

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2022/200090 A1

(43) Date de la publication internationale
29 septembre 2022 (29.09.2022)

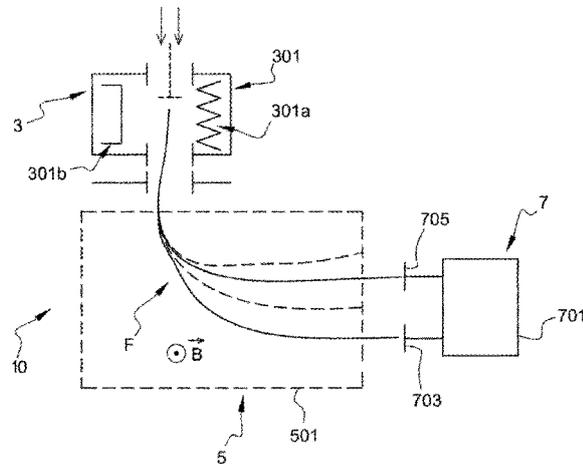
WIPO | PCT

- (51) Classification internationale des brevets :
G01M 3/20 (2006.01) H01J 49/30 (2006.01)
H01J 49/02 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2022/056452
- (22) Date de dépôt international :
14 mars 2022 (14.03.2022)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
FR2102968 24 mars 2021 (24.03.2021) FR
- (71) Déposant : ATEQ [FR/FR] ; 15 Rue des Dames, 78340 Les Clayes-sous-Bois (FR).
- (72) Inventeur : MAY, Thierry ; C/O ATEQ, 15 Rue des Dames, 78340 Les Clayes-sous-Bois (FR).
- (74) Mandataire : VIDON BREVETS & STRATÉGIE ; P. O. Box 90333 Technopôle Atalante 16B rue de Jouanet, 35703 Rennes Cedex 7 (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: MASS SPECTROMETER FOR DETECTING LEAKAGES VIA A TRACER GAS

(54) Titre : SPECTROMÈTRE DE MASSE POUR LA DÉTECTION DE FUITES PAR GAZ TRACEUR

Fig. 3



$B \sim (I)$

$\bar{B} (II)$

(57) Abstract: The present invention relates to a mass spectrometer (10) for detecting leakages via a tracer gas, said spectrometer (10) comprising: - an ionising means (3) intended to ionise said tracer gas; - at least one magnetic-field source (501) that generates a magnetic field (I) that is dependent on the electric current I supplied to said source (501) and that is intended to sort ionised elements; - a means (7) for detecting said tracer gas once ionised; characterized in that said spectrometer comprises a means (II) for adjusting the magnetic field, said adjusting means being configured to allow at least two separate adjustments, said adjustments having different sensitivities.

(57) Abrégé : La présente invention se rapporte à un spectromètre de masse (10) pour la détection de fuites par gaz traceur, ledit spectromètre (10) comprenant: - un moyen d'ionisation (3) destiné à ioniser ledit gaz traceur; - au moins une source de champ magnétique



WO 2022/200090 A1

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(501) engendrant un champ magnétique (I) dépendant du courant électrique I alimentant ladite source (501) destiné au tri des éléments ionisés; - un moyen de détection (7) dudit gaz traceur ionisé; caractérisé en ce que ledit spectromètre comprend un moyen de réglage du champ magnétique (II), ledit moyen de réglage étant configuré pour permettre au moins deux réglages distincts, lesdits réglages présentant une sensibilité différente.

Description

Titre : Spectromètre de masse pour la détection de fuites par gaz traceur

[0001] [La présente invention se rapporte au domaine des spectromètres de
5 masse, et plus particulièrement à la détection de fuites par spectrométrie de masse
de gaz traceurs.

[0002] Pour rappel, un spectromètre de masse est un dispositif qui utilise le
mouvement des ions dans des champs électriques et/ou magnétiques, afin de les
classer en fonction de leurs rapports masse/charge. Comme illustré à la figure 1,
10 un spectromètre de masse 1 comprend généralement un moyen d'ionisation 3, un
analyseur 5 et un moyen de détection 7.

[0003] Le moyen d'ionisation 3 est configuré pour ioniser le ou les éléments
chimiques qu'on souhaite analyser. Cette ionisation permet ainsi de générer des
ions qui seront ensuite triés et sélectionnés en fonction de leurs rapports
15 masse/charge.

Ce tri peut être obtenu de différentes manières, mais on s'intéresse ici, plus
particulièrement, aux analyseurs qui procèdent, au moins, à une sélection par
dispersion des ions grâce à un champ magnétique.

Les ions ainsi triés sont ensuite envoyés vers le moyen de détection 7, tel qu'un
20 détecteur qui convertit le flux d'ions reçus en un courant électrique. Ledit courant
électrique en sortie du détecteur subit par la suite un traitement du signal
permettant d'obtenir des mesures plus précises relatives aux ions.

[0004] Ce type de spectromètre de masse peut notamment être utilisé pour la
détection de fuites ou le contrôle d'étanchéité d'objets, par exemple en mesurant et
25 quantifiant un gaz traceur, tel que l'hélium ou le dihydrogène. Cependant, d'autres
types de gaz traceurs peuvent être utilisés, tels que du dioxygène, du dioxyde de
carbone, etc.

[0005] Cependant, les spectromètres de masse utilisés pour la détection de fuite
sont destinés à être utilisés dans des milieux industriels dans lesquels de nombreux
30 facteurs environnementaux peuvent perturber les mesures ou les réglages,
notamment les variations de température, les chocs, les vibrations, des
déplacements, l'entretien des installations, etc.

Par ailleurs, un spectromètre de masse pour la détection de fuites doit aussi être le plus polyvalent possible, notamment en fonctionnant avec différents gaz traceurs, par exemple pour s'adapter aux gaz traceurs disponibles et/ou aux niveaux de fuites recherchés.

5 [0006] La présente invention permet ainsi de remédier à une ou plusieurs des problématiques évoquées ci-dessus, en proposant un spectromètre de masse pour la détection de fuites par gaz traceur, ledit spectromètre comprenant:

– un moyen d'ionisation destiné à ioniser ledit gaz traceur ;

10 – au moins une source de champ magnétique engendrant un champ magnétique \vec{B} dépendant du courant électrique I alimentant ladite source destinée au tri des éléments ionisés ;

– un moyen de détection dudit gaz traceur ionisé.

Selon l'invention, ledit spectromètre comprend un moyen de réglage du champ magnétique \vec{B} engendré par ladite source, ledit moyen de réglage étant configuré
15 pour permettre au moins deux réglages distincts, lesdits réglages présentant une sensibilité différente.

[0007] Selon une caractéristique possible, ledit moyen de réglage comprend un préréglage (ou réglage grossier) et un réglage fin.

[0008] Selon une autre caractéristique possible, l'un des réglages permet
20 d'établir un champ magnétique nominal \vec{B}_0 , tandis que l'autre réglage permet de générer une variation de champ magnétique $\Delta\vec{B}$ autour de la valeur du champ magnétique nominal \vec{B}_0 .

Le champ électromagnétique \vec{B} engendré par la source de champ magnétique est donc dans ce cas la somme du champ magnétique nominal \vec{B}_0 et de la variation de
25 champ magnétique $\Delta\vec{B}$.

[0009] Selon une autre caractéristique possible, ladite source de champ magnétique comprend un électroaimant.

On notera que la source de champ magnétique peut également être un secteur magnétique intégrant un ou plusieurs électroaimants.

30 [0010] Selon une autre caractéristique possible, ledit moyen de réglage comprend au moins deux commandes de réglage, un circuit combinatoire

configuré pour combiner les valeurs desdits au moins deux commandes, ainsi qu'un circuit d'asservissement du courant I circulant dans ladite source de champ magnétique.

5 [0011] Selon une autre caractéristique possible, lesdites au moins deux commandes de réglages sont des grandeurs électriques, telles que des tensions.

[0012] Selon une autre caractéristique possible, le champ magnétique \vec{B} est fonction des valeurs des grandeurs électriques desdites au moins deux commandes de réglages.

10 [0013] Selon une autre caractéristique possible, le spectromètre de masse comprend N commandes de réglage et/ou N sources de champ magnétique, où N est un entier supérieur ou égal à 3.

La multiplicité des commandes de réglage et/ou des sources de champ magnétiques permet d'adresser un plus grand nombre de gaz traceurs et de faciliter les réglages dudit spectromètre de masse selon l'invention.

15 [0014] Selon une autre caractéristique possible, le circuit combinatoire comprend :
– une pluralité de résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 ;
– un amplificateur opérationnel AO_1 associé auxdites résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 pour former un montage sommateur non-inverseur.

20 [0015] Selon une autre caractéristique possible, le circuit d'asservissement comprend un amplificateur opérationnel AO_2 associé à une résistance de pied R_s et à un transistor T_1 , l'ensemble formant un montage de type convertisseur tension-courant.

25 [0016] La présente invention se rapporte également à un système de détection de fuites par gaz traceur caractérisé en ce qu'il comprend un spectromètre de masse tel que défini ci-dessus.

[0017] L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celles-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description suivante d'un mode de réalisation particulier de l'invention, donnée uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :
30 – La figure 1, référencée [Fig. 1], est une représentation très schématique d'un spectromètre de masse et de ses parties fonctionnelles principales ;
– la figure 2, référencée [Fig. 2], est une représentation très schématique d'un

exemple de montage pour contrôler l'étanchéité d'un objet au moyen d'un gaz traceur et d'un spectromètre de masse selon l'invention ;

– la figure 3, référencée [Fig. 3], est une représentation schématique agrandie du spectromètre de masse de la figure 2 ;

5 – la figure 4, référencée [Fig. 4], est une représentation schématique d'un moyen de réglage d'une source de champ magnétique du spectromètre de masse de la figure 2.]

[0018] La figure 2 est une représentation très schématique d'un exemple d'un système de détection de fuites 100 par gaz traceur comprenant un spectromètre de
10 masse 10 selon l'invention. On notera que le spectromètre de masse 10 comprend les mêmes parties fonctionnelles que le spectromètre de masse 1 de la figure 1, ainsi les éléments identiques ou similaires porteront les mêmes références et ne seront pas à nouveau détaillés.

[0019] Ledit système 100 comprend ainsi :

15 – une chambre de test 101 configurée pour accueillir un objet dont l'étanchéité doit être testée ;

– un dispositif de détection de fuite 102 qui est relié à la chambre de test 101 et qui comprend le spectromètre de masse 10, une pompe à vide principale 107 et une pompe à vide auxiliaire 109 ;

20 – une source de gaz 103 reliée à l'objet et configurée pour remplir ledit objet d'un gaz traceur, tel que de l'hydrogène ou de l'hélium.

[0020] La pompe à vide principale 107, tel qu'une pompe turbomoléculaire, présente une entrée reliée à la chambre de test 101, mais est également reliée au spectromètre de masse 10. La pompe à vide auxiliaire 109 est, quant à elle, reliée à
25 la sortie de la pompe à vide principale 107.

[0021] Ledit système 100 comprend également plusieurs vannes 111 et 113 :

– une première vanne 111 disposée sur le conduit reliant la source de gaz 103 à l'objet testé qui est quant à lui disposé dans la chambre de test 101, ladite vanne 111 permettant de réguler la quantité de gaz traceur injecté dans l'objet testé ;

30 – une deuxième vanne 113 disposée sur le conduit reliant la chambre de test 101 à la pompe à vide principale 107.

[0022] La pompe principale 107 génère un vide poussé par lequel le gaz traceur, qui est entré dans la chambre d'essai 101 par une fuite de l'objet testé, est aspiré. Par la suite, à l'intérieur de la pompe principale 107, le gaz traceur s'écoule alors principalement en direction de la pompe auxiliaire 109, mais une partie du gaz traceur se déplace dans le spectromètre de masse 10 afin d'y être analysé.

[0023] La pompe à vide principale 107 est par exemple une pompe turbomoléculaire, une pompe à diffusion ou tout autre type de pompe moléculaire permettant d'atteindre des niveaux de vide compatibles avec la détection de fuites de l'ordre d'au moins 10^{-3} mbar.L/sec.

[0024] Comme illustré à la figure 3, le spectromètre de masse 10 comprend ainsi un moyen d'ionisation 3, comprenant par exemple une source d'ions 301 avec une cathode 301a et une anode 301b. La source d'ions 301 est entourée d'un écran dans lequel est aménagée une ouverture (ou diaphragme) permettant la sortie d'un faisceau d'ions F vers un analyseur 5.

[0025] L'analyseur 5 est, quant à lui, configuré pour sélectionner les ions pertinents, le tri s'effectue notamment au moyen d'un champ magnétique \vec{B} . En effet, l'analyseur 5 comprend notamment une source de champ magnétique 501 configurée pour engendrer un champ magnétique \vec{B} orthogonal au plan de la trajectoire des ions (c'est-à-dire orthogonal au plan de la figure 3, propre à incurver la trajectoire des ions).

[0026] La source de champ magnétique 501 est plus particulièrement une source dont le champ magnétique dépend du courant électrique qui « alimente » ladite source.

Ainsi, la source de champ magnétique 501 est par exemple un électroaimant, c'est-à-dire un matériau ferromagnétique sur lequel un bobinage est disposé, le champ magnétique engendré dépendant du courant électrique circulant dans ledit bobinage (notamment de son sens de circulation et de son intensité). On notera que ladite source 501 pourrait également être un secteur magnétique par exemple.

[0027] Ainsi, en présence d'un champ magnétique \vec{B} , le faisceau d'ions F est dévié. En effet, un champ magnétique \vec{B} uniforme perpendiculaire au plan de la trajectoire des ions, du fait de la force de Lorentz, va donner une trajectoire courbe

auxdits ions (le point d'impact de l'ion, donc sa déviation, permettant de connaître sa masse à partir de la charge).

[0028] Le faisceau d'ions F dévié par le champ magnétique \vec{B} est alors orienté vers un ou plusieurs diaphragmes après lesquels est disposé un moyen de détection
5 7.

[0029] Ledit moyen de détection 7 comprend par exemple un ou plusieurs capteurs 703 et/ou 705 et un circuit électronique 701 relié auxdits capteurs 703 et 705 pour traiter le signal électrique issu de ceux-ci.

[0030] On notera que le spectromètre de masse 10 peut également comporter les éléments (non représentés) suivants, des lentille(s) électrostatique(s) de couplage, de focalisation, collectrice(s)... des plaques accélératrices, etc. Ces éléments peuvent être disposés au niveau de la source d'ionisation 3, l'analyseur 5 ou du moyen de détection 7, ou entre lesdits moyens 3, 5 et 7.

[0031] Ainsi, lorsque le champ magnétique \vec{B} dans l'analyseur 5, est réglé de façon à adresser exactement des gaz traceurs ayant une masse M déterminée au milieu d'au moins un diaphragme 501a ou 501b (faisant office de fente de sélection), les autres gaz ayant même charge électrique, mais ayant des masses différentes de M vont tourner, dans l'analyseur 4, suivant des rayons différents. Les gaz de masse inférieure à M vont tourner suivant un rayon plus petit, tandis que les gaz de masse supérieure à M vont tourner suivant un rayon plus grand que celui associé au gaz de masse M.
15
20

[0032] Pour permettre le réglage du champ magnétique \vec{B} , le spectromètre de masse 10 comprend un moyen de réglage 400 du champ magnétique engendré par ladite source 501, par exemple par l'électroaimant. Ce moyen est illustré plus particulièrement en figure 4.
25

[0033] Comme illustré sur cette figure 4, ledit moyen de réglage 401 est relié à la bobine de l'électroaimant 501 et est configuré pour faire varier l'intensité du courant I circulant dans ladite bobine.

[0034] Le moyen de réglage 401 comprend ainsi deux commandes de réglage distinctes 401 et 403, un circuit d'asservissement 405 en courant dudit électroaimant 501, ainsi qu'un circuit combinatoire 407 desdites commandes 401 et 403. Ledit circuit combinatoire 407 est configuré pour recevoir en entrée lesdites
30

commandes 401 et 403 et générer ainsi en sortie une fonction F dépendant des valeurs desdites commandes 401 et 403.

[0035] La fonction F résultante est ainsi envoyée vers le circuit d'asservissement 405 pour qu'il y ait régulation du courant I en fonction des valeurs desdites commandes 401 et 403.

[0036] Lesdites commandes 401 et 403 sont par exemple des convertisseurs numériques analogiques qui délivrent en entrée du circuit combinatoire 407, respectivement des tensions V_1 et V_2 . On notera cependant que toute grandeur électrique pourrait être adaptée, moyennant les aménagements adéquats.

[0037] Ledit circuit combinatoire 407, quant à lui, comprend notamment :
 – une pluralité de résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 ;
 – un amplificateur opérationnel AO_1 associé auxdites résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 pour former un montage sommateur non-inverseur.

[0038] Ainsi, ledit circuit combinatoire 407 présentera en sortie une tension V_S dépendant des valeurs de tension d'entrée V_1 et V_2 , ainsi que des résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 , du type :

$$F(V_1, V_2) = V_S = \frac{R_4 + R_3}{R_3} \frac{R_2 V_1 + R_1 V_2}{R_1 + R_2}$$

[0039] En choisissant judicieusement la valeur desdites résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 , par exemple en prenant $R_1 = R_3 = R_4 = R$ et $R_2 = kR$ avec k une constante supérieure 1, et de préférence très supérieure à 1, la fonction F se simplifie pour donner :

$$F(V_1, V_2) = V_S = 2 \left(V_1 + \frac{V_2}{k} \right)$$

Les deux commandes V_1 et V_2 présentent ainsi une pondération différente et influencent donc la valeur de la tension de sortie V_S de manière distincte. On notera que l'influence de la tension V_2 est k fois moins importante que l'influence de la tension V_1 sur la tension de sortie V_S .

[0040] Ledit circuit d'asservissement 405 comprend, quant à lui, un amplificateur opérationnel AO_2 associé à une résistance de pied R_S et à un transistor T_1 , l'ensemble formant en un montage de type convertisseur tension-courant (ou transconductance). Le transistor T_1 est par exemple un transistor

bipolaire (ou de type MOSFET) dont la base (ou la grille) est reliée à la sortie de l'amplificateur opérationnel AO₂, le collecteur (ou la source) est relié à l'électroaimant 501, et l'émetteur (ou le drain) est relié à la résistance R_S.

5 [0041] La tension de sortie V_S issue du circuit combinatoire 407 est envoyée sur l'entrée inverseuse de l'amplificateur opérationnel AO₂, tandis que l'entrée non-inverseuse est reliée à la résistance de pied R_S et à l'émetteur du transistor T₁ (plus particulièrement reliée à un nœud situé entre l'émetteur du transistor T₁ et la résistance de pied R_S).

10 [0042] La tension de sortie V'_S issue de l'amplificateur opérationnel AO₂ régule ainsi la valeur du courant I circulant à travers le transistor T₁, mais également à travers l'électroaimant 501. Le courant I dépend des tensions V₁ et V₂ des commandes 401 et 403 selon la formule suivante :

$$I = \frac{2}{R_S} \left(V_1 + \frac{V_2}{k} \right)$$

15 [0043] Le champ magnétique \vec{B} est ainsi fonction (plus particulièrement proportionnel pour un électroaimant) à l'intensité du courant I circulant dans la bobine de l'électroaimant 501, en conséquence le champ \vec{B} est ici fonction des commandes 401 et 403.

[0044] On peut aussi définir que le courant I circulant dans l'électroaimant 501 de la manière suivante :

20
$$I = I_0 + \Delta I$$

où I₀ est un courant nominal, dépendant de la tension V₁, qui engendre un champ magnétique nominal \vec{B}_0 , et

25 où ΔI est une petite variation de courant autour du courant nominal I₀, dépendant de V₂, qui engendre une variation Δ \vec{B} du champ magnétique autour de la valeur du champ magnétique nominal \vec{B}_0 .

[0045] Ainsi, l'une des commandes de réglage 401 permet d'établir un champ magnétique nominal \vec{B}_0 , tandis que l'autre commande de réglage permet de générer une variation de champ magnétique Δ \vec{B} autour de la valeur du champ magnétique nominal \vec{B}_0 .

[0046] On peut également définir que ledit moyen de réglage 400 comprend un
une commande de réglage 401 équivalent à un préréglage (ou réglage grossier),
tandis que la commande de réglage 403 est un réglage fin.

Revendications

[Revendications 1] Spectromètre de masse (10) pour la détection de fuites par gaz traceur, ledit spectromètre (10) comprenant:

– un moyen d’ionisation (3) destiné à ioniser ledit gaz traceur ;

5 – au moins une source de champ magnétique (501) engendrant un champ magnétique \vec{B} dépendant du courant électrique I alimentant ladite source (501) destinée au tri des éléments ionisés ;

– un moyen de détection (7) dudit gaz traceur ionisé ;

10 caractérisé en ce que ledit spectromètre comprend un moyen de réglage (400) du champ magnétique \vec{B} engendré par ladite source (501), ledit moyen de réglage (400) étant configuré pour permettre au moins deux réglages distincts, lesdits réglages présentant une sensibilité différente.

[Revendications 2] Spectromètre de masse selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ledit moyen de réglage comprend un préréglage et un
15 réglage fin.

[Revendications 3] Spectromètre de masse selon l’une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l’un des réglages permet d’établir un champ magnétique nominal \vec{B}_0 , tandis que l’autre réglage permet de générer une variation de champ magnétique $\Delta\vec{B}$ autour de la valeur du
20 champ magnétique nominal \vec{B}_0 .

[Revendications 4] Spectromètre de masse selon l’une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite source de champ magnétique (501) comprend un électroaimant.

[Revendications 5] Spectromètre de masse selon l’une quelconque des
25 revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit moyen de réglage comprend au moins deux commandes (401 et 403) de réglage, un circuit combinatoire (407) configuré pour combiner les valeurs desdits au moins deux commandes (401 et 403), ainsi qu’un circuit d’asservissement (405) du courant I circulant dans ladite source de champ magnétique (501).

[Revendications 6] Spectromètre de masse selon la revendication précédente, caractérisé en ce que lesdites au moins deux commandes de réglages sont des grandeurs électriques V_1 et V_2 , telles que des tensions.

5 [Revendications 7] Spectromètre de masse selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le champ magnétique \vec{B} est fonction des valeurs des grandeurs électriques V_1 et V_2 desdites au moins deux commandes de réglages.

[Revendications 8] Spectromètre de masse selon la revendication 5, caractérisé en ce que le circuit combinatoire (407) comprend:

- une pluralité de résistances (R_1 , R_2 , R_3 et R_4);
- 10 – un amplificateur opérationnel AO_1 associé auxdites résistances (R_1 , R_2 , R_3 et R_4) pour former un montage sommateur non-inverseur.

[Revendications 9] Spectromètre de masse selon la revendication 5, caractérisé en ce que le circuit d'asservissement (405) comprend un amplificateur opérationnel AO_2 associé à une résistance de pied (R_S) et à un transistor (T_1), l'ensemble formant un montage de type convertisseur tension-courant.

15

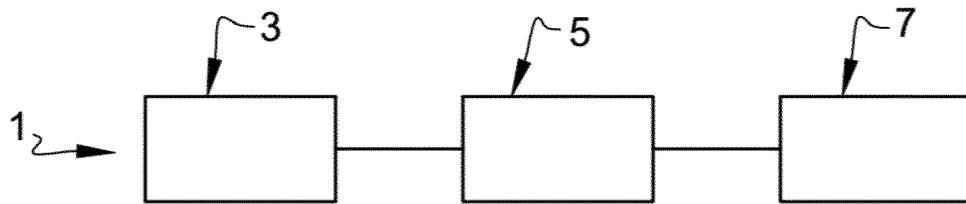
[Revendications 10] Spectromètre de masse selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en qu'il comprend N commandes de réglages et/ou N sources de champ magnétique, où N est un entier supérieur ou égal à 3.

20

[Revendications 11] Système de détection de fuites par gaz traceur, caractérisé en ce qu'il comprend un spectromètre de masse (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

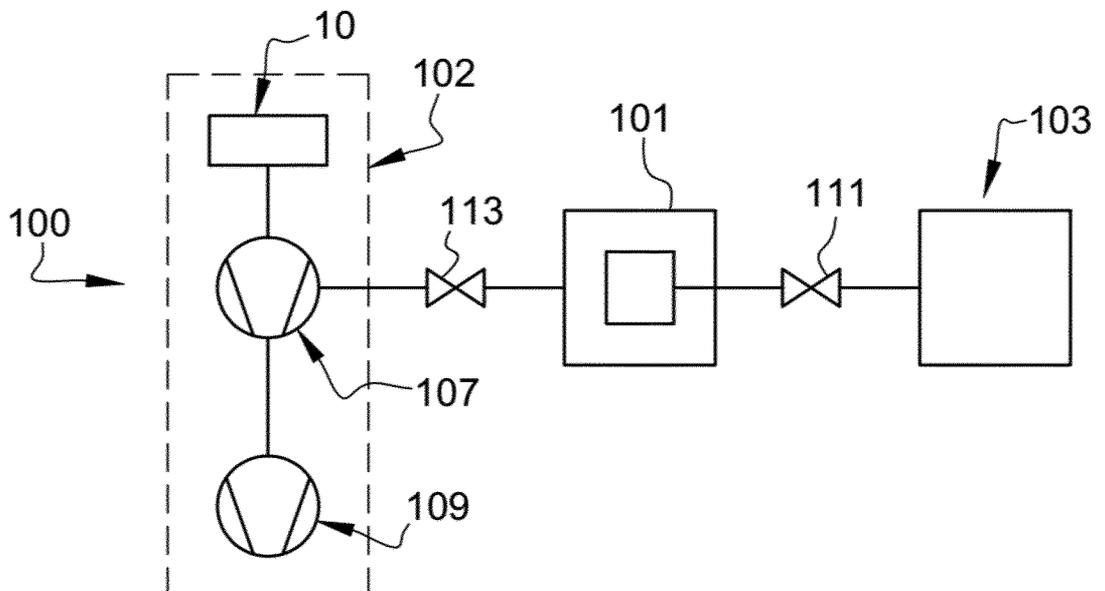
[Fig. 1]

Fig. 1



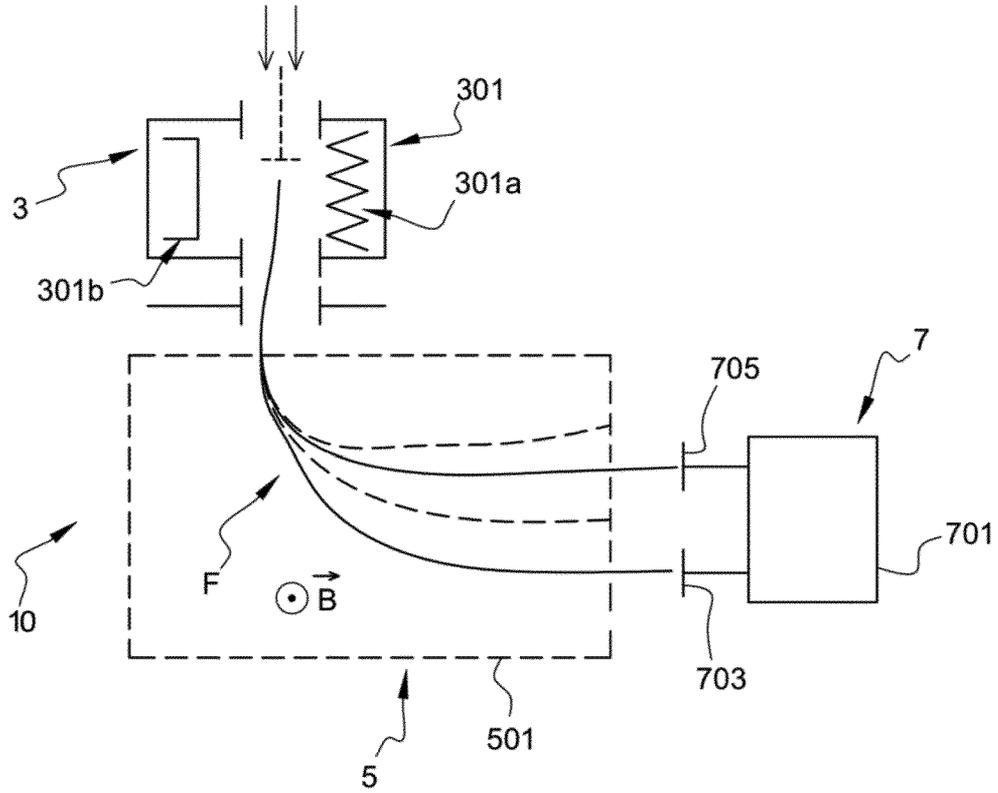
[Fig. 2]

Fig. 2



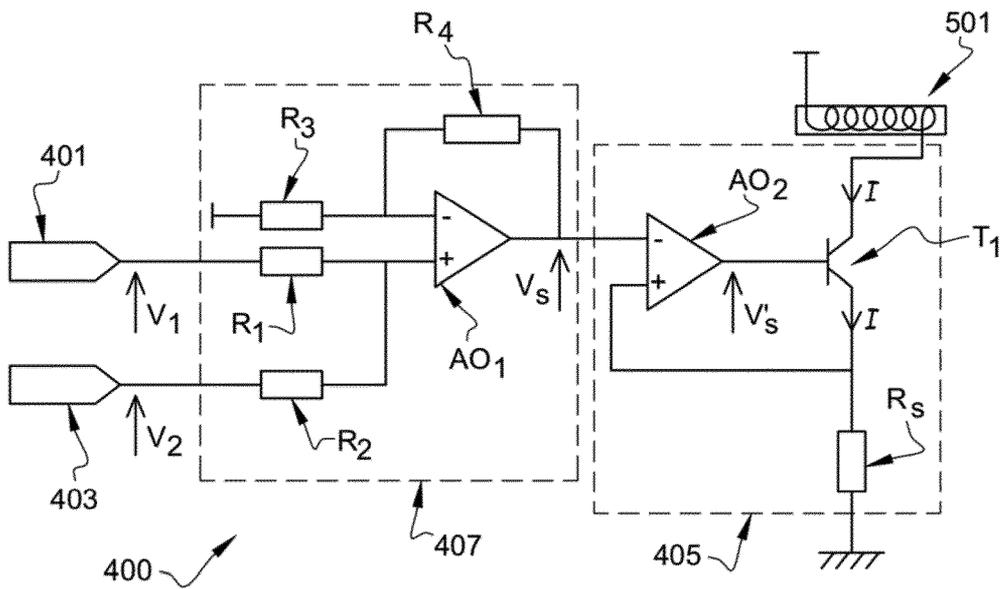
[Fig. 3]

Fig. 3



[Fig. 4]

Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/056452

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01M 3/20</i> (2006.01)i; <i>H01J 49/02</i> (2006.01)i; <i>H01J 49/30</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01M; H01J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2005098900 A2 (OI CORP [US]; VASSILIOU EUSTATHIOS [US]; KIBELKA GOTTFRIED P G [US]) 20 October 2005 (2005-10-20) page 13; figure 1	1,3,4
Y		1,2,10,11
A		5-9
X	US 10948456 B1 (BRUCKER GERARDO A [US] ET AL) 16 March 2021 (2021-03-16) columns 5, 13; figures 1-3	1
Y		1,2,10,11
A		5-9
Y	US 4472631 A (ENKE CHRISTIE G [US] ET AL) 18 September 1984 (1984-09-18) page 29, lines 3-7; figure 2	1
A		5-9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 April 2022		Date of mailing of the international search report 04 May 2022
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Debesset, Sébastien Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/056452

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2005098900	A2	20 October 2005	EP	1730765	A2	13 December 2006
				JP	2007531973	A	08 November 2007
				US	2005263714	A1	01 December 2005
				WO	2005098900	A2	20 October 2005

US	10948456	B1	16 March 2021	TW	202134618	A	16 September 2021
				US	10948456	B1	16 March 2021
				WO	2021108424	A1	03 June 2021

US	4472631	A	18 September 1984	AU	565346	B2	10 September 1987
				CA	1198834	A	31 December 1985
				DK	49584	A	03 February 1984
				EP	0126729	A1	05 December 1984
				IT	1163455	B	08 April 1987
				US	4472631	A	18 September 1984
				WO	8304187	A1	08 December 1983

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2022/056452

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01M3/20 H01J49/02 H01J49/30 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G01M H01J		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2005/098900 A2 (OI CORP [US]; VASSILIOU EUSTATHIOS [US]; KIBELKA GOTTFRIED P G [US]) 20 octobre 2005 (2005-10-20)	1, 3, 4
Y	page 13; figure 1	1, 2, 10, 11
A	-----	5-9
X	US 10 948 456 B1 (BRUCKER GERARDO A [US] ET AL) 16 mars 2021 (2021-03-16)	1
Y	colonnes 5, 13; figures 1-3	1, 2, 10, 11
A	-----	5-9
Y	US 4 472 631 A (ENKE CHRISTIE G [US] ET AL) 18 septembre 1984 (1984-09-18)	1
A	page 29, lignes 3-7; figure 2	5-9

<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention	
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date	"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément	
"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)	"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier	
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens	"&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
21 avril 2022	04/05/2022	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé Debesset, Sébastien	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2022/056452

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2005098900	A2	20-10-2005	EP 1730765 A2	13-12-2006
			JP 2007531973 A	08-11-2007
			US 2005263714 A1	01-12-2005
			WO 2005098900 A2	20-10-2005

US 10948456	B1	16-03-2021	TW 202134618 A	16-09-2021
			US 10948456 B1	16-03-2021
			WO 2021108424 A1	03-06-2021

US 4472631	A	18-09-1984	AU 565346 B2	10-09-1987
			CA 1198834 A	31-12-1985
			DK 49584 A	03-02-1984
			EP 0126729 A1	05-12-1984
			IT 1163455 B	08-04-1987
			US 4472631 A	18-09-1984
			WO 8304187 A1	08-12-1983
