) atteint sa limite inférieure (V_{min}) afin de relier l'éjecteur (2) à la source d'azote (4), d'injecter de l'azote et d'aspirer de l'air ambiant dans l'éjecteur (2) et de remplir le sac compliant (1) d'air appauvri en oxygène à pression ambiante et prélevé par le masque respiratoire (3). La vanne (2f) commande l'aspiration d'air ambiant dans l'éjecteur (2) et ajuste la teneur en oxygène de l'air dans le sac compliant (1). Le remplissage du sac compliant (1) est répété jusqu'à 10 fois par minute en fonction de la quantité d'air prélevée, chaque fois que le volume du sac compliant atteint sa limite inférieure (V_{min}). Le sac compliant (1) d'un volume utile de 20 l délivre 5 l/min à 200 l/min d'air appauvri en oxygène. L'invention se prête notamment aux entraînements sportifs permettant de simuler la respiration d'air en haute altitude.



Demande internationale no PCT/CH99/00377 Réponse à la première opinion écrite du 08.05.2000

ANNEXE B - PAGES DE REMPLACEMENT 1 ET 1A

(Page de remplacement 1)

Procédé et dispositif permettant le prélèvement d'air modifié destiné à la respiration

Domaine de l'invention

La présente invention concerne les procédés et dispositifs permettant le prélèvement d'air modifié destiné à la respiration, notamment de l'air appauvri en oxygène destiné à simuler la respiration en haute altitude.

Etat de la technique

L'état de la technique relative aux moyens permettant d'obtenir de l'air appauvri en oxygène destiné à la respiration peut être illustré à titre d'exemple par la publication WO 96/37176 ayant pour objet un appareil d'entraînement et de thérapie qui comprend un séparateur à membrane servant à extraire l'oxygène de l'air ambiant à l'aide d'une pompe à vide. Il est par ailleurs mentionné dans cette publication que la teneur en oxygène peut être réduite par adsorption d'oxygène de l'air ambiant ou bien en ajoutant un gaz pauvre en oxygène, tel que l'azote ou de l'air expiré par l'utilisateur.

EP 0 744 184 A1 a pour objet un récipient à volume variable dans un système de respiration/d'anesthésie, ce récipient étant relié par l'intermédiaire d'une vanne d'entrée à une source de gaz destiné à la respiration et comprenant au moins une partie composée d'une matière élastique qui produit une force constante et soumet le gaz dans le récipient à une pression constante entre des limites prédéterminées du volume du récipient. Du gaz sous pression constante est prélevé dudit récipient et délivré à un patient par l'intermédiaire d'une vanne de sortie et d'un circuit de respiration faisant partie dudit système de respiration artificielle/d'anesthésie. L'élasticité dudit récipient sert à appliquer une pression au gaz dans le récipient et ledit système permet de délivrer à un patient une quantité restreinte de gaz sous pression constante et à débit constant destiné à la respiration.

Divers moyens proposés pour obtenir de l'air modifié appauvri en oxygène permettent généralement d'obtenir des variations limitées du débit et de la composition de l'air modifié destiné à la respiration.

Les entraînements sportifs intensifs permettant de simuler les conditions en haute altitude nécessitent toutefois la respiration libre de quantités importantes d'air appauvri en oxygène ayant des compositions différentes.

Résumé de l'invention

La présente invention est destinée à fournir toute quantité d'air ayant toute composition modifiée et permettant notamment d'obtenir des débits respiratoires dans une gamme très large.

L'expression "air modifié" utilisée ici en rapport avec la présente invention signifie de l'air dont la composition est modifiée par rapport à l'air ambiant, notamment de l'air destiné à la respiration.

A cette fin, l'invention a pour objet le procédé et le dispositif définis dans les revendications.

On prélève l'air modifié conformément à l'invention d'un sac compliant dont la variation de volume varie à pression ambiante assure une interaction entre l'entrée et la sortie d'air modifié.

La présente invention consiste essentiellement à permettre le prélèvement d'air modifié à pression ambiante d'un sac compliant qui est capable de subir des variations de volume à pression ambiante afin qu'il puisse se remplir d'air modifié à pression ambiante chaque fois que son volume atteint une limite inférieure donnée. Ce sac compliant constitue ainsi un tampon de sortie d'air qui permet de prélever toute quantité d'air modifié à pression ambiante requise pour la respiration à l'aide d'un tuyau d'aspiration.

Le remplissage répété du sac compliant à pression ambiante en fonction de la quantité d'air prélevée conformément à l'invention permet de réduire le volume du sac compliant au strict minimum nécessaire pour permettre le remplacement de toute quantité d'air prélevé.

Le sac compliant peut par conséquent présenter un volume très faible et être rempli rapidement en quelques secondes, de sorte que son remplissage répété plusieurs fois par minute permet de délivrer constamment des débits d'air très importants par rapport à son volume restreint.

Le sac compliant utilisé pour la mise en oeuvre de l'invention doit être un sac flexible qui est capable de changer son volume à pression constante et est par conséquent capable de se remplir à pression ambiante. A cette fin, ce sac compliant peut être formé avantageusement d'une feuille en matière plastique souple et extrêmement mince d'une épaisseur de quelques centièmes de millimètre, de sorte qu'il soit apte à subir des changements de volume rapides sans déformation élastique ou modification de sa superficie.

De l'air ayant toute composition requise pour la respiration s'obtient avantageusement au moyen d'un éjecteur couplé au sac compliant comme il est décrit par la suite.

Le remplissage du sac compliant est réalisé avantageusement au moyen d'un éjecteur et remplit les conditions suivantes conformément à l'invention:

1. L'alimentation du sac compliant en air modifié délivré par l'éjecteur est égale à la demande d'air prélevé du sac compliant.
2. Le fonctionnement intermittent de l'éjecteur est commandé par l'intermédiaire du sac compliant en fonction du prélèvement d'air du sac compliant.
3. Le remplissage répété du sac compliant est adapté constamment au prélèvement d'air pour la respiration.
4. Le sac compliant et l'éjecteur sont agencés dans une boucle de rétroaction afin de commander le remplissage répété du sac compliant uniquement au moyen d'un commutateur associé au sac compliant et d'une vanne associée à l'éjecteur.
5. La sortie de l'éjecteur débouche librement dans le sac compliant à pression ambiante.
6. La pression et le débit du gaz injecté sont maintenus constants dans l'éjecteur.
7. Le débit d'air aspiré dépend de la section d'entrée d'air dans l'éjecteur.

8 La composition et le débit de l'air modifié délivré par l'éjecteur dépendent essentiellement de la section d'entrée d'air aspiré dans l'éjecteur.

9. La combinaison d'un sac compliant muni d'un commutateur avec un éjecteur muni d'une vanne permet ainsi de fournir toute quantité d'air modifié ayant toute composition requise.

Description détaillée

L'invention peut être illustrée à l'aide des formes d'exécution décrites ci-après à titre d'exemple et représentées dans les figures suivantes du dessin.

Fig. 1 montre schématiquement une forme d'exécution d'un dispositif comprenant un sac compliant et un éjecteur associé à une source d'azote et servant à fournir de l'air appauvri en oxygène.

Fig. 2 montre une coupe schématique de l'éjecteur du dispositif selon Fig. 1.

Fig. 3 illustre la variation de la fraction d'oxygène de l'air en fonction du rapport de l'air ambiant aspiré à l'azote injecté dans l'éjecteur selon Fig. 2.

Fig. 4a à Fig. 4d montrent respectivement la variation périodique du volume du sac compliant selon Fig. 1 pendant le prélèvement de 5, 25, 100 et 200 l/min d'air en même temps que le remplissage répété de ce sac compliant.

Fig. 5 montre schématiquement une variante du dispositif selon Fig. 1.

Le dispositif selon Fig. 1 comprend un sac compliant 1 communiquant avec la sortie d'un éjecteur 2 par un tuyau d'amenée 1a et avec un tuyau d'aspiration 1b associé à un masque respiratoire 3 et à deux soupapes de non-retour 1c et 3a afin d'assurer l'aspiration à travers la soupape 1c et l'expiration à travers la soupape 3a.

Le sac 1 est choisi de manière qu'il soit parfaitement compliant et capable de subir des changements de volume à pression constante, afin qu'il soit capable de se remplir d'air à pression ambiante conformément à l'invention.

Le sac compliant 1 contient un commutateur représenté par un contact 1d disposé dans un plan indiqué par la ligne en traits mixtes V_{min} qui correspond à une limite inférieure prédéterminée du volume du sac 1. Le sac compliant 1 est muni d'une surface conductrice interne 1e servant à établir un contact électrique avec le commutateur 1d lorsque le volume du sac compliant 1 atteint sa limite inférieure V_{min} selon Fig. 1

L'éjecteur 2 selon Fig. 1 comporte un canal d'écoulement longitudinal formé d'un canal d'entrée convergeant 2c communiquant avec une extrémité d'entrée 2a et avec un canal de sortie divergeant 2d communiquant avec une extrémité de sortie 2b de l'éjecteur 2. Le canal d'entrée convergeant 2c communique avec l'atmosphère par l'intermédiaire d'une vanne d'air 2f et avec une source d'azote sous pression 4, sous forme d'une bouteille d'azote en l'occurrence, par l'intermédiaire d'un tuyau d'amenée en azote 4a, d'une électrovanne 2g et d'un tuyau 2e d'amenée d'azote sous pression, d'une fente d'injection annulaire 2i et d'un compartiment d'entrée annulaire 2j agencés dans l'éjecteur 2 (voir Fig. 2). Le canal de sortie divergeant 2d communique à l'extrémité de sortie opposée 2b de l'éjecteur 2 avec le sac compliant 1 par l'intermédiaire du tuyau 1a d'amenée.

La vanne d'air 2f est prévue à proximité de l'extrémité d'entrée 2a de l'éjecteur afin d'ajuster la quantité d'air ambiant aspiré dans l'éjecteur 1, indiqué par la lettre A (Fig. 1 et 2).

Le tuyau d'amenée d'azote 4a est par ailleurs muni d'un détendeur 4b et d'un manomètre 4c permettant de contrôler la pression de l'azote fourni à l'électrovanne 2g.

Fig. 1 montre en outre que le commutateur 1d est relié à l'électrovanne 2g par l'intermédiaire d'un temporisateur 2h, comme il est indiqué par la ligne en traits mixtes So.

Le sac compliant 1 est associé au tuyau 2e d'amenée d'azote à l'éjecteur 2 par l'intermédiaire du commutateur 1d et de l'électrovanne 2g de manière à commander l'ouverture et la fermeture de l'électrovanne 2g par l'intermédiaire d'un temporisateur 2h en fonction du volume du sac compliant 1.

L'électrovanne 2g est une vanne électromagnétique associée au commutateur 1d et au temporisateur 2h et est agencée de manière qu'elle soit normalement fermée dans sa position de repos par un ressort, qu'elle soit activée et amenée dans sa position active d'ouverture aussitôt que le volume du sac compliant atteint sa limite inférieure V_{min} et le commutateur 1d établit un contact électrique avec la surface interne 1e du sac, qu'elle soit maintenue ouverte dans sa position active à l'aide du temporisateur 2h pendant une période prédéterminée permettant de remplir le sac compliant 1 d'air à pression ambiante, et qu'elle soit ensuite refermée et ramenée dans sa position de repos.

L'amenée d'azote sous pression à l'éjecteur 2 par l'électrovanne 2a est ainsi commandée conformément à l'invention par l'intermédiaire du sac compliant 1 associé au commutateur 1d.

Fig. 1 représente le tuyau d'amenée d'azote 2e par une ligne inclinée afin d'indiquer que l'éjecteur 2 est prévu en l'occurrence pour effectuer l'injection latérale ainsi que l'écoulement longitudinal dans les canaux 2c et 2d ainsi que l'aspiration axiale d'air ambiant.

On a pu assurer le fonctionnement satisfaisant du dispositif selon Fig. 1 au moyen d'un sac compliant 1 formé d'une feuille fine de Mylar® munie d'une surface interne métallisée 1e destinée à établir un contact électrique avec le commutateur 1d.

Des essais ont été effectués dans le cadre de la présente invention avec un dispositif tel que décrit selon Fig. 1 comprenant un sac 1 en Mylar métallisé en combinaison avec un éjecteur 2 de type connu, obtenu sous le nom de "Airmover" du type AM40. Ces essais ont démontré que le dispositif décrit selon Fig. 1 permet de faire varier la composition ainsi que le débit de l'air prélevé du sac compliant dans des gammes très larges.

Fig. 2 montre plus en détail une coupe schématique d'un éjecteur du type décrit selon Fig. 1, les mêmes éléments portant les mêmes références dans ces deux figures.

L'éjecteur selon Fig. 2 comprend un canal d'écoulement longitudinal composé d'un canal d'entrée convergeant 2c débouchant dans un canal de sortie divergent 2d et d'un tuyau latéral 2e d'amenée d'azote sous pression. Comme il ressort de Fig. 2, le tuyau latéral d'amenée d'azote 2e communique avec le canal d'écoulement longitudinal de l'éjecteur par un compartiment annulaire 2j d'amenée d'azote relié à une fente annulaire 2i qui débouche dans le canal d'entrée convergent 2c de manière à provoquer un écoulement longitudinal. La configuration de la fente annulaire 2i est conçue spécialement de manière à diriger un jet le long de la paroi du canal d'écoulement, à entraîner de l'air ambiant aspiré à l'extrémité d'entrée 2a de l'éjecteur, à mélanger l'air ambiant à l'azote dans le canal divergeant et à refouler de l'air appauvri en oxygène par l'extrémité de sortie 2b.

Le brevet CH 595 558 contient une explication détaillée de la structure et du mode de fonctionnement d'un éjecteur du même type que l'éjecteur 2 selon Fig. 1 et 2. Un éjecteur du type selon Fig. 2 permet notamment de délivrer des débits élevés d'air modifié et le remplissage rapide du sac compliant à pression ambiante conformément à la présente invention.

Fig. 3 montre la variation du pourcentage d'oxygène de l'air en fonction du rapport A/N de la quantité d'air A aspiré à la quantité d'azote N injecté dans ledit type d'éjecteur.

Comme il ressort de Fig. 3, ledit type d'éjecteur permet de faire varier le rapport air/azote dans l'air modifié fourni dans un grande gamme s'étendant de A/N = 0,5 jusqu'à 15 et la teneur en oxygène dans une grande gamme s'étendant de O_2 = 7 % jusqu'à environ 19 %, ce qui correspond, au niveau de la mer, à pression normale de 760 mm Hg, à des pressions partielles d'oxygène de 53 mm Hg et de 145 mm Hg, soit des pressions partielles d'oxygène que l'air présente dans la nature à des altitudes de 8400 m et 800 m respectivement.

Fig. 4a à 4d illustrent le fonctionnement du dispositif décrit selon Fig. 1 par des lignes en dents de scie représentant les changements de volume successifs du sac compliant 1 en fonction du temps au cours du prélèvement de différents débits d'air et du fonctionnement intermittent de l'éjecteur.

Fig. 4a illustre la variation du volume du sac 1 pendant le prélèvement de 5 l/min d'air et des phases de remplissage d'une durée de 4 secondes chacune. La consommation d'air d'un individu au repos correspond à 5 l/min.

Fig. 4a montre les cycles de remplissage et d'évacuation comprenant chacun d'une part une phase de remplissage durant 4 sec, représentée par une branche ascendante oblique F qui correspond à l'expansion du sac d'une limite inférieure V_{min} de 10 l jusqu'à une limite supérieure d'environ 30 l pendant le fonctionnement de l'éjecteur en même temps que le prélèvement et l'évacuation d'air modifié pour la respiration au moyen du tuyau d'aspiration 1b. Chacun desdits cycles comprend d'autre part une phase d'évacuation représentée par une branche descendante oblique R qui correspond à la diminution de volume du sac jusqu'à la limite inférieure de 10 l.

Chaque phase de remplissage F est provoquée par le fonctionnement de l'éjecteur 2 aussitôt que le volume du sac 1 atteint la limite inférieure V_{min} de 10 l. Le commutateur 1d établit un contact électrique avec la surface conductrice interne 1e du sac 1 afin de provoquer l'ouverture de l'électrovanne 2g, d'injecter de l'azote et d'aspirer de l'air ambiant dans l'éjecteur 2, de remplir ainsi le sac 1 d'air modifié à pression ambiante. L'électrovanne 2g est dans ce cas maintenue dans sa position ouverte à l'aide du temporisateur 2h pendant 4 secondes afin de remplir le sac 1 et augmenter son volume de 10 l à environ 30 l. L'électrovanne 2g est alors ramenée automatiquement par un ressort de rappel et se referme dans sa position de repos pendant la phase d'évacuation R correspondant à la diminution du volume du sac jusqu'à la limite inférieure de 10 l.

Il convient de noter que le prélèvement d'air pour la respiration s'effectue dans ce cas avec un débit moyen de 5 l pendant l'ensemble des cycles de remplissage et d'évacuation, c'est-à-dire aussi bien pendant les phases de remplissage F lors du fonctionnement de l'éjecteur 2 que pendant les phases d'évacuation R.

La description de Fig. 4a s'applique essentiellement aux Fig. 4b, 4c et 4d et les différences principales seront mentionnées ci-dessous.

Fig. 4b représente la variation du volume du sac compliant 1 au cours du prélèvement de 25 l/min d'air, ce débit étant augmenté cinq fois par rapport à Fig. 4a et la fréquence des cycles F/R ainsi que les pentes des lignes en dents de scie selon Fig. 4b étant augmentées en conséquence.

Fig. 4c représente la variation du volume du sac compliant 1 au cours du prélèvement de 100 l/min d'air, ce débit étant multiplié 20 fois par rapport à Fig. 4a et la fréquence des cycles F/R ainsi que les pentes des lignes en dents de scie selon Fig. 4c étant augmentées en conséquence.

Fig. 4d représente la variation du volume du sac compliant 1 au cours du prélèvement de 200 l/min d'air, ce qui correspond à la consommation d'air d'un sportif de très haut niveau en plein effort, ce débit de prélèvement d'air étant multiplié 40 fois par rapport à la Fig. 4a et la fréquence des cycles F/R ainsi que les pentes des lignes en dents de scie selon Fig. 4d étant augmentées en conséquence.

Fig 4a à 4d montrent que le sac compliant d'un volume de remplissage utile de seulement 20 litres peut délivrer constamment de 5 l/min à 200 l/min d'air. Le débit d'air délivré par le sac compliant dépend de la fréquence et de la vitesse de son remplissage plutôt que de son volume, ce débit pouvant par ailleurs être augmenté davantage.

Fig. 5 représente schématiquement une variante du dispositif décrit selon Fig. 1, les éléments identiques étant désignés par les mêmes références dans ces deux figures.

La variante selon Fig. 5 comprend un sac compliant 51 qui est suspendu à une paroi horizontale fixe 51f et présente une ouverture supérieure obturée de façon étanche par cette paroi.

Le sac compliant 51 communique avec la sortie d'un éjecteur 2 par l'intermédiaire d'un tuyau d'amenée 1a qui traverse la paroi horizontale 51f de façon étanche. L'éjecteur 2 selon cette variante est essentiellement le même que l'éjecteur déjà décrit selon Fig. 1 et 2. Le sac compliant 51 communique également avec un masque respiratoire 3 par l'intermédiaire d'un tuyau d'aspiration 1b qui traverse la paroi horizontale 51f de façon étanche et comporte une soupape de non retour 1c. Le masque 3 est également muni d'une soupape de non retour 3c pour l'évacuation de l'air expiré.

Un commutateur de proximité 51d est monté fixe à l'intérieur du sac compliant 51 à un endroit indiqué par une ligne en traits mixtes qui correspond à une limite inférieure prédéterminée V_{min} du volume du sac 51. Ce commutateur de proximité 51d délivre un signal de détection sV_{min} lorsque le

volume du sac compliant atteint sa limite inférieure V_{min}. Fig. 5 représente ce signal de détection par la ligne en points tirets marquée sV_{min}.

Le sac compliant 51 contient en outre une sonde à oxygène 51g qui délivre un signal de pression partielle d'oxygène sp_{O2} correspondant à la pression partielle de l'oxygène dans l'air contenu dans le sac 51. Fig. 5 représente ce signal de pression partielle d'oxygène par la ligne en point tirets marquée sp_{O2}.

Un conduit d'amenée d'azote 4a relie la source d'azote sous pression 4 à l'électrovanne 2g par l'intermédiaire d'un détendeur 4b, d'un manomètre 4c et d'un capteur de pression 54d qui émet un signal sp_{N2} correspondant à la pression d'azote dans la conduite d'amenée 4a. Fig. 5 représente ce signal de pression d'azote par une ligne en points tirets marquée sp_{N2}.

Le dispositif selon Fig. 5 est muni en outre d'un panneau de contrôle C qui est associé à un circuit électronique non représenté, qui reçoit le signal de détection sV_{min} du commutateur de proximité 51d, le signal de pression d'oxygène sp_{O2} de la sonde à oxygène 51g et le signal de pression d'azote sp_{N2} du capteur de pression 54d, et qui transmet un signal de commande sc_{N2} à l'électrovanne 2g afin de remplir le sac compliant 51 chaque fois que son volume atteint sa limite inférieure V_{min}.

Le panneau de contrôle C comprend un écran à trois zones d'affichage Dp_{O2}, D_m, D_{ft}, un bouton de commande S associé à un interrupteur principal non représenté (du type "ON/OFF") pour la mise en service et l'arrêt du dispositif selon Fig. 5 et trois boutons de sélection S_p, S_m, S_{ft} servant respectivement à choisir l'affichage de la pression partielle d'oxygène p_{O2}, exprimée en mm Hg dans la zone d'affichage Dp_{O2}, ou bien l'affichage de altitude correspondant à p_{O2} exprimée soit en mètres dans la zone d'affichage D_m soit en pieds dans la zone d'affichage D_{ft}.

Lorsque le volume du sac compliant 51 atteint sa limite inférieure V_{min}, le signal de détection sV_{min} est émis par le commutateur de proximité 51d et transmis au circuit électronique associé au panneau de contrôle C. Ledit circuit électronique transmet alors un signal de commande sc_{N2} à électrovanne 2g afin de provoquer son ouverture, de relier la source d'azote 4 à l'éjecteur 2, d'injecter de l'azote sous pression et d'aspirer de l'air ambiant dans l'éjecteur et de remplir le sac compliant 51 d'un mélange d'azote et d'air ambiant ayant la composition requise.

Le circuit électronique associé au panneau de contrôle comprend un temporisateur non représenté qui maintient le signal de commande sc_{N2} pendant un temps suffisant pour remplir le sac compliant 51. L'électrovanne 2g se referme automatiquement sous l'action d'un ressort de rappel lorsque le signal sc_{N2} disparaît afin de terminer le remplissage du sac compliant 51.

Ledit circuit électronique associé au panneau de contrôle C est agencé de manière qu'il reçoit constamment le signal de pression d'azote sp_{N2} du capteur de pression 54d lorsque le dispositif décrit est mis en service par le commutateur principal S et qu'il délivre un signal d'avertissement sonore

lorsque la pression d'azote diminue à une limite inférieure requise pour le fonctionnement de l'éjecteur, à savoir lorsque la bouteille d'azote 4 est vide.

La mise en oeuvre de l'invention au moyen d'un dispositif tel que décrit selon Fig. 1 permet de combiner les avantages suivants:

1. Toute quantité d'air requise pour la respiration est fournie par le sac compliant qui est rempli chaque fois que son volume atteint sa limite inférieure.

2. Le prélèvement d'air du sac compliant commande constamment son remplissage répété en fonction de la quantité d'air prélevée dans chaque cas.

3. Le remplissage répété du sac compliant est commandé par la variation de son volume, est adapté constamment à toute quantité d'air consommée et peut être assuré par une vanne associée à une source de gaz sous pression et commandée par un commutateur associé au sac compliant.

4. Le volume du sac compliant peut être réduit au strict minimum nécessaire afin que son remplissage répété permette le prélèvement de toute quantité d'air requise.

5. Le débit d'air prélevé peut être augmenté de 0 à au moins 200 l'min.

6. Le sac compliant constitue un tampon de sortie qui élimine le stockage dans un réservoir encombrant, le volume du sac compliant étant négligeable par rapport au débit d'air prélevé pendant de longues périodes.

7. L'emploi d'un éjecteur pour la mise en oeuvre de l'invention permet de mélanger intimement toute quantité d'un gaz injecté sous pression et d'air aspiré dans l'éjecteur.

8. Un éjecteur de faible taille constitue un moyen particulièrement simple et fiable permettant de délivrer instantanément l'air nécessaire pour le remplissage répété du sac compliant.

9. Le sac compliant reste à pression constante et une vanne disposée à l'entrée d'air de l'éjecteur permet de faire varier dans une très grande gamme la composition de l'air délivré par l'éjecteur.

10. La combinaison d'un éjecteur communiquant directement avec un sac compliant conformément à l'invention permet ainsi de fournir constamment toute quantité d'air ayant la composition requise.

11. Possibilité de faire varier considérablement la composition ainsi que le débit de l'air délivré conformément à l'invention.

12. L'invention est mise en oeuvre ainsi au moyen d'une combinaison particulièrement simple d'éléments très fiables dont le nombre et la taille sont réduits au strict minimum nécessaire pour délivrer toute quantité d'air ayant la composition requise et permettant la respiration prolongée.

Le sac compliant utilisé pour la mise en oeuvre de l'invention peut avoir toute forme appropriée et ses dimensions peuvent être réduites et adaptées à toute quantité d'air requise pour la respiration.

Diverses variantes et modifications peuvent être envisagées dans le cadre de la présente invention par rapport aux dispositifs décrits à titre d'exemple.

Au lieu de commander le remplissage répété du sac compliant au moyen d'un commutateur avec un temporisateur, on pourrait également utiliser deux commutateurs, notamment des commutateurs de

proximité, agencés respectivement à une limite inférieure et à une limite supérieure du volume du sac compliant de manière à commander l'ouverture ainsi que la fermeture de l'électrovanne au début et à la fin de chaque période de remplissage.

On peut également utiliser avantageusement des moyens similaires comprenant une source d'oxygène sous pression pour délivrer de l'air enrichi d'oxygène.

Divers essais d'entraînement intensifs effectués par des athlètes de haut niveau en respirant de l'air appauvri en oxygène, fourni conformément à l'invention au moyen d'un dispositif tel que décrit, ont démontré un fonctionnement satisfaisant de ce dispositif et ont fourni des résultats prometteurs, notamment une augmentation appréciable de la consommation maximale d'oxygène.

ANNEXE A - NOUVELLES REVENDICATIONS

(page de remplacement 10)

10

Revendications

1. Procédé permettant le prélèvement d'air modifié destiné à la respiration, selon lequel on prélève de l'air modifié d'un récipient à volume variable relié à une source d'air modifié à composition réglable par l'intermédiaire d'une vanne commandée par un commutateur qui est associé à la paroi dudit récipient à volume variable et provoque l'ouverture de ladite vanne lorsque le volume dudit récipient à volume variable atteint une limite inférieure prédéterminée, caractérisé en ce que:

(a) ladite vanne est reliée à un récipient constitué par un sac compliant qui est capable de subir des changements de volume rapides à pression ambiante sans déformation élastique et de se remplir d'air modifié à pression ambiante,

(b) un tuyau d'aspiration communique avec ledit sac compliant;

(c) l'on remplit ledit sac compliant d'air modifié à pression ambiante en ouvrant ladite vanne chaque fois que le volume de ce sac compliant atteint une limite inférieure prédéterminée,

(d) l'on prélève l'air modifié dudit sac compliant au moyen dudit tuyau aspiration (1) et

(e) l'on aspire dudit sac compliant toute quantité d'air ambiante requise pour la respiration en répétant le remplissage du sac compliant selon (c) en fonction du prélèvement d'air modifié selon (d) chaque fois que le volume du sac compliant atteint ladite limite inférieure.

2. Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication (1) permettant le prélèvement d'air modifié et comportant un récipient à volume variable relié à une source d'air modifié par l'intermédiaire d'une vanne commandée par un commutateur qui est associé à la paroi dudit récipient à volume variable et provoque l'ouverture de ladite vanne lorsque le volume dudit récipient atteint une limite inférieure prédéterminée, caractérisé en ce que:

(a) ledit récipient à volume variable est constitué par un sac compliant (1) qui est capable de subir des changements de volume rapides à pression ambiante sans déformation élastique de manière à permettre le remplissage de ce sac compliant d'air modifié à pression ambiante;

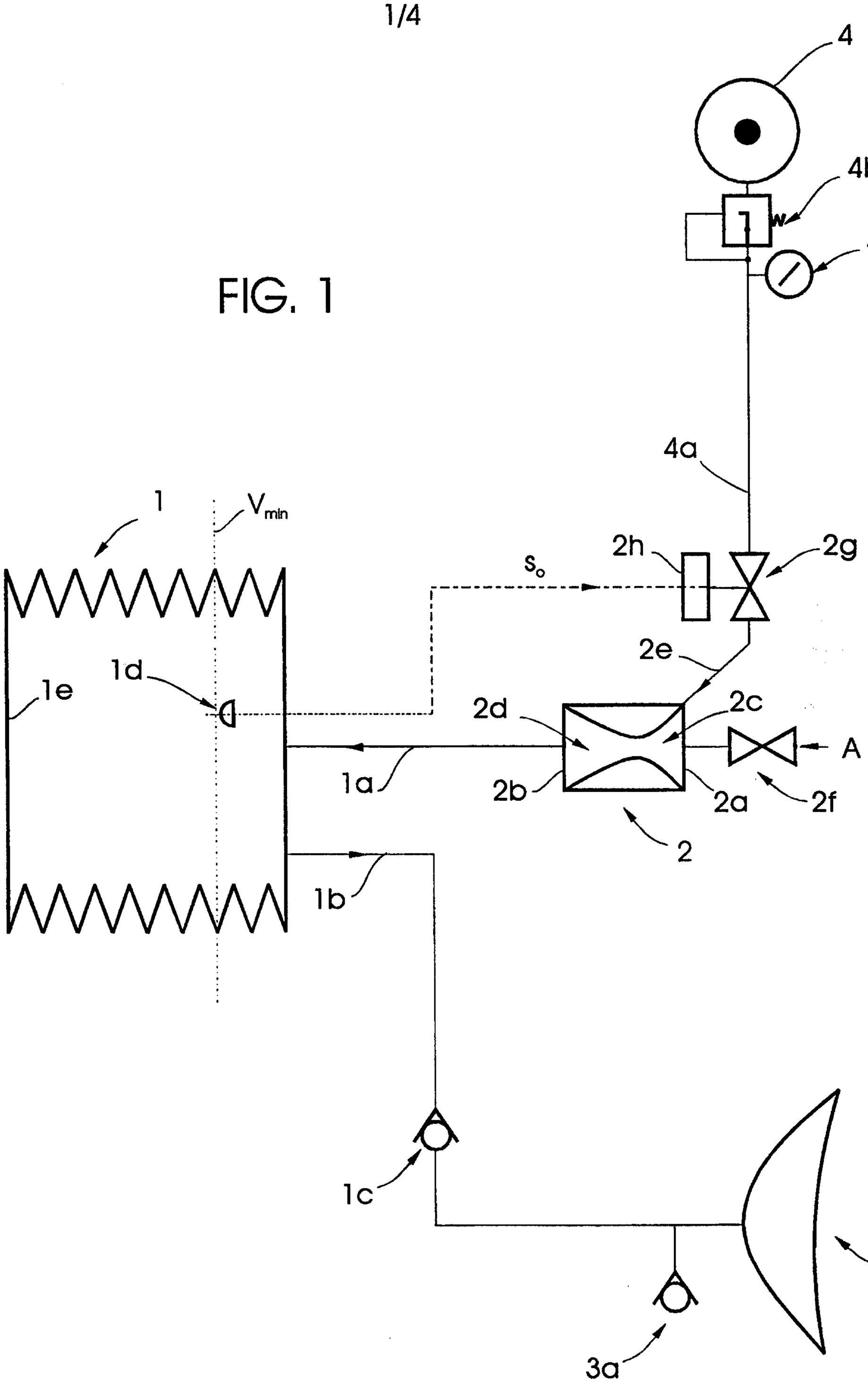
(b) ledit sac compliant (1) communique avec un tuyau d'aspiration (1b) permettant le prélèvement de toute quantité d'air modifié à pression ambiante requise pour la respiration;

(c) ledit commutateur (1d) est associé à la paroi dudit sac compliant (1) et à ladite vanne (2g), de manière qu'il provoque l'ouverture de ladite vanne de commande (2g) lorsque le volume du sac compliant (1) atteint ladite limite inférieure prédéterminée (V_{min}) et

(d) la combinaison de (a), (b) et (c) est prévue de manière que ledit sac compliant (1) soit rempli d'air modifie à pression ambiante chaque fois que son volume atteint ladite limite inférieure (V_{min}), et permet ainsi le prélèvement de toute quantité d'air modifié à pression ambiante requise pour la respiration.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit sac compliant (1) communique directement avec la sortie (2b) d'un éjecteur (2) qui comprend deux entrées (2e et 2c) reliées respectivement à une source de gaz sous pression (4) et à l'atmosphère par l'intermédiaire de ladite vanne (2) et d'une vanne (2f; 52f) d'aspiration d'air ambiant, ledit éjecteur (2) comprenant une sortie (2b) communiquant avec ledit sac compliant (1) de manière que l'ouverture de ladite vanne (2) provoque l'injection dudit gaz sous pression dans un rapport prédéterminé dans de l'air ambiant aspiré dans l'injecteur (2) et rempli ledit sac compliant (1) d'air modifié à pression ambiante ayant toute composition requise pour la respiration.

FIG. 1



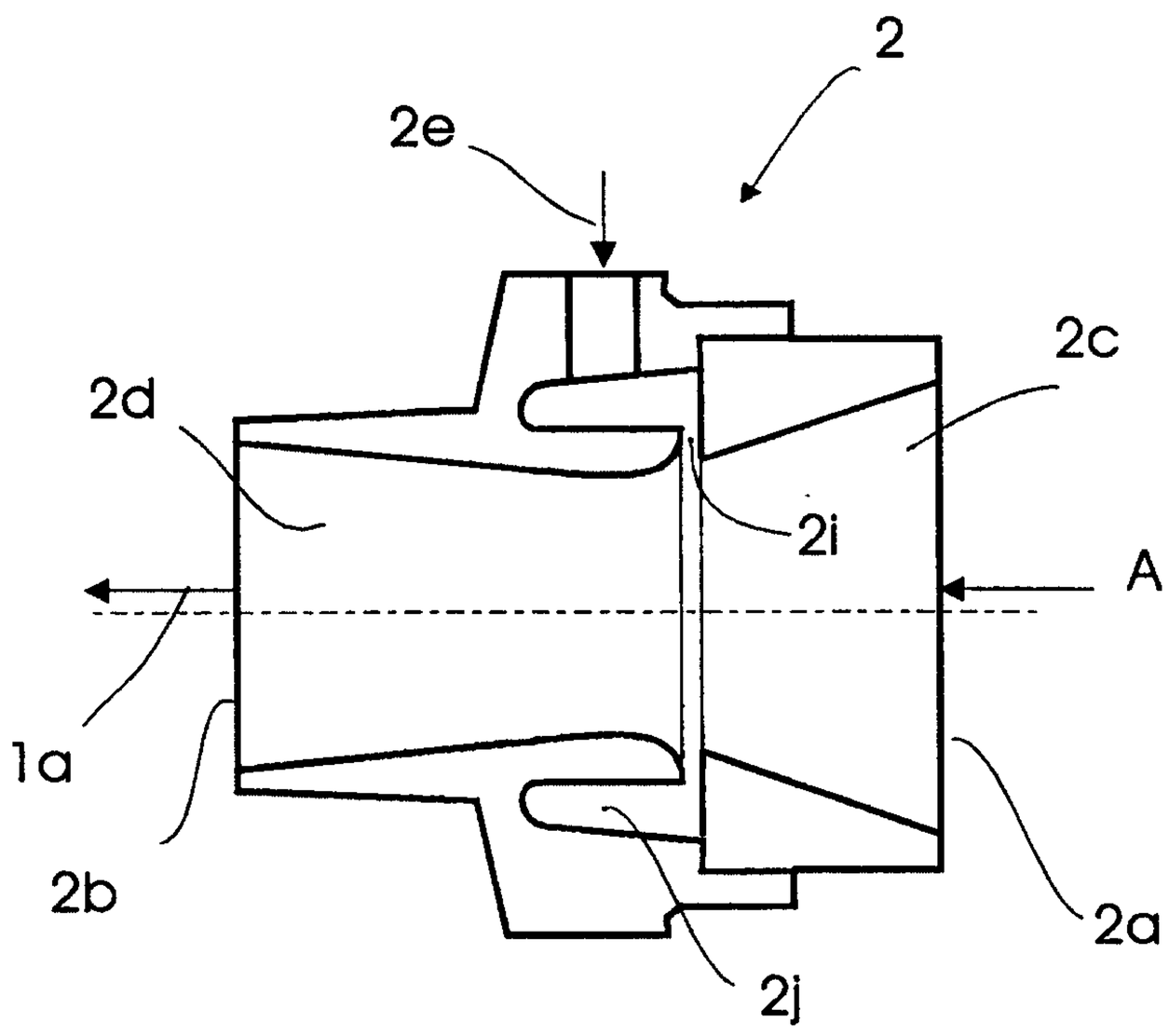


FIG. 2

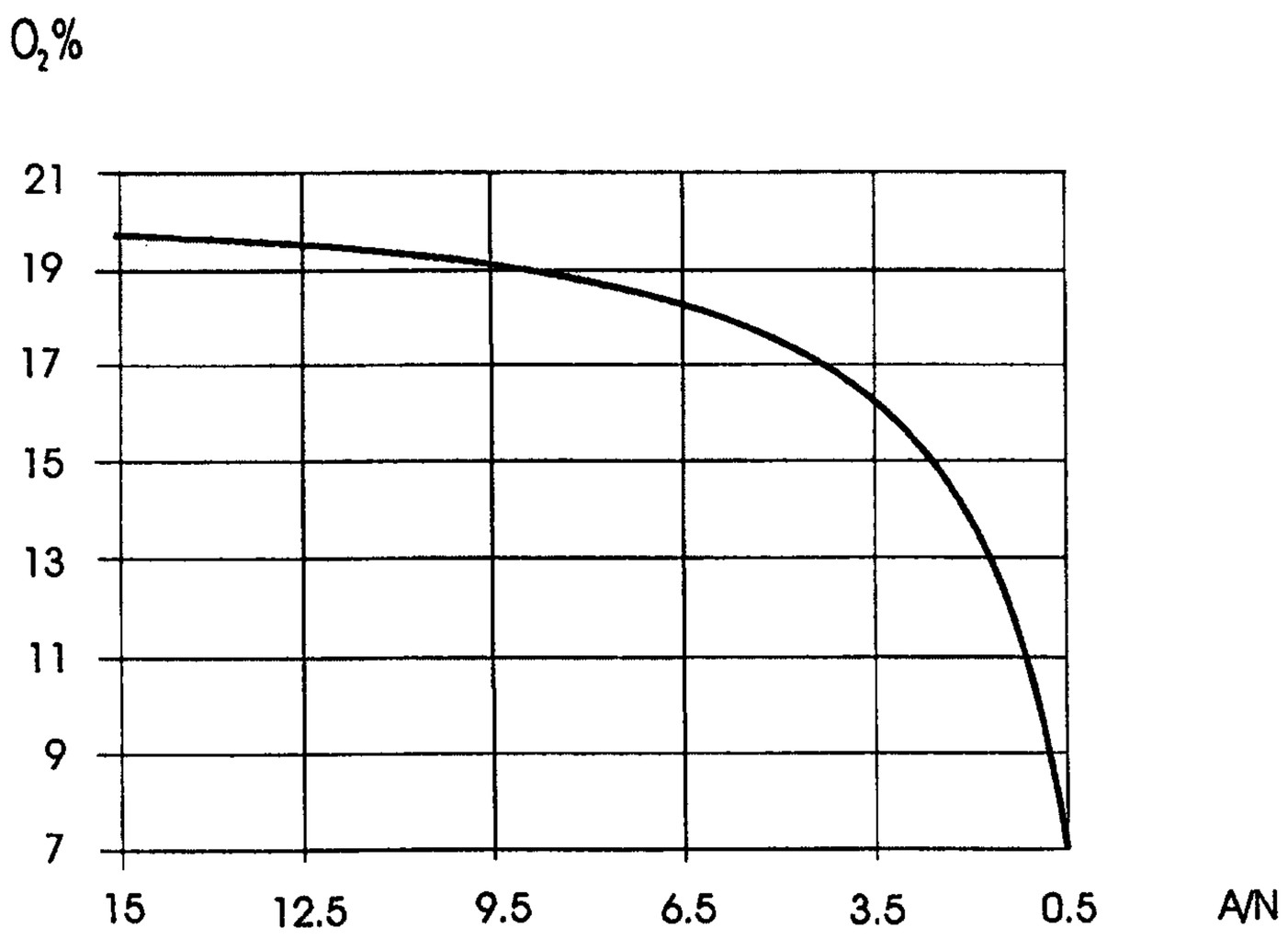


FIG. 3

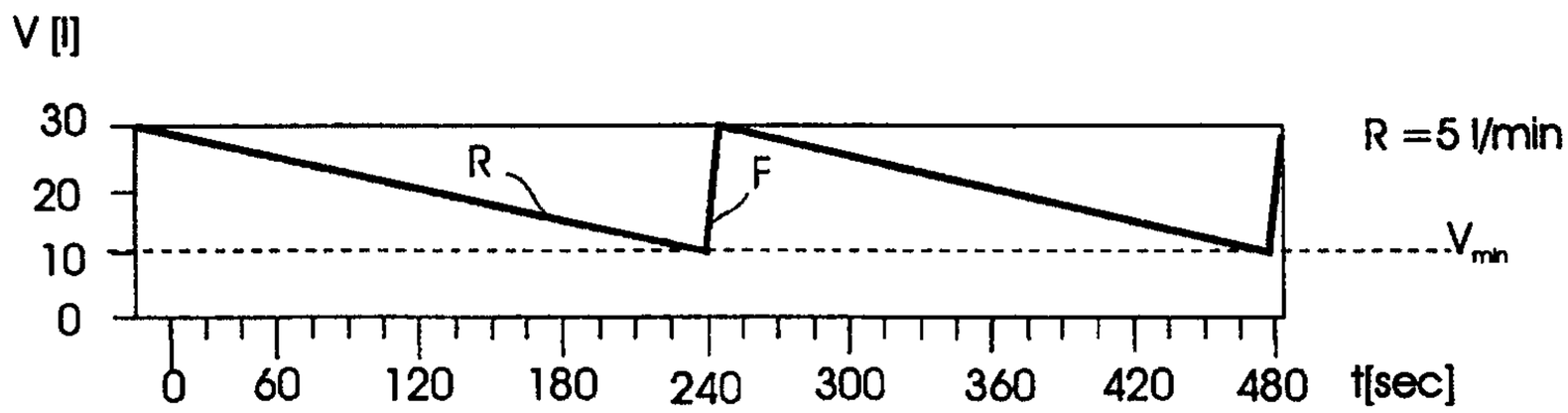


FIG. 4a

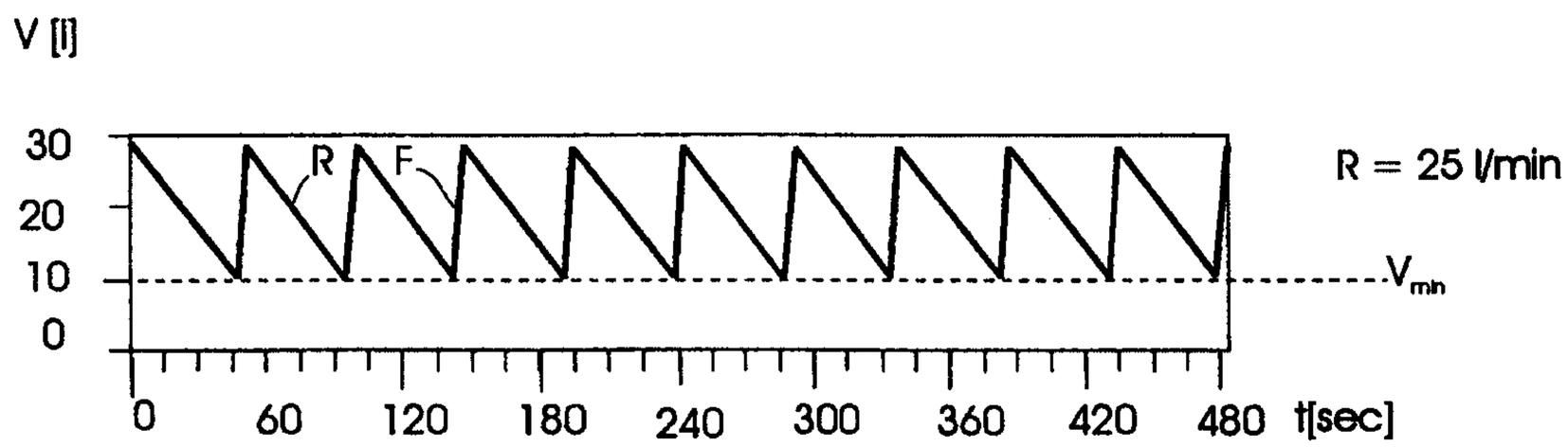


FIG. 4b

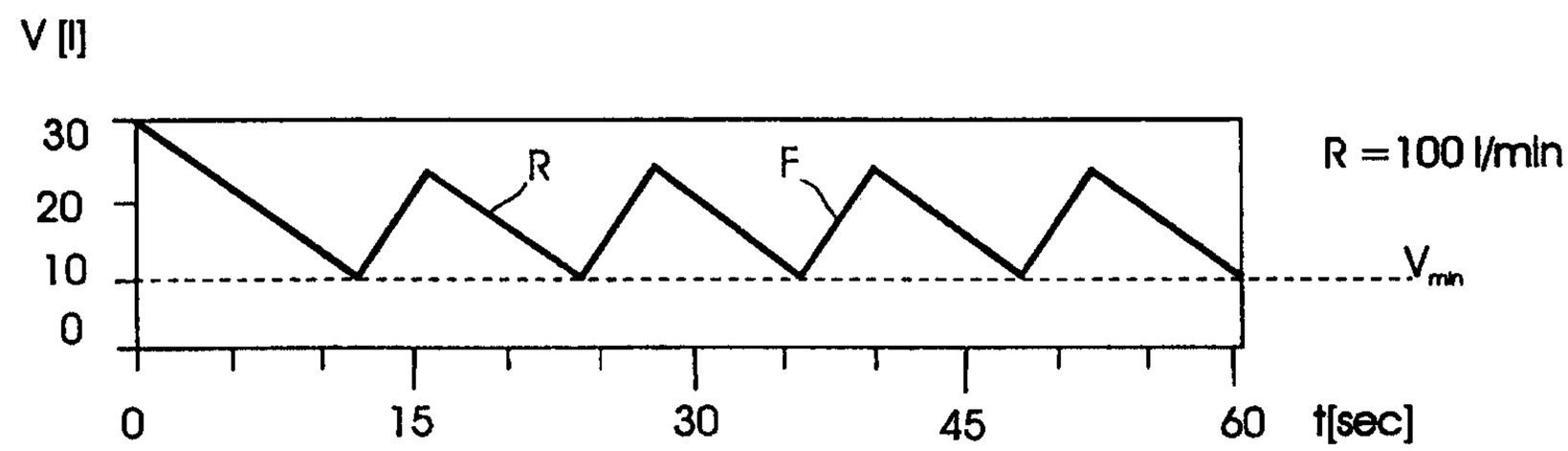


FIG. 4c

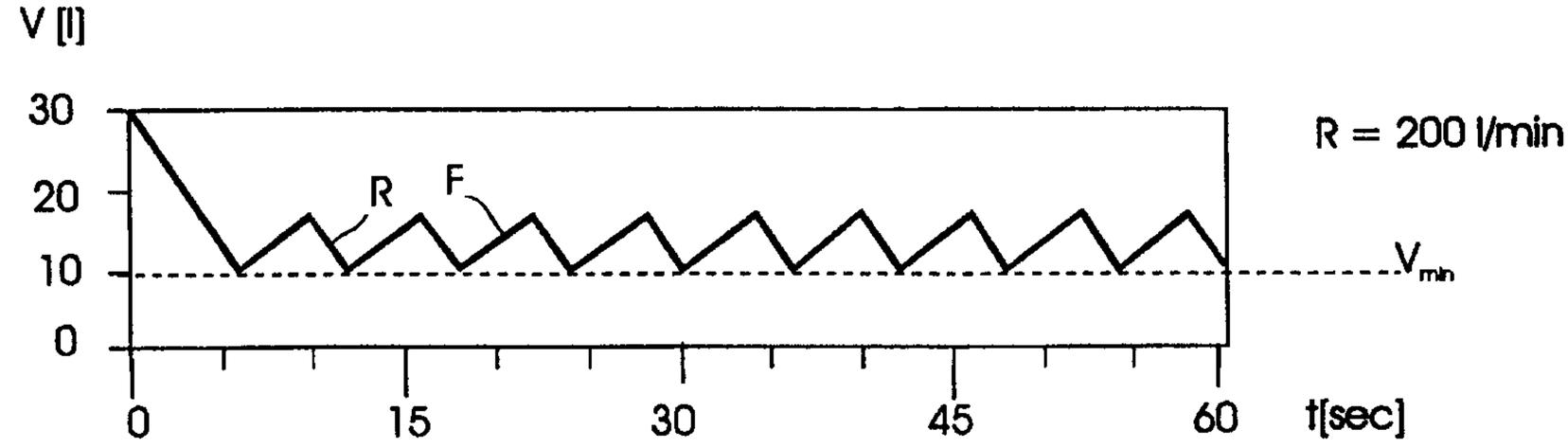
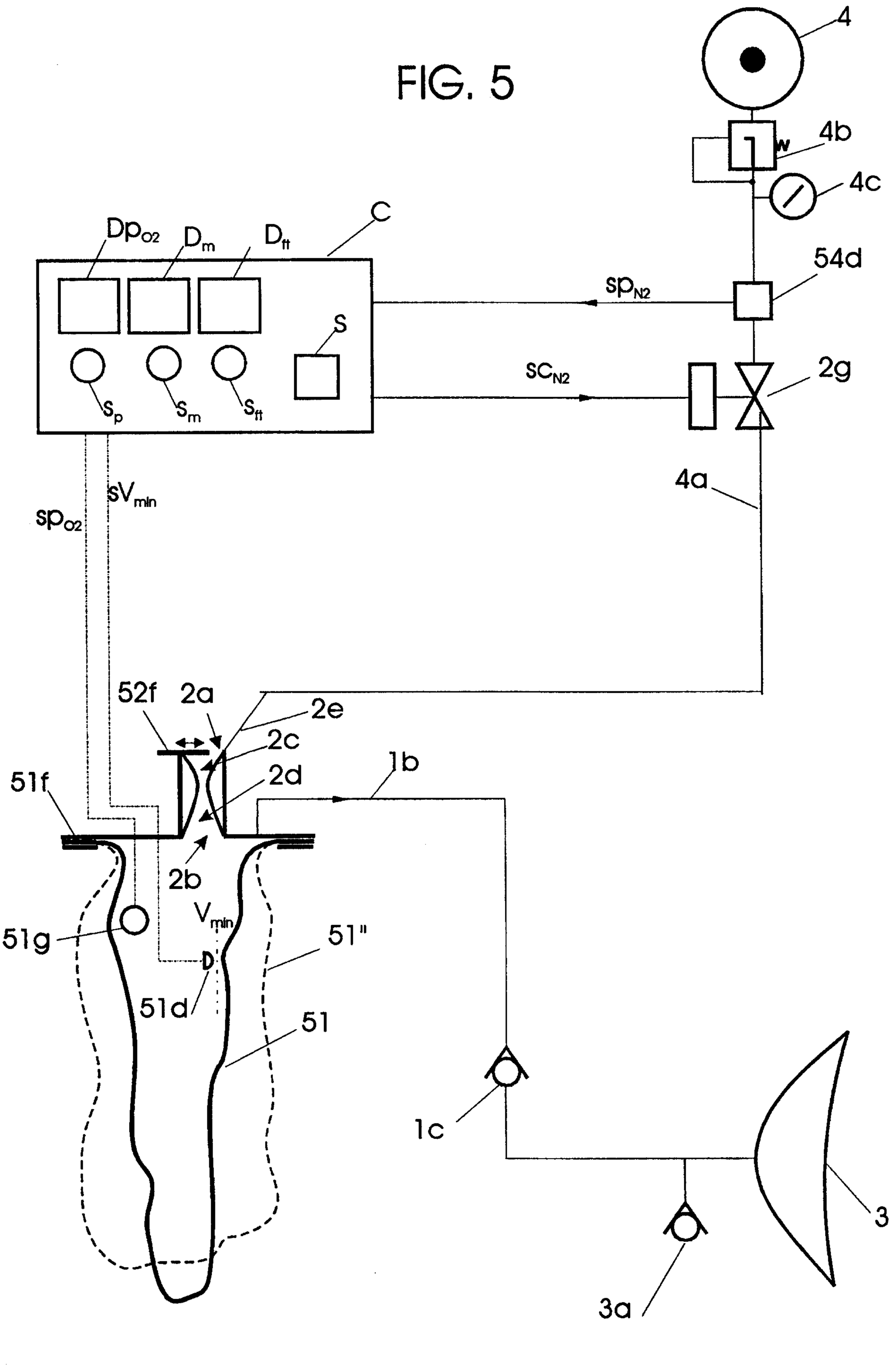
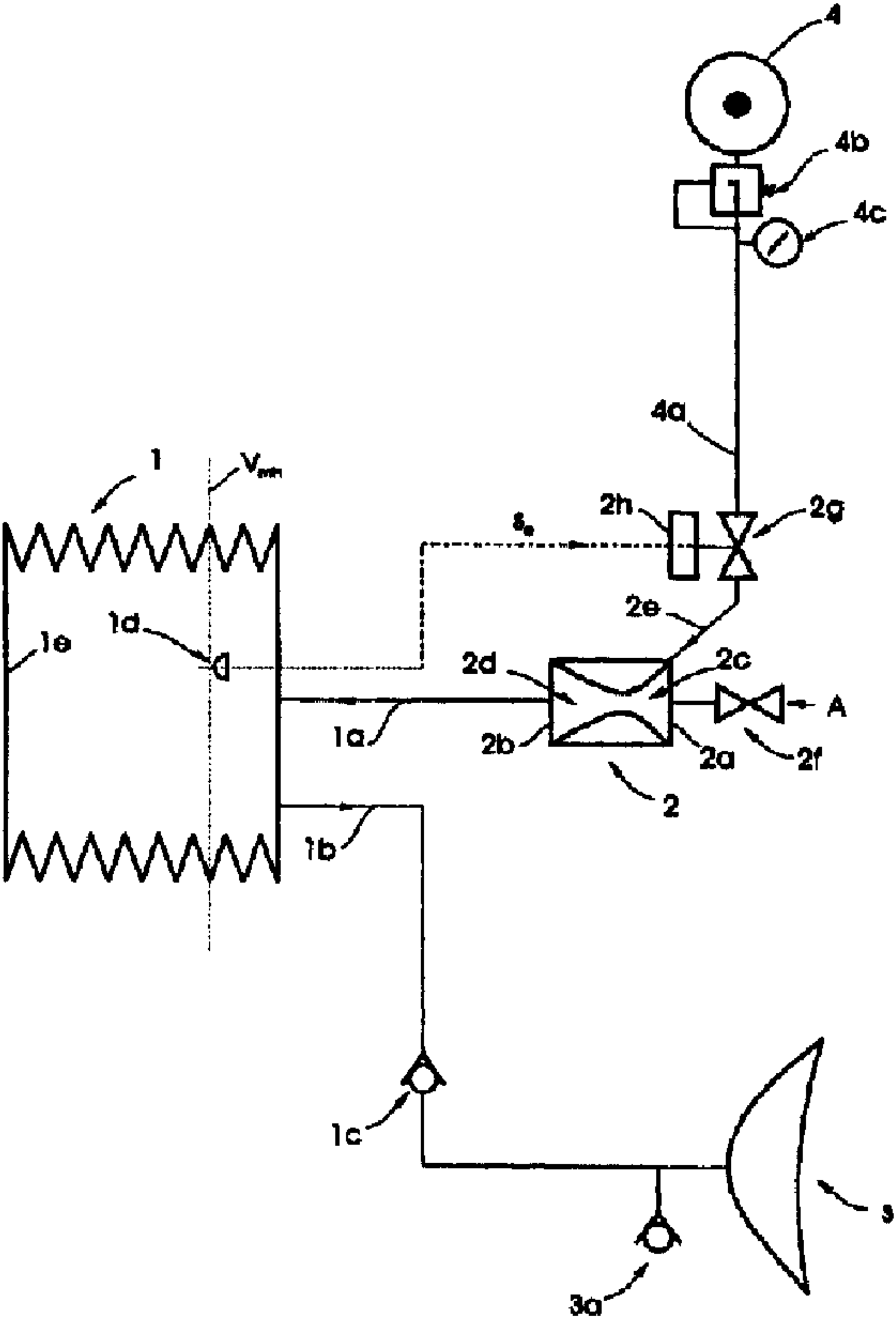


FIG. 4d

FIG. 5


4
4b
w
4c
54d
sp_{N2}
2g
sc_{N2}
4a
C
Dp_{O2}
D_m
D_{ft}
S
S_p
S_m
S_{ft}
sp_{O2}
sV_{mln}
52f
2a
2e
2c
2d
1b
51f
2b
V_{min}
51g
51"
D
51d
51
1c
3
3a


4
4b
4c
4a
2h
2g
s_e
2e
2d
2c
A
2b
2a
2f
2
1
V_{min}
1d
1e
1a
1b
1c
3a
s