(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 148 723***

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **23 04844**

(51) Int Cl[8] : ***A 61 M 16/12*** *(2023.01), A 61 M 16/00*

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 16.05.23.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 22.11.24 Bulletin 24/47.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

( ) **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *INOSYSTEMS SOCIETE ANONYME A CONSEIL D'ADMINISTRATION* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** BOULANGER Thierry, MARCHAL Frédéric, SUTTAH Sylvester et PATEL Akshar.

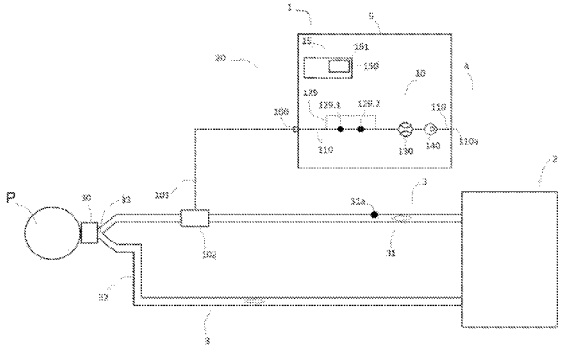
(73) **Titulaire(s) :** INOSYSTEMS SOCIETE ANONYME A CONSEIL D'ADMINISTRATION.

(74) **Mandataire(s) :** L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE.

(54) Appareil de délivrance de NO à capteurs MOS à longue durée de vie.

(57) L'invention concerne un appareil de délivrance de NO (1) à capteurs MOS (129) à longue durée de vie. Il comprend une ligne d'analyse (110) avec des moyens de mesure de NO/NO2 (129) pour opérer des mesures de concentration en NO et/ou en NO2 d'un gaz à administrer à un patient, reliés à des moyens de pilotage (15) permettant de traiter les mesures de concentration en NO et/ou en NO2. Selon l'invention, les moyens de mesure de NO/NO2 (129) comprennent un premier capteur MOS (129.1) à oxyde métallique pour déterminer la concentration en NO et un second (129.2) pour déterminer la concentration en NO2 ou, alternativement, un capteur MOS combiné (129a, 129b) à oxyde métallique pour déterminer la concentration en NO et celle en NO2. Installation de fourniture de gaz (20) comprenant un circuit patient (3), un ventilateur médical (2) et un tel appareil de délivrance de NO (1).

Figure de l'abrégé : Figure 7



FR 3 148 723 - A1

Description

Titre de l'invention : Appareil de délivrance de NO à capteurs MOS à longue durée de vie

[0001] L'invention porte sur un dispositif ou appareil de délivrance de NO, c'est-à-dire un appareil de fourniture d'un gaz contenant du NO, en particulier destiné à être raccordé entre une source de NO gazeux, telle une bouteille de NO sous pression, et le circuit ventilatoire ou circuit patient alimenté en gaz par un ventilateur médical, lequel appareil comprend des moyens analyseur de gaz destinés à être reliés fluidiquement au circuit patient, comprenant un ou plusieurs capteurs MOS non-déplétifs à longue durée de vie.

[0002] Le monoxyde d'azote ou NO, lorsqu'il est inhalé, dilate les vaisseaux pulmonaires et augmente l'oxygénation en améliorant les échanges gazeux. Ces propriétés sont utilisées pour traiter différentes conditions médicales, comme l'Hypertension Artérielle Pulmonaire du Nouveau-né ou PPHN (pour *Persistent Pulmonary Hypertension of the Newborn*), le Syndrome de Détresse Respiratoire Aigüe ou SDRA observé principalement chez l'adulte ou encore les hypertensions pulmonaires (HP) en chirurgie cardiaque chez l'adulte ou l'enfant, comme décrit notamment par EP-A-560928, EP-A-1516639 et US-A-10,201,564.

[0003] Usuellement, une faible quantité de NO gazeux (i.e. quelques ppm vol.), dilué dans de l'azote (N_2) est injectée et diluée dans un flux gazeux contenant de l'oxygène, typiquement au moins 21%vol. environ d'oxygène (O_2), tel un mélange N_2/O_2 ou de l'air, voire de l'oxygène pur (ARDS), qui est véhiculé par le circuit patient d'une installation de fourniture de gaz, et le mélange gazeux final obtenu contenant du NO et de l'oxygène est ensuite inhalé par le patient.

[0004] La concentration de NO finale, qui correspond à une posologie, est déterminée par le médecin ou analogue. En général, elle est comprise entre 1 et 80 ppm en volume (ppmv), typiquement de l'ordre de 10 à 20 ppmv, en fonction de la population traitée, i.e. nouveau-nés, enfants, adolescents ou adultes, et de la maladie à traiter, dans le gaz final $NO/N_2/O_2$ administré par inhalation au patient considéré, c'est-à-dire après injection du mélange NO/N_2 dans le flux de gaz contenant de l'oxygène (i.e. environ >21 %vol.) véhiculé par le circuit patient.

[0005] Le mélange gazeux final $NO/N_2/O_2$ administré au patient est délivré par une interface respiratoire, telle une sonde d'intubation trachéale ou un masque respiratoire, alimentée par le circuit patient véhiculant le flux gazeux auquel elle est raccordé fluidiquement. Le circuit patient est par ailleurs connecté fluidiquement à un dispositif de délivrance de NO et aussi à un ventilateur médical, comme décrit par US-A-5,558,083,

qui l'alimentent en mélange NO/N_2, d'une part, et en gaz contenant de l'oxygène (i.e. environ >21 %vol.), typiquement de l'air ou un mélange O_2/N_2, d'autre part. Le dispositif de délivrance de NO est lui-même fluidiquement connecté à une ou plusieurs sources de NO, telles une ou des bouteilles de gaz, contenant un mélange de N_2/NO dont la concentration en NO est typiquement comprise entre 200 et 2000 ppmv, en général inférieure à 1000 ppmv.

[0006] Le NO étant un agent thérapeutique efficace à très faible concentration (i.e. quelques ppmv ou dizaines de ppmv), il est primordial de s'assurer que son juste dosage dans le flux gazeux final $NO/N_2/O_2$ pour pouvoir, si besoin est, adapter la posologie en NO en fonction de l'état du patient, i.e. amélioration ou aggravation.

[0007] A l'inverse, il est aussi important de s'assurer que le flux gazeux final $NO/N_2/O_2$ ne contient pas ou qu'une quantité négligeable d'espèces toxiques, en particulier de NO_2 résultant d'une oxydation d'une partie du NO par de l'O_2.

[0008] Dès lors, pour garantir une sécurité accrue du patient, l'appareil de délivrance de NO dispose généralement d'une ligne de prélèvement de gaz permettant de prélever une portion du mélange gazeux final destiné au patient, typiquement des doses de gaz de l'ordre de 250 ml/min, au sein du circuit respiratoire véhiculant le flux gazeux final $NO/N_2/O_2$ obtenu par mélange du flux de gaz contenant de l'oxygène provenant du ventilateur médical avec le mélange NO/N_2 provenant de la ou des bouteilles de NO/N_2 et injecté dans le circuit patient par l'appareil de délivrance de NO.

[0009] La ligne de prélèvement de gaz est habituellement raccordée au circuit patient à proximité du patient afin de prélever des échantillons de mélange gazeux ayant une composition identique à ce qui est administré au patient, comme décrit par US2006/207594. Ces échantillons gazeux peuvent ensuite être analysés au sein de l'appareil de délivrance de NO pour vérifier si la composition du flux gazeux final $NO/N_2/O_2$ correspond à celle souhaitée, en particulier pour s'assurer que:

[0010] - la concentration en NO est la plus proche possible de la posologie désirée, par exemple de l'ordre de 10 à 20 ppmv, et

[0011] - la concentration NO_2 est la plus faible possible, typiquement de 0 à 5 ppmv, car le NO_2 est un gaz toxique pouvant entraîner de graves lésions chez le patient, même à faible concentration.

[0012] Par ailleurs, EP2581103 décrit un analyseur de gaz comportant une pompe qui aspire le gaz à analyser pour le mettre en contact avec des capteurs de type électrochimique servant à opérer les mesures de concentration en NO et NO_2. Or, ce type de capteurs à une durée de vie limitée, ce qui oblige à les remplacer fréquemment, typiquement tous les ans, lors d'opérations de maintenance qui immobilisent l'appareil pendant des heures et le rendent indisponible. Ces opérations de maintenant nécessitent en outre l'intervention d'un technicien spécialisé et une fourniture de capteurs neufs, ce qui

engendre des contraintes logistiques et un coût non-négligeable pour l'établissement de santé.

[0013] Partant de là, un problème est d'éviter d'avoir à opérer un remplacement fréquent des capteurs d'un appareil de délivrance de NO servant à vérifier la conformité du mélange gazeux à base de NO devant être administré à un patient de manière à accroitre la disponibilité de l'appareil de délivrance de NO et à limiter les coûts liés.

[0014] Une solution selon l'invention concerne un appareil ou dispositif de délivrance de NO comprenant :

- un circuit principal de gaz pour véhiculer un gaz contenant du NO, en particulier un mélange NO/N_2,
- une ligne d'analyse comprenant des moyens de mesure de NO/NO_2 configurés pour opérer des mesures de concentration en NO et/ou en NO_2 au sein de ladite ligne d'analyse, et
- des moyens de pilotage reliés auxdits moyens de mesure de NO/NO_2, configurés pour traiter les mesures de concentration en NO et/ou en NO_2 opérées par lesdits moyens de mesure de NO/NO_2.

[0015] Selon l'invention, les moyens de mesure de NO/NO_2 comprennent (au moins):

- un premier capteur MOS à oxyde métallique configuré pour déterminer la concentration en NO et un second capteur MOS à oxyde métallique configuré pour déterminer la concentration en NO_2, ou
- un capteur MOS combiné à oxyde métallique configuré pour déterminer la concentration en NO et la concentration en NO_2.

[0016] Selon le mode de réalisation considéré, l'appareil ou dispositif de délivrance de NO de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le premier capteur MOS et le second capteur MOS comprennent chacun une couche sensible comprenant au moins un oxyde métallique, une piste résistive soumise à potentiel électrique et une paire d'électrodes.
- le capteur MOS combiné comprend au moins une couche sensible comprenant au moins un oxyde métallique, une première piste résistive et une seconde piste résistive soumises à potentiel électrique et deux paires d'électrodes.
- la couche sensible comprend au moins un oxyde métallique choisi parmi le dioxyde de titane (TiO_2) et le dioxyde d'étain (SnO_2).
- la couche sensible, la ou les pistes résistives et les électrodes sont agencées sur un substrat isolant.
- le substrat isolant est de type oxyde de silicium.
- le substrat isolant a une forme de plaque
- la ou les pistes résistives a/ont une forme en serpentin ou analogue.
- la ou chaque couche sensible est portée par une première face ou surface du

substrat isolant, par exemple une face supérieure d'une plaque.

- la ou les pistes résistives est/sont portées par une seconde face ou surface du substrat isolant, par exemple une face inférieure d'une plaque.
- la ou les pistes résistives est/sont portées par une seconde face ou surface du substrat isolant opposée à la première face ou surface, en particulier les deux faces opposées d'une plaque.
- la ou les paires d'électrodes sont agencées sur la première face ou surface du substrat isolant.
- la ou les pistes résistives est/sont configurées pour chauffer la ou chaque couche sensible, de préférence à une température d'au moins 300°C.
- la ou les pistes résistives comprennent ou forment une ou des résistances électriques chauffantes.
- les moyens de pilotage sont reliés électriquement auxdits moyens de mesure de NO/NO_2.
- il comprend des moyens d'alimentation électrique fournissant du courant électrique aux électrodes.
- les moyens d'alimentation électrique fournissent en outre du courant électrique aux différents éléments ou composants de l'appareil en ayant besoin pour fonctionner, par exemple aux moyens de pilotage.
- les moyens d'alimentation électrique comprennent un raccordement au secteur (110/220V) et/ou une batterie rechargeable ou autre, et éventuellement un convertisseur de courant.
- les électrodes sont reliées électriquement aux moyens de pilotage.
- les électrodes sont configurées pour mesurer au moins une résistivité de la couche sensible et fournir ladite au moins une résistivité aux moyens de pilotage.
- les moyens de pilotage sont configurées pour déterminer une concentration en NO et/ou NO_2 à partir de ladite au moins une résistivité de la couche sensible déterminée au moyen des électrodes.
- il comprend en outre un dispositif d'aspiration de gaz agencé sur la ligne d'analyse, telle une pompe aspirante.
- il comprend en outre un capteur de débit agencé sur la ligne d'analyse.
- il comprend un afficheur d'informations, commandé par les moyens de pilotage, pour afficher les concentrations, i.e. teneurs, en NO et NO_2.
- l'afficheur d'informations comprend un écran, en particulier l'écran d'une IGU.
- l'afficheur d'informations comprend un écran à dalle tactile.
- l'afficheur d'informations comprend un écran en couleurs ou en noir et blanc.

- l'afficheur d'informations est configuré pour afficher des valeurs de concentrations en NO et NO_2ayant été déterminées par les moyens de pilotage.
- le circuit principal de gaz comprend des moyens de contrôle de débit pour contrôler le débit de gaz dans le circuit principal de gaz.
- le circuit principal de gaz comprend un ou des passages de gaz, tels des conduits de gaz ou analogues.
- le circuit principal de gaz comprend au moins une entrée de gaz par laquelle un mélange NO/N_2 peut entrer dans le circuit principal.
- le circuit principal de gaz comprend au moins une sortie de gaz par laquelle le mélange NO/N_2 peut sortir du circuit principal.
- les moyens de contrôle de débit comprennent au moins une électrovanne.
- les moyens de contrôle de débit sont commandés par les moyens de pilotage pour permettre ou empêcher toute circulation de gaz dans le circuit principal de gaz, en particulier ladite au moins une électrovanne est pilotée par les moyens de pilotage.
- le circuit principal de gaz comprend en outre des moyens de contrôle de pression, en particulier un dispositif détendeur de gaz.
- les moyens de pilotage comprennent au moins un microprocesseur.
- ledit au moins un microprocesseur sont agencés sur au moins une carte électronique.
- les moyens de pilotage comprennent au moins un microprocesseur mettant en œuvre au moins un algorithme.

[0017] Par ailleurs, l'invention concerne aussi une installation de fourniture de gaz comprenant un circuit patient pour véhiculer du gaz, un ventilateur médical et un appareil de délivrance de NO selon l'invention, dans laquelle le ventilateur médical, le circuit principal de gaz et la ligne d'analyse de l'appareil de délivrance de NO sont raccordés fluidiquement audit circuit patient.

[0018] Selon le mode de réalisation considéré, l'installation de fourniture de gaz de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le ventilateur médical est un appareil d'assistance ventilatoire alimentant le circuit patient en un gaz respiratoire contenant de l'oxygène, typiquement au moins 21% vol. environ d'oxygène, en particulier de l'air ou un mélange N_2/O_2.
- l'appareil de délivrance de NO est alimenté en NO, en particulier en un mélange NO/N_2, par une (ou plusieurs) source de gaz contenant du NO gazeux.
- la (ou les) source de gaz contient un mélange NO/N_2 contenant entre 100 et 2000 ppm en volume de NO, le reste étant de l'azote, de préférence moins de

1000 ppm en volume de NO, le reste étant de l'azote.

- préférentiellement, la source de gaz contient un mélange NO/N_2 contenant de 250 à 900 ppm en volume de NO, le reste étant de l'azote, par exemple de l'ordre de 800 ppm en volume de NO, le reste étant de l'azote.
- la (ou les) source de gaz est une bouteille de gaz sous pression.
- le circuit patient comprend une branche inspiratoire et une branche expiratoire.
- le ventilateur médical, le circuit principal de gaz et la ligne d'analyse de l'appareil de délivrance de NO sont raccordés fluidiquement à la branche inspiratoire du circuit patient.
- la branche inspiratoire et la branche expiratoire sont raccordées au niveau d'une pièce de jonction, telle une pièce en Y.
- le circuit patient, en particulier la branche inspiratoire, alimente une interface respiratoire, telle une sonde d'intubation trachéale ou un masque respiratoire.
- un humidificateur de gaz est agencé sur la branche inspiratoire, de préférence en aval du site d'injection du NO gazeux, i.e. du mélange NO/N_2, provenant du circuit principal de gaz de l'appareil de délivrance de NO.
- le circuit patient est raccordée fluidiquement à un port de sortie du ventilateur médical de manière à récupérer et acheminer le gaz contenant de l'oxygène délivré par le ventilateur médical, tel de l'air ou un mélange N_2/O_2.
- la (ou les) bouteille de gaz sous pression contient, lorsqu'elle est pleine, un mélange gazeux NO/N_2 à une pression d'au moins 150 à 200 bar abs, voire d'au moins 250 à 300 bar abs.
- le circuit patient comprend des conduites ou tuyaux servant à acheminer du gaz.
- le circuit patient comprend un capteur de débit relié électriquement aux moyens de pilotage.
- la ligne d'analyse de l'appareil de délivrance de NO est raccordée fluidiquement à la branche inspiratoire du circuit patient en un site de prélèvement de gaz situé en aval du capteur de débit, de préférence en aval de l'humidificateur de gaz.
- le circuit principal de gaz de l'appareil de délivrance de NO est raccordé fluidiquement à la branche inspiratoire du circuit patient, en un site d'injection situé entre le capteur de débit et le site de prélèvement de gaz.
- le circuit principal de gaz de l'appareil de délivrance de NO est raccordé fluidiquement à la branche inspiratoire du circuit patient via une ligne d'injection de gaz.
- la ligne d'analyse de l'appareil de délivrance de NO est raccordée flui-

diquement à la branche inspiratoire du circuit patient via une ligne de prélèvement de gaz.

- la ligne d'analyse de gaz de l'appareil de délivrance de NO comprend un port de sortie communiquant avec l'atmosphère ambiante.
- le raccordement de la ligne de prélèvement au circuit patient se fait au moyen d'un dispositif de raccordement, telle une pièce en T, permettant d'opérer des prélèvements de gaz au sein de la branche inspiratoire du circuit patient afin de vérifier sa composition, i.e. les concentrations en NO et NO_2.
- le dispositif de raccordement est agencé en aval du point d'injection de NO, c'est-à-dire entre le point d'injection de NO et l'interface patient, e.g. une sonde d'intubation trachéale.
- le ventilateur médical alimente le circuit patient en un gaz respiratoire contenant de l'oxygène, typiquement au moins 21% vol. environ d'oxygène, en particulier de l'air ou un mélange N_2/O_2, et l'appareil de délivrance de NO alimente le circuit patient en NO gazeux, en particulier en un mélange NO/N_2, de manière à diluer le NO gazeux (i.e. mélange NO/N_2) dans le flux gaz respiratoire contenant de l'oxygène et obtenir un mélange gazeux final destiné à être administré au patient.
- le mélange gazeux final comprend essentiellement de l'azote (N_2), de l'oxygène (O_2) à une concentration d'au moins 21%vol. environ, et du NO à une teneur comprise entre 1 et 80 ppmv, typiquement de l'ordre de 10 à 20 ppmv correspondant à une posologie souhaitée, i.e. un mélange gazeux $NO/O_2/N_2$.
- le mélange gazeux final comprend éventuellement des espèces NO_2 résultant de l'oxydation d'une partie du NO.

[0019] L'invention va maintenant être mieux comprise grâce à la description détaillée suivante, faite à titre illustratif mais non limitatif, en référence aux figures annexées parmi lesquelles :

[0020] [Fig.1] est une vue schématique partielle d'un appareil de délivrance de NO incluant un analyseur de gaz à capteurs électrochimique selon l'art antérieur.

[0021] [Fig.2] est une vue schématique partielle d'un appareil de délivrance de NO incluant un analyseur de gaz comprenant un capteur particulier selon la présente invention.

[0022] [Fig.3] schématise la structure (vue en coupe) et le fonctionnement d'un capteur à oxyde métallique ou capteur MOS.

[0023] [Fig.4] est une courbe illustrant le rapport de résistivité R_S/R_0 (en ordonnées) en fonction du temps (en abscisses) d'un capteur MOS selon [Fig.3].

[0024] [Fig.5] schématise une installation de fourniture de gaz comprenant un premier mode de réalisation de l'appareil de délivrance de NO selon l'invention comprenant deux

capteurs MOS comme illustrés sur [Fig.3].

[0025] [Fig.6] schématise un mode de réalisation d'un capteur MOS multiple utilisable dans un appareil de délivrance de NO selon l'invention.

[0026] [Fig.7] schématise une installation de fourniture de gaz comprenant un second mode de réalisation de l'appareil de délivrance de NO selon l'invention comprenant le capteur MOS multiple de [Fig.6].

[0027] [Fig.1] schématise un mode de réalisation d'une installation de délivrance de gaz 20 classique comprenant un dispositif de délivrance de NO 1 et un ventilateur médical 2, c'est-à-dire un appareil d'assistance respiratoire délivrant un gaz respiratoire contenant de l'oxygène, servant à délivrer du NO sous forme gazeuse à un patient P à une concentration désirée correspondant à une posologie fixée par un médecin-anesthésiste ou analogue, typiquement entre 1 et 80 ppmv de NO (i.e. ppm en volume).

[0028] Le ventilateur médical 2 délivre un gaz respiratoire contenant de l'oxygène, typiquement au moins 21% d'oxygène (O_2) environ, tel de l'air ou un mélange O_2/N_2, dans un circuit patient 3, en particulier dans une branche inspiratoire 31 dudit circuit patient 3, servant à acheminer et à fournir le gaz respiratoire à un patient P pendant ses phases inspiratoires, c'est-à-dire de fournir une assistance respiratoire au patient P, et à convoyer les gaz expirés par le patient lors de ses phases expiratoires.

[0029] Le circuit patient 3 comprend ici une branche inspiratoire 31 et une branche expiratoire 32 reliées fluidiquement à l'une à l'autre via une pièce de jonction 33, telle une pièce en Y ou similaire, qui est en outre en communication fluidique avec une interface respiratoire 30 permettant de délivrer le gaz au patient P ou bien de collecter les gaz expirés par ledit patient P. L'interface respiratoire 30 peut par exemple être un masque facial, une sonde d'intubation trachéale ou autre, typiquement une sonde d'intubation trachéale.

[0030] Les branches inspiratoire 31 et expiratoire 32 comprennent des conduits, canalisations, tuyaux, passages, tubulures ou similaires, par exemple des tuyaux flexibles en polymère, aptes à et configurés pour convoyer les flux gazeux.

[0031] Le gaz respiratoire circulant dans la branche inspiratoire 31 du circuit patient 3, c'est-à-dire allant du ventilateur mécanique 2 au patient P, est inhalé par le patient P alors que le gaz expiré par ledit patient P, i.e. enrichi en CO_2, est convoyé par la branche expiratoire 32 du circuit patient 3 jusqu'au ventilateur 2 où il est évacué à l'atmosphère via un orifice de mise à l'atmosphère ou analogue.

[0032] Par ailleurs, le dispositif de délivrance de NO 1 est d'architecture et de fonctionnement classiques pour ce qui est de la fourniture de NO. Il comprend (non montrés) un circuit principal de gaz pour véhiculer un gaz contenant du NO, en particulier une ligne interne d'acheminement de gaz, typiquement d'un mélange NO/N_2 comprenant de 100 à 2000 ppmv de NO (reste N_2), typiquement moins de 1000 ppmv.

Des moyens de contrôle du débit, telle une électrovanne, et/ou de la pression du flux gazeux, tel un dispositif détendeur de gaz sont agencés sur le circuit principal de gaz. Les moyens de contrôle du débit sont préférentiellement contrôlés par des moyens de pilotage 15 comprenant un ou des (micro)processeur(s) portés par une (des) carte électronique 150.

[0033] Le mélange NO/N_2 comprenant de 100 à 2000 ppmv de NO (reste N_2) provient généralement d'une ou plusieurs sources de gaz, e.g. une ou des bouteilles de gaz comprimé (non montrées) contenant le mélange gazeux NO/N_2 à une pression pouvant atteindre 150 bar, voire 180 à 200 bar, ou plus.

[0034] Le dispositif de délivrance de NO 1 permet de fournir/d'injecter du NO, typiquement un mélange gazeux NO/azote dans le circuit patient 3 afin qu'il s'y mélange avec le flux de gaz contenant de l'oxygène provenant du ventilateur médical 2. Plus précisément, le mélange NO/azote est convoyé par une ligne d'injection de gaz, tel un conduit ou analogue, et l'injection de NO (i.e. du mélange NO/azote) est réalisée en un site d'injection 31a de la branche inspiratoire 31 du circuit patient 3 de manière à y opérer un mélange (dilution) du mélange NO/azote avec le flux de gaz contenant de l'oxygène (i.e. >21%vol. environ) provenant du ventilateur médical 2, tel de l'air ou un mélange O_2/N_2 et obtenir ainsi un mélange gazeux final $NO/O_2/N_2$.

[0035] Ce mélange gazeux final inhalé par le patient P comprend donc principalement de l'azote (N_2), de l'oxygène (O_2) à une teneur d'au moins 21%vol. environ, et du NO à une teneur comprise entre 1 et 80 ppmv, typiquement de l'ordre de 10 à 20 ppmv correspondant à une posologie souhaitée.

[0036] Du fait de la présence d'O_2 dans le mélange gazeux final $NO/O_2/N_2$, une partie du NO qui s'y trouve va s'oxyder et former des espèces NO_2 toxiques.

[0037] Le gaz devant être inhalé par un patient, il est primordial de s'assurer que la concentration en NO dans le mélange gazeux final correspond bien à la posologie souhaitée par le médecin et que, par ailleurs, la quantité d'espèces NO_2 toxiques soit limitée, typiquement inférieure à 0.5 ppmv.

[0038] Pour ce faire, le dispositif de délivrance de NO 1 de [Fig.1] intègre des moyens d'analyse de gaz 10, c'est-à-dire un analyseur de gaz, permettant de monitorer, i.e. mesurer, les concentrations en NO et NO_2 dans le mélange gazeux final, comme expliqué ci-après.

[0039] Comme déjà dit, l'appareil de délivrance de NO 1 comprend par ailleurs des moyens de pilotage 15 comprenant par exemple une (des) carte de commande électronique 150 et une unité de contrôle 151 à (micro)processeur(s), typiquement un microcontrôleur ou analogue.

[0040] Les moyens de pilotage 15 permettent de contrôler ou commander tous les éléments électromécaniques de l'appareil de délivrance de NO 1. Plus précisément, la carte de

commande électronique 150 intègre préférentiellement l'unité de contrôle 151, i.e. un ou des microprocesseurs, et est configurée pour commander et par ailleurs analyser les signaux provenant des différents composants de l'appareil de délivrance de NO 1, tels que pompe, capteurs…

[0041] On voit sur [Fig.1] que l'analyseur de gaz 10 est agencé dans le boitier 5 ou carcasse externe, par exemple en polymère, de l'appareil de délivrance de NO 1.

[0042] L'analyseur de gaz 10 comprend un port d'entrée 100 agencé du côté extérieur du boitier 5 de l'appareil de délivrance de NO 1, qui est relié fluidiquement à la branche inspiratoire 31 du circuit patient 3, via une ligne de prélèvement de gaz 101.

[0043] Le raccordement de la ligne de prélèvement 101 au circuit patient 3 se fait au moyen d'un dispositif de raccordement 102, tel une pièce en T, permettant d'opérer des prélèvements de gaz au sein de la branche inspiratoire 31 du circuit patient 3 afin de vérifier sa composition, notamment les concentrations en espèces NO et NO_2 qui s'y trouvent.

[0044] Le dispositif de raccordement 102 est agencé en aval du point d'injection 31a de NO, c'est-à-dire entre le point d'injection 31a de NO et l'interface patient 30, e.g. une sonde d'intubation trachéale.

[0045] Le port d'entrée 100 communique fluidiquement avec une ligne d'analyse de gaz 110, agencée dans le boitier 5, au sein de laquelle sont agencés successivement, à partir du port d'entrée 100, un capteur de NO_2 120 et un capteur de NO 121, un capteur de débit 130 et un dispositif d'aspiration de gaz 140, telle une pompe aspirante.

[0046] La ligne d'analyse de gaz 110 se termine en un port de sortie 110a relié à l'atmosphère ambiante A par lequel le gaz est rejeté à l'atmosphère après avoir transité dans la ligne d'analyse de gaz 110 et avoir été mis en contact avec notamment les capteurs de NO_2 120 et de NO 121.

[0047] Selon l'art antérieur, les capteurs de NO_2 120 et NO 121 sont de type électrochimique, par exemple disponibles auprès de la société Honeywell®, alors que le capteur de débit 130, qui mesure le débit circulant dans la ligne d'analyse, est préférentiellement de type massique, par exemple disponible auprès de la société Sensirion®.

[0048] Enfin, la pompe aspirante 140 est préférentiellement de type à diaphragme. Elle permet de faire circuler le gaz en créant un débit ou flux gazeux dans la ligne d'analyse de gaz 110, comme expliqué ci-après. Une telle pompe est disponible auprès de fabricants comme Parker® ou Thomas®.

[0049] Comme déjà dit, les moyens de pilotage 15 sont en mesure de commander les différents éléments de l'analyseur de gaz 10, i.e. capteurs et pompes, et par ailleurs d'analyser les signaux provenant de tout ou partie de ces différents éléments de l'analyseur de gaz 10, notamment les mesures de débit et de concentration en NO_2 et NO.

[0050] Ainsi, les moyens de pilotage 15 commandent la pompe 140 afin d'aspirer, i.e. de prélever, une partie du gaz à analyser provenant du circuit patient 3 et transitant par la ligne de prélèvement 101 qui est reliée fluidiquement à la branche inspiratoire 31.

[0051] De préférence, les moyens de pilotage 15 commandent, i.e. pilotent, la pompe 140 afin que le débit circulant dans la ligne d'analyse de gaz 110 soit maintenu constant et égal à un débit cible donné, par exemple à 250 ml/min environ. Ce pilotage de la pompe 140 est opéré à partir des mesures de débit opérées par le capteur de débit 130 et comprend un ajustage, de préférence en permanence, de la commande de la pompe 140 dans le but d'obtenir le débit cible désiré.

[0052] L'alimentation électrique de l'appareil de délivrance de NO 1, en particulier des moyens de pilotage 15, des moyens d'analyse de gaz 10 (i.e. les capteurs 120, 121, 130), de la pompe 140, est assurée par une source de courant électrique et/ou des moyens d'alimentation électrique (non montrés), par exemple une liaison au courant du secteur (110/220V) de type cordon électrique et prise de raccordement, et/ou une (ou des) batterie d'alimentation électrique, de préférence rechargeable, et/ou un transformateur de courant.

[0053] Le mélange gazeux prélevé dans la branche inspiratoire 31 du circuit patient 3, qui correspond au mélange gazeux final inhalé par le patient P, et circulant dans la ligne d'analyse de gaz 110 comprend de l'azote (N_2), de l'oxygène (O_2) en une teneur d'au moins 21%vol. environ, et du NO à une teneur typiquement comprise entre 1 et 80 ppmv, ainsi que des impuretés NO_2 éventuelles pouvant avoir été formées par oxydation d'une partie du NO par de l'oxygène.

[0054] Le flux de gaz à analyser qui circule dans la ligne d'analyse de gaz 110, est mis en contact avec les capteurs de NO_2 120 et de NO 121, lesquels vont alors opérer une mesure de la concentration en NO_2 et en NO du flux gazeux et fournir ces mesures aux moyens de pilotage 15 qui vont alors les restituer à l'utilisateur, tel un médecin ou un autre personnel soignant, en commandant leur affichage sur un afficheur d'informations (non montré), tel un écran, de l'interface graphique utilisateur (IGU) de l'appareil de délivrance de NO 1.

[0055] Bien entendu, si besoin, les moyens de pilotage 15 peuvent aussi traiter les mesures de NO et NO_2 avant de commander leur affichage, en particulier réaliser une compensation de ces valeurs pour tenir compte de facteurs environnementaux pouvant influencer les mesures, telle la pression atmosphérique, la température et/ou l'humidité, auxquels le mélange gazeux a pu être soumis.

[0056] Dans tous les cas, comme indiqué, les capteurs de NO_2 120 et de NO 121 sont ici de type électrochimique. De tels capteurs engendrent des problèmes et inconvénients liés au fait de devoir être remplacés fréquemment, comme expliqué ci-avant.

[0057] [Fig.2] est une vue schématique partielle d'un appareil de délivrance de NO 1

comprenant un analyseur de gaz 10 incluant un capteur unique particulier, ne nécessitant pas un remplacement fréquent comme les capteurs 120, 121 de l'appareil de délivrance de NO 1 de [Fig.1]. L'architecture et le fonctionnement de l'appareil de délivrance de NO 1 de [Fig.2] sont identiques à ceux de l'appareil de [Fig.1] qui sont décrits ci-avant et ne sont pas détaillés ci-après pour éviter des répétitions inutiles, à l'exception des moyens de mesure (i.e. capteur) de l'analyseur 10 qui sont expliqués ci-après.

[0058] Plus précisément, dans le cadre de la présente invention, les capteurs de NO_2 120 et de NO 121 de l'appareil de [Fig.1] ont été remplacés dans l'appareil de [Fig.2] par un capteur de NO_X 129 unique configuré pour mesurer les concentrations en NO et en NO_2 dans le flux gazeux et, comme précédemment, de fournir ces mesures aux moyens de pilotage 15, i.e. les concentrations en NO et en NO_2 mesurées.

[0059] Pour ce faire, le capteur NO_X 129 unique qui a été utilisé dans un premier temps est de type à oxyde métallique ou « capteur MOS » (pour *Metal Oxide Sensor* an anglais).

[0060] En effet, les capteurs MOS sont non-déplétifs par nature, c'est-à-dire qu'ils ont une durée d'opération élevée, typiquement de plusieurs années, typiquement d'au moins 5 années, et présentent une bonne sensibilité aux composés de type NO_X (i.e. NO, NO_2 …), tout en étant de coût limité. A titre d'exemple de capteur MOS, on peut citer celui disponible sous la référence MICS-2714 auprès de la société SGX Sensortech®, lequel présente une sensibilité pour le NO_2 jusqu'à 10 ppmv.

[0061] La structure et le principe de fonctionnement d'un tel capteur MOS sont schématisés en [Fig.3]. Comme on le voit (vue en coupe), un capteur MOS simple comprend une couche de substrat isolant S10, tel que de l'oxyde de silicium, sur une face, telle sa face supérieure, supportant une couche sensible S12 à base d'oxyde métallique semi-conducteur, par exemple TiO_2 ou SnO_2, portée à une température donnée, par exemple de l'ordre de 350°C, par le biais d'une piste résistive S14 (e.g. forme en serpentin ou analogue), c'est-à-dire une résistance chauffante, portée par l'autre face du substrat S10, telle sa face inférieure, et consommant une puissance électrique de 10 à 40 mW par exemple.

[0062] Le choix du matériau de la couche sensible S12, c'est-à-dire de l'oxyde semi-conducteur, est fonction de la nature du ou des espèces gazeuses à mesurer, à savoir ici NO ou NO_2.

[0063] La résistivité de la couche sensible S12 varie en fonction de la concentration de molécules de gaz adsorbées par la couche d'oxyde métallique semi-conducteur. Pour mesurer cette résistivité, on agence deux électrodes S1 et S2, en contact électrique avec la couche sensible S12, auxquelles on applique, là encore, un potentiel électrique, par exemple de l'ordre de 3.3 V.

[0064] D'une façon générale, la réponse de ce type de capteur MOS simple aux composés à

mesurer est exprimée par un rapport de résistivité R_S/R_0, à savoir ici des composés type NO_X considérés, i.e. NO, NO_2, où :

- R_0 est la résistivité mesurée de la couche sensible S12 lorsqu'aucun des composés cibles n'est présent, à savoir NO et NO_2,
- R_S est la résistivité mesurée sur la couche sensible S12 en présence du ou des composés cibles.

[0065] En fonction des caractéristiques du capteur MOS, il est possible de corréler le rapport de résistivité à une (des) concentration en NOx, c'est-à-dire ici en NO et NO_2, présents dans le flux analysé.

[0066] Ainsi, comme on le voit en [Fig.4], un tel capteur MOS répond à une concentration donnée en NO_2, en voyant son rapport de résistivité Rs/R_0 varier ici de 0.1 à 100 entre 0 et 10 ppm de NO_2.

[0067] Cependant, on constate aussi que la présence de NO est de nature à modifier ce rapport de résistivité Rs/R_0 puisque pour des teneurs en NO comprises entre environ 0.1 et 2 ppmv, le rapport de résistivité varie peu, à savoir qu'il reste compris entre 0,8 et 1 environ. Un effet significatif sur le rapport de résistivité n'est en fait notable qu'à partir d'environ 1 ppmv de NO et au-delà. Autrement dit, plus la concentration en NO dans le mélange gazeux est importante, plus l'effet sur le rapport de résistivité Rs/R_0 est accentué.

[0068] Ceci implique qu'un capteur MOS simple classique ne permet pas de discriminer efficacement le NO du NO_2 présentsdans le flux de gaz provenant du circuit patient 3 du fait de l'effet plus ou moins accentué de la concentration en NO sur le rapport de résistivité.

[0069] Partant de là, pour permettre de discriminer efficacement le NO du NO_2 présentsdans le flux de gaz provenant du circuit patient 3, selon un premier mode de réalisation de l'invention illustré en [Fig.5], on met en œuvre (au moins) deux capteurs MOS 129.1, 129.2 juxtaposés ou adjacents, indépendants l'un de l'autre de manière à être aptes à réaliser des mesures différentes, par exemple deux capteurs MOS identiques référencés MICS-2714, qui sont reliés aux moyens de pilotage 15 et commandés de façon indépendante et différente par ces derniers de manière à présenter une réponse spécifique à des concentrations en NO et en NO_2.

[0070] Dans ce cas, l'un 129.1 des capteurs MOS 129.1, 129.2 est configuré pour détecter spécifiquement le NO_2, c'est-à-dire dédié à la détection et mesure du NO_2, alors que l'autre 129.2 est configuré pour détecter spécifiquement le NO, c'est-à-dire dédié à la détection et mesure du NO, via des mesures de résistivité spécifiques de leurs couches sensibles S12. En effet, la résistivité de la couche sensible S12 de ces capteurs MOS 129.1, 129.2 va varier en fonction de la quantité de molécules de NO ou de NO_2 adsorbées par la couche d'oxyde semi-conducteur de la couche sensible considérée et

par ailleurs en fonction des paramètres de la commande opérée par les moyens de pilotage 15, en particulier la puissance électrique fournie et la tension appliquée.

[0071] Autrement dit, selon ce premier mode de réalisation, pour mesurer les résistivités différentes des deux capteurs MOS 129.1, 129.2, typiquement agencés juxtaposés ou adjacents, on utilise deux électrodes dédiées à chaque capteur MOS 129.1, 129.2, lesquelles électrodes sont reliées aux moyens de pilotage 15 et manière à leur transmettre les mesures de résistivité réalisées, qui y sont traitées et corrélées aux espèces NO et NO_2 à quantifier.

[0072] Les teneurs respectives en NO et NO_2 ainsi déterminées peuvent ensuite être affichées comme précédemment sur un afficheur de l'appareil 1, tel un écran d'affichage.

[0073] Toutefois, afin d'améliorer encore la précision de détermination des concentrations en NO et NO_2, il est préférable d'exploiter des données, i.e. des mesures, opérées par un seul capteur MOS 129 ayant une unique couche sensible plutôt que deux capteurs MOS 129.1, 129.2 ayant deux couches séparées pouvant vieillir de façon indépendante/différente, en modifiant alors leur réponse et en engendrant potentiellement une erreur de mesure.

[0074] Dès lors, selon un deuxième mode de réalisation de l'invention illustré en [Fig.7], on a agencé dans l'appareil de fourniture de NO 1, un capteur MOS 129 dit « multiple » ou « combiné », tel qu'illustré en [Fig.6], présentant une architecture légèrement différente de celle du capteur MOS simple illustré sur [Fig.3].

[0075] Plus précisément, un tel capteur MOS multiple ou combiné 129 comprend plusieurs portions différentes adjacentes, aussi appelées quadrants, possédant chacune sa propre piste résistive S14, S15 formée d'un oxyde semi-conducteur donné, qui peut être identique ou différent d'une portion à l'autre, et des électrodes associées. Chaque quadrant ou piste résistive du capteur MOS 129 peut être porté à différentes températures ou soumis à différents potentiels, de sorte que la réponse d'un quadrant donné à un mélange de gaz contenant du NO et du NO_2 peut présenter une sensitivité différente, i.e. une affinité différente, à une même molécule, i.e. NO ou NO_2.

[0076] Autrement dit, un tel capteur MOS multiple 129 combine plusieurs « capteurs » 129a, 129b différents, aussi appelés « sous-capteurs », sur une même couche sensible, tel que schématisé en [Fig.5]. Un exemple de capteur MOS multiple ou combiné est donné par WO2015049445.

[0077] Ainsi, on voit sur [Fig.6] que le capteur MOS multiple 129 ; 129.1, 129.2 se distingue du capteur MOS simple 129 de [Fig.3] par le fait que, sur le substrat S10 qui comprend la couche sensible S12 et la première piste résistive S14, est agencée une seconde couche résistive S15 ainsi qu'un second jeu d'électrodes S3, S4 associé à cette seconde couche résistive S15.

[0078] On obtient alors 2 « capteurs » distincts 129.1, 129.2, à savoir un premier capteur 129a et second capteur 129b, formant alors le capteur MOS multiple 129, c'est-à-dire un capteur combiné à NOx, i.e. à NO et NO_2, lesquels sont agencés comme précédemment dans l'analyseur de gaz 10 de l'appareil de délivrance de NO 1, comme schématisé en [Fig.7].

[0079] Bien entendu, il pourrait inclure un ou plusieurs quadrants ou pistes supplémentaires, c'est-à-dire comprendre 3 ou plus « capteurs » dédiés ou « sous-capteurs ».

[0080] En considérant que les deux « sous-capteurs » 129a, 129b du capteur MOS multiple 129 sont soumis, via les moyens de pilotage 15, à des potentiels électriques variables modifiant leur réponse à la présence de NO et de NO_2, on obtient par exemple pour les rapports de résistivité R1 et R2, les équations suivantes :

[0081] $$R1 = R_{S1}/R_{01} = \alpha 1[NO] + \beta 1[NO2]$$

[0082] $$R2 = R_{S2}/R_{02} = \alpha 2[NO] + \beta 2[NO2]$$

[0083] où :

- R_{S1} est la résistivité mesurée sur le premier capteur 129a.
- R_{S2} est la résistivité mesurée sur le second capteur 129b.
- R_{01} est la valeur nominale du premier capteur 129a.
- R_{02} est la valeur nominale du second capteur 129b.
- [NO] est la concentration en NO à déterminer.
- [NO_2] est la concentration en NO_2 à déterminer.
- $\alpha 1$, $\alpha 2$, $\beta 1$, $\beta 2$ sont des constantes sans dimension.

[0084] Dans ces équations :

- R_{S1}, R_{S2}, R_{01} et R_{02}sont connus, donc R1 et R2 sont connus.
- $\alpha 1$, $\alpha 2$, $\beta 1$, $\beta 2$ sont connus et dépendent des potentiels appliqués par les moyens de pilotage 15 sur les capteurs 129a, 129b. Ils représentent une sensitivité différente des capteurs 129a, 129b aux concentrations en [NO] et [NO_2] inconnues à mesurer.

[0085] On obtient alors :

[0086] $$[NO] = \frac{\beta 2.R1 - \beta 1.R2}{\alpha 1.\beta 2 - \beta 1.\alpha 2}$$

[0087] $$[NO2] = \frac{\alpha 1.R2 - \alpha 2.R1}{\alpha 1.\beta 2 - \beta 1.\alpha 2}$$

[0088] Les moyens de pilotage 15 de l'appareil de délivrance de NO 1 peuvent alors déterminer les concentrations en NO et en NO_2 à partir des rapports de résistivité R1 et R2 obtenues via les deux « sous-capteurs » 129a, 129b du capteur MOS multiple 129 agencé dans la ligne d'analyse de gaz 110, et ensuite les afficher sur l'interface graphique, après éventuellement avoir opéré une ou des compensations de la pression atmosphérique via le capteur barométrique 125.

[0089] Bien entendu, si besoin est, les moyens de pilotage 15 peuvent aussi réaliser au

préalable une compensation des valeurs retournées par le capteur MOS multiple 129 en fonction de facteurs environnementaux influençant la mesure, telle la pression atmosphérique, la température et/ou l'humidité du gaz.

[0090] Grâce à l'utilisation d'un ou plusieurs capteurs de type MOS 129 ; 129.1, 129.2 pour mesurer les concentrations en NO et NO_2, c'est-à-dire d'une technologie non déplétive ne requérant pas de remplacement de capteur de façon régulière, e.g. annuelle, on limite l'immobilisation de l'appareil de délivrance de NO 1 et notamment les coûts associés aux opérations de maintenance régulière.

Revendications

[Revendication 1] Appareil de délivrance de NO (1) comprenant :

- un circuit principal de gaz pour véhiculer un gaz contenant du NO,
- une ligne d'analyse (110) comprenant des moyens de mesure de NO/NO_2 (129) configurés pour opérer des mesures de concentration en NO et/ou en NO_2 au sein de ladite ligne d'analyse (110), et
- des moyens de pilotage (15) reliés auxdits moyens de mesure de NO/NO_2 (129), configurés pour traiter les mesures de concentration en NO et/ou en NO_2 opérées par lesdits moyens de mesure de NO/NO_2 (129),

caractérisé en ce que les moyens de mesure de NO/NO_2 (129) comprennent :

- un premier capteur MOS (129.1) à oxyde métallique configuré pour déterminer la concentration en NO et un second capteur MOS (129.2) à oxyde métallique configuré pour déterminer la concentration en NO_2,

ou

- un capteur MOS combiné (129a, 129b) à oxyde métallique configuré pour déterminer la concentration en NO et la concentration en NO_2.

[Revendication 2] Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier capteur MOS (129.1) et le second capteur MOS (129.2) comprennent chacun une couche sensible (S12) comprenant au moins un oxyde métallique, une piste résistive (S14) soumise à potentiel électrique et une paire d'électrodes (S1, S2).

[Revendication 3] Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que le capteur MOS combiné (129a, 129b) comprend au moins : une couche sensible (S12) comprenant au moins un oxyde métallique, une première piste résistive (S14) et une seconde piste résistive (S15) soumises à potentiel électrique et deux paires d'électrodes (S1, S2 ; S3, S4).

[Revendication 4] Appareil selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que la couche sensible (S12), la ou les pistes résistives (S14, S15) et les électrodes (S1-S4) sont agencées sur un substrat isolant (S10).

[Revendication 5] Appareil selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que les électrodes (S1, S2 ; S3, S4) sont reliées électriquement aux moyens de pilotage 15).

[Revendication 6] Appareil selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que les électrodes (S1, S2 ; S3, S4) sont configurées pour mesurer au moins une résistivité de la couche sensible (S12) et fournir ladite au moins une résistivité aux moyens de pilotage (15).

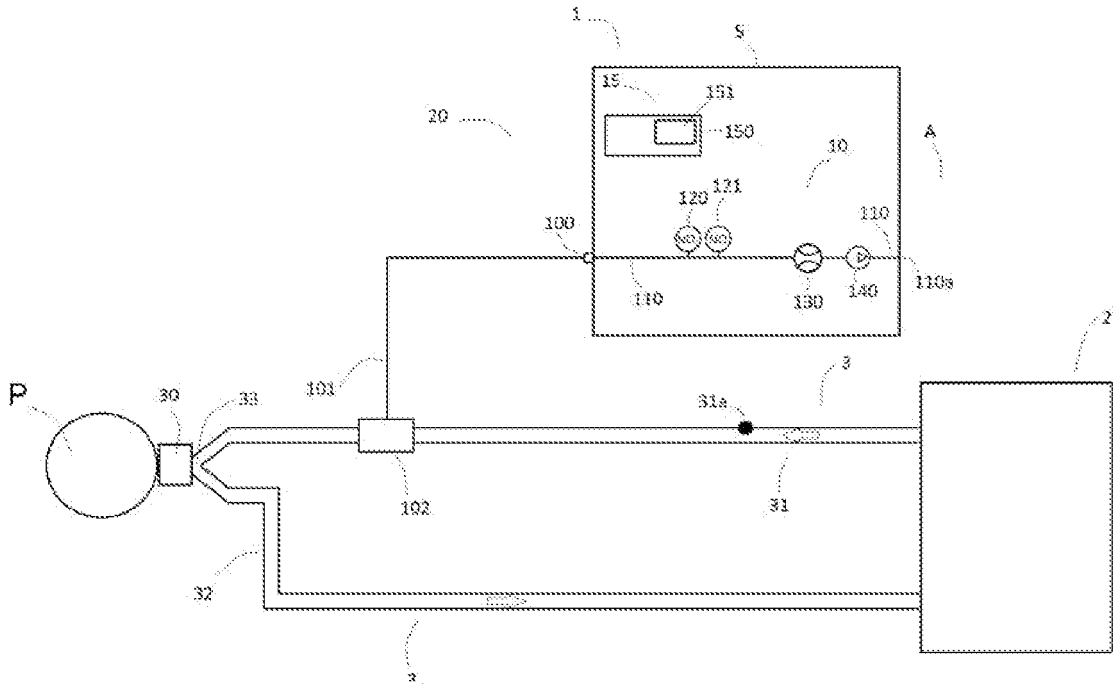
[Revendication 7] Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que les moyens de pilotage (15) sont configurées pour déterminer une concentration en NO et/ou NO_2 à partir de ladite au moins une résistivité de la couche sensible (S12) déterminée au moyen des électrodes (S1, S2 ; S3, S4).

[Revendication 8] Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un dispositif d'aspiration de gaz (140) et/ou un capteur de débit (130) agencés sur la ligne d'analyse (110).

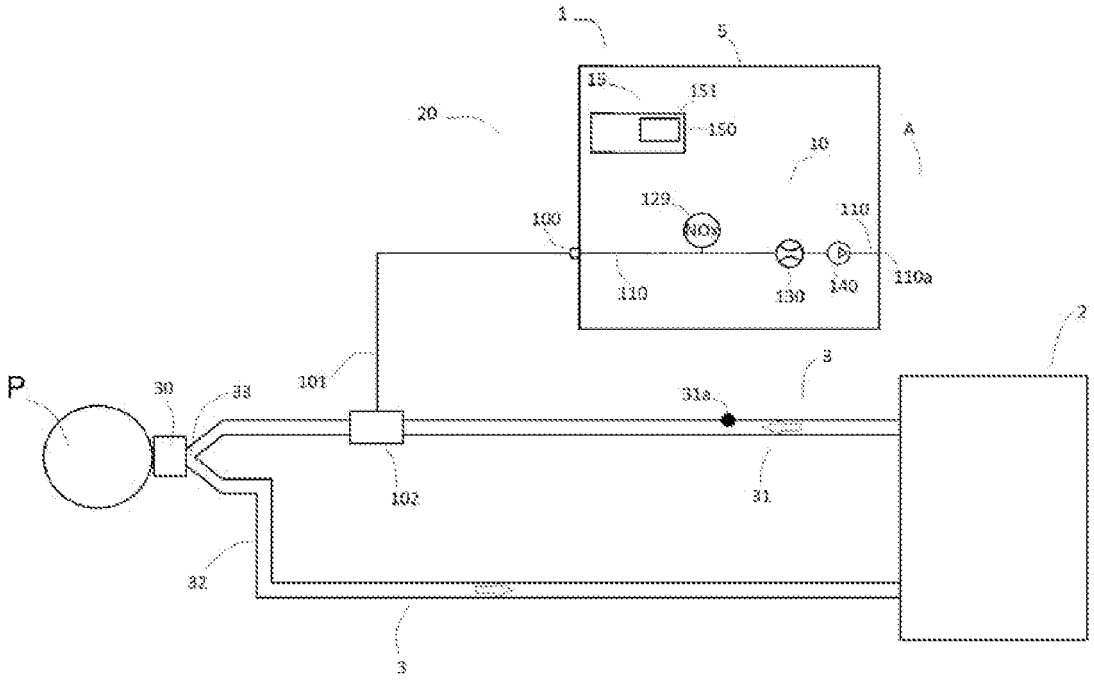
[Revendication 9] Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un afficheur d'informations, commandé par les moyens de pilotage (15), pour afficher les teneurs en NO et NO_2.

[Revendication 10] Installation de fourniture de gaz (20) comprenant un circuit patient (3) pour véhiculer du gaz, un ventilateur médical (2) et un appareil de délivrance de NO (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le ventilateur médical (2), le circuit principal de gaz et la ligne d'analyse (110) de l'appareil de délivrance de NO (1) sont raccordés fluidiquement audit circuit patient (3).

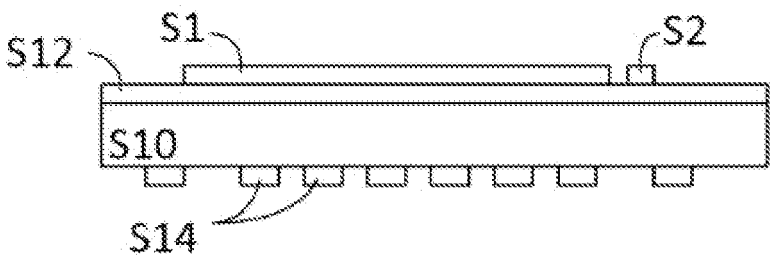
[Fig. 1]



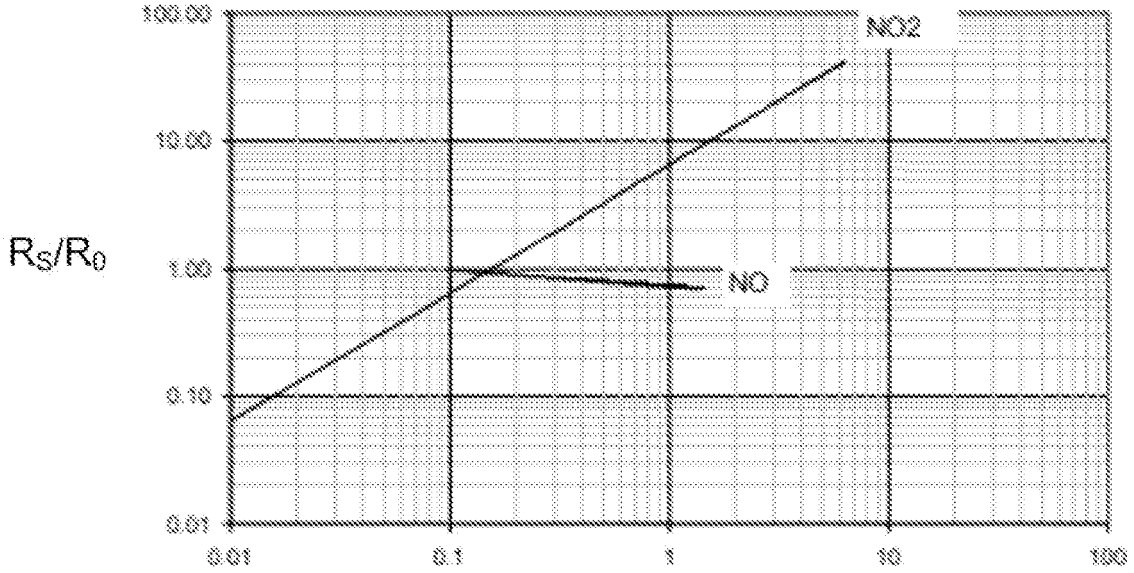
[Fig. 2]



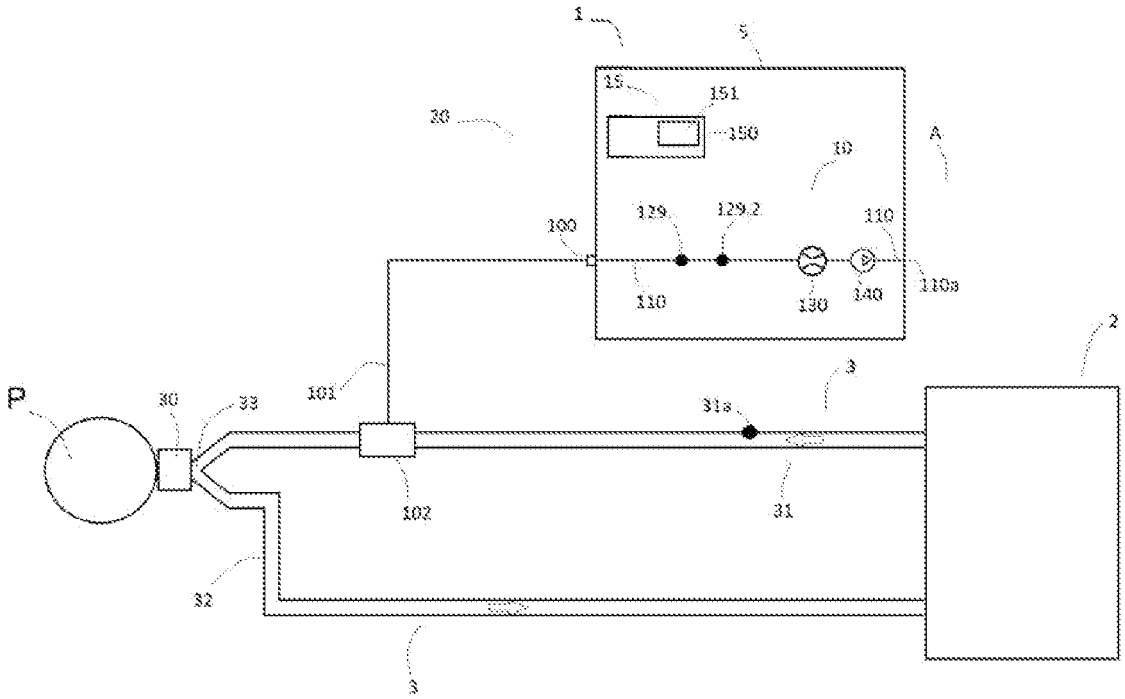
[Fig. 3]



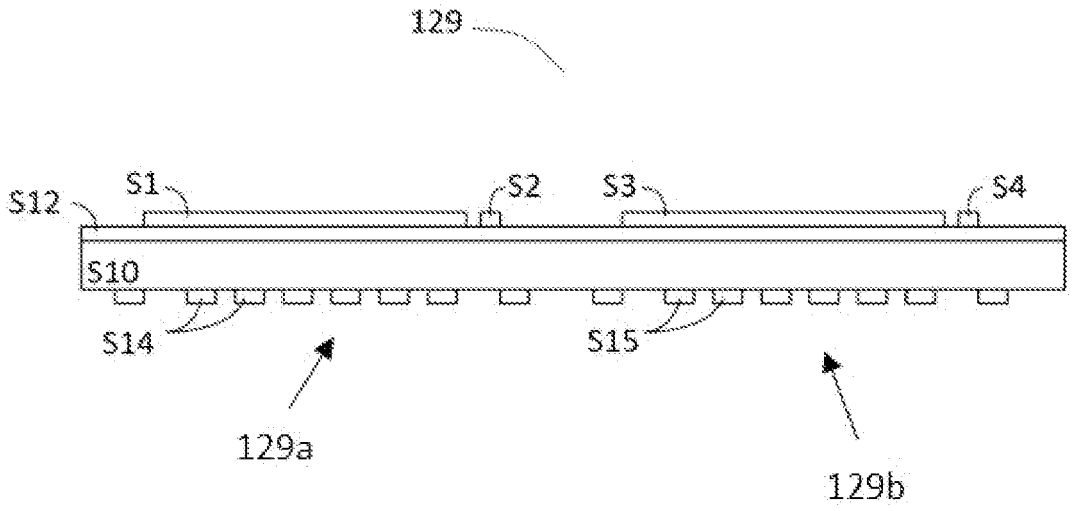
[Fig. 4]


100.00
10.00
1.00
0.10
0.01
R_S/R_0
NO2
NO
0.01
0.1
1
10
100

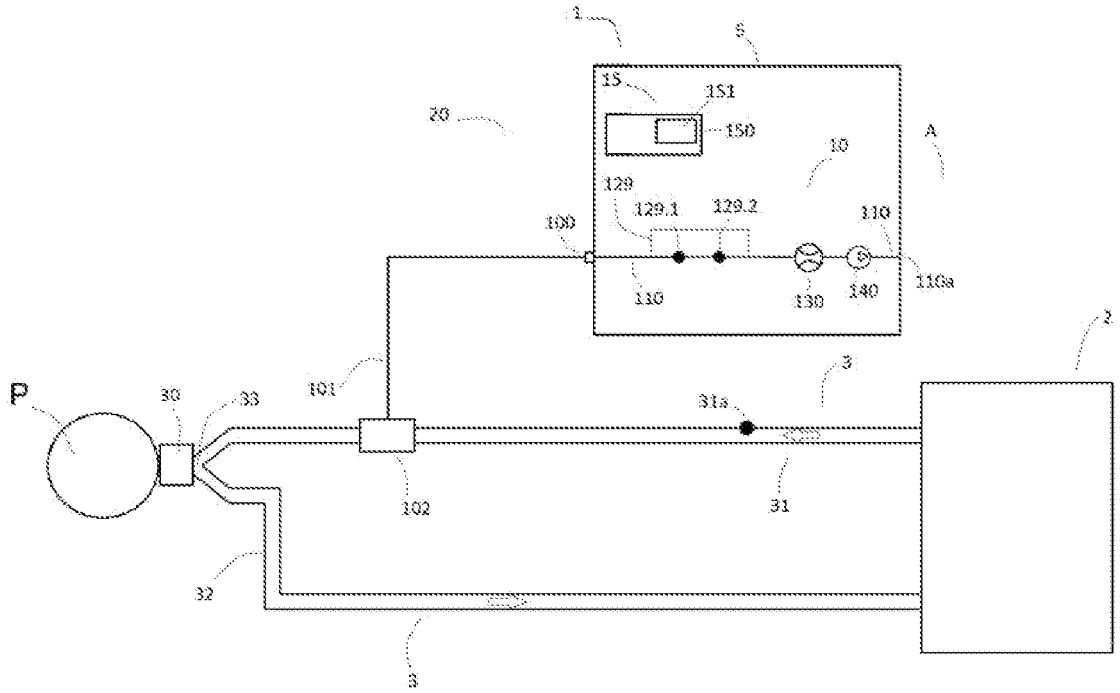
[Fig. 5]


1
5
15
151
150
30
A
10
100
129
129.2
110
110a
130
140
2
3
P
30
33
101
31a
102
31
32

[Fig. 6]


129
S12
S1
S2
S3
S4
S10
S14
S15
129a
129b

[Fig. 7]


1
5
15
151
150
20
10
A
129
129.1
129.2
100
110
110a
130
140
2
3
P
30
33
101
31a
102
31
32

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 918765
FR 2304844

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	EP 2 522 384 A1 (AIR LIQUIDE MEDICAL SYSTEMS [FR]) 14 novembre 2012 (2012-11-14) * alinéas [0012] - [0020], [0049], [0052], [0055], [0056]; revendications; figures *	1-10	A61M 16/00 A61M 16/12
Y	US 2022/168520 A1 (ACKER JARON M [US] ET AL) 2 juin 2022 (2022-06-02) * alinéas [0103] - [0105], [0123], [0156] - [0159], [0206]; figures *	1-10	
Y	US 2021/038838 A1 (ACKER JARON M [US] ET AL) 11 février 2021 (2021-02-11) * alinéas [0035], [0036]; revendications; figure 1 *	1-10	
Y	US 2017/095634 A1 (MILLER J W RANDOLPH [US]) 6 avril 2017 (2017-04-06) * alinéas [0070] - [0073], [0077], [0078]; figures *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Y	US 2007/167853 A1 (MELKER RICHARD J [US] ET AL) 19 juillet 2007 (2007-07-19) * alinéas [0022], [0212], [0213] *	1,8-10	A61M G01N
Y	US 4 495 793 A (HAGER HAROLD E [US]) 29 janvier 1985 (1985-01-29) * revendications; figures * & US 4 927 766 A (AUERBACH ABRAHAM [US] ET AL) 22 mai 1990 (1990-05-22) * colonne 1, lignes 9-29 *	1-10	
Y	US 2020/200733 A1 (NOLAN BRYAN [US] ET AL) 25 juin 2020 (2020-06-25) * alinéas [0003] - [0005] *	1,8-10	

-/--

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
20 novembre 2023	Cametz, Cécile

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 918765
FR 2304844

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	CN 218 272 089 U (UNIV XI AN JIAOTONG) 10 janvier 2023 (2023-01-10) * alinéas [0031] - [0036]; figure 1 *	1-10	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
20 novembre 2023	Cametz, Cécile

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2304844 FA 918765

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 20-11-2023
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 2522384 A1	14-11-2012	EP 2522384 A1	14-11-2012
		ES 2637763 T3	17-10-2017
		FR 2975010 A1	16-11-2012
US 2022168520 A1	02-06-2022	AU 2015255688 A1	22-09-2016
		AU 2020207809 A1	06-08-2020
		AU 2021204009 A1	08-07-2021
		AU 2022211800 A1	25-08-2022
		CA 2941761 A1	12-11-2015
		CA 3138339 A1	12-11-2015
		CA 3138342 A1	12-11-2015
		CA 3142415 A1	12-11-2015
		DK 3139986 T3	05-08-2019
		EP 3139986 A1	15-03-2017
		EP 3581226 A2	18-12-2019
		ES 2739692 T3	03-02-2020
		JP 7067925 B2	16-05-2022
		JP 2017517361 A	29-06-2017
		PT 3139986 T	01-08-2019
		US 2015320951 A1	12-11-2015
		US 2015320952 A1	12-11-2015
		US 2015320953 A1	12-11-2015
		US 2019184116 A1	20-06-2019
		US 2020108214 A1	09-04-2020
		US 2020155777 A1	21-05-2020
		US 2020215279 A1	09-07-2020
		US 2020215280 A1	09-07-2020
		US 2022072247 A1	10-03-2022
		US 2022168520 A1	02-06-2022
		US 2023073254 A1	09-03-2023
		WO 2015172160 A1	12-11-2015
US 2021038838 A1	11-02-2021	AU 2015252994 A1	22-09-2016
		AU 2019232815 A1	10-10-2019
		AU 2021203030 A1	10-06-2021
		CA 2941755 A1	05-11-2015
		DK 3137143 T3	20-05-2019
		DK 3511044 T3	03-10-2022
		EP 3137143 A1	08-03-2017
		EP 3511044 A1	17-07-2019
		ES 2719716 T3	12-07-2019
		ES 2927877 T3	11-11-2022
		JP 6644705 B2	12-02-2020
		JP 7110251 B2	01-08-2022
		JP 2017514558 A	08-06-2017
		JP 2020062469 A	23-04-2020

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2304844 FA 918765

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 20-11-2023
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
		JP 2022091773 A	21-06-2022
		PL 3511044 T3	21-11-2022
		PT 3137143 T	22-05-2019
		PT 3511044 T	30-09-2022
		US 2015314101 A1	05-11-2015
		US 2018344957 A1	06-12-2018
		US 2021038838 A1	11-02-2021
		US 2023201495 A1	29-06-2023
		WO 2015168517 A1	05-11-2015
US 2017095634 A1	06-04-2017	AUCUN	
US 2007167853 A1	19-07-2007	CA 2633826 A1	09-08-2007
		EP 1960775 A2	27-08-2008
		JP 2009519467 A	14-05-2009
		US 2007167853 A1	19-07-2007
		US 2007203448 A1	30-08-2007
		US 2012016252 A1	19-01-2012
		WO 2007089328 A2	09-08-2007
US 4495793 A	29-01-1985	AUCUN	
US 2020200733 A1	25-06-2020	AU 2017300528 A1	31-01-2019
		CA 3031247 A1	25-01-2018
		CN 109715067 A	03-05-2019
		CN 114859028 A	05-08-2022
		EP 3487407 A1	29-05-2019
		JP 7086927 B2	20-06-2022
		JP 7358563 B2	10-10-2023
		JP 2019526049 A	12-09-2019
		JP 2022120051 A	17-08-2022
		US 2020200733 A1	25-06-2020
		US 2022299499 A1	22-09-2022
		WO 2018017699 A1	25-01-2018
CN 218272089 U	10-01-2023	AUCUN	

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82