

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

①1 N° de publication : **3 132 355**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)  
②1 N° d'enregistrement national : **23 00016**  
⑤1 Int Cl<sup>8</sup> : **G 01 N 27/04 (2023.01), G 21 C 17/00**

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** **A1**

②2 **Date de dépôt** : 03.01.23.  
③0 **Priorité** : 28.01.22 JP 2022-011944.

④3 **Date de mise à la disposition du public de la demande** : 04.08.23 Bulletin 23/31.  
⑤6 **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire** : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*  
⑥0 **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

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

⑦1 **Demandeur(s)** : KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA  
*société de droits étrangers — JP.*

⑦2 **Inventeur(s)** : YAMAGE Masashi.

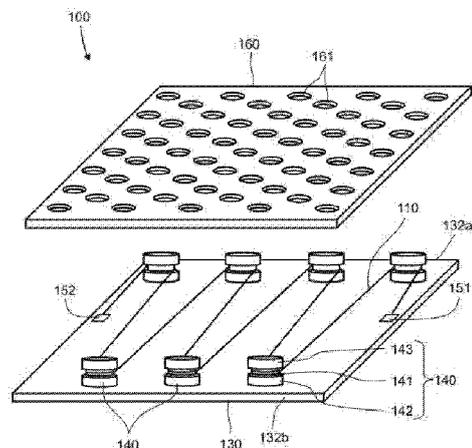
⑦3 **Titulaire(s)** : KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA *société de droits étrangers.*

⑦4 **Mandataire(s)** : FEDIT-LORiot.

⑤4 **Élément de mesure de concentration d'hydrogène et appareil de mesure de concentration d'hydrogène.**

⑤7 Selon un mode de réalisation, un élément de mesure de concentration d'hydrogène (100, 100a, 100b) comprend : une partie de détection (110) en forme de fil comprenant un premier fil métallique (111) dont la valeur de résistance électrique est modifiée par l'absorption d'hydrogène et une première couche de revêtement protecteur (112) présentant une perméabilité à l'hydrogène et recouvrant le premier fil métallique (111) ; une partie de fixation (130) en forme de plaque ; deux premières parties de borne (151, 152) fournies chacune sur l'une des deux surfaces de la partie de fixation (130) ; et une pluralité de guides (140) qui sont disposés sur au moins une surface de la partie de fixation (130) pour faire saillie à partir de la surface et permettre à la partie de détection (110) d'être posée entre les deux premières bornes tout en changeant une direction.

Figure pour l'abrégé : Fig 2



FR 3 132 355 - A1



## Description

### **Titre de l'invention : Élément de mesure de concentration d'hydrogène et appareil de mesure de concentration d'hydrogène**

#### **DOMAINE DE L'INVENTION**

- [0001] Des modes de réalisation de la présente invention concernent un élément de mesure de concentration d'hydrogène et un appareil de mesure de concentration d'hydrogène le comprenant.
- [0002] CONTEXTE DE L'INVENTION
- [0003] Les appareils de mesure de concentration d'hydrogène typiques comprennent ceux utilisant des procédés de mesure de type à combustion catalytique et de type à semi-conducteur.
- [0004] Les technologies pour le type à combustion catalytique comprennent celle qui utilise une chaleur de combustion sur un catalyseur qui favorise la combustion de l'hydrogène et de l'oxygène, et détecte la concentration en hydrogène sur la base d'une variation de valeur de résistance se produisant dans un dispositif de mesure de résistance (thermistance) provoquée par le changement de température dû à la chaleur de combustion. Les technologies pour le type à semi-conducteur comprennent celle qui utilise une variation de valeur de résistance électrique due à une variation de densité de porteurs à la surface d'un semi-conducteur, tel que l'oxyde d'étain, provoquée par l'absorption d'un gaz réducteur.
- [0005] En outre, les technologies de mesure de concentration d'hydrogène pour les centrales nucléaires comprennent une technologie qui permet de déterminer l'expansion volumique du palladium en raison de son absorption d'hydrogène et qui permet de déterminer un changement de lumière diffusée quand une lumière ayant une longueur d'onde spécifique pénètre à travers une fibre optique et une technologie qui permet de déterminer une valeur de résistance électrique d'un matériau absorbant l'hydrogène.
- [0006] Un appareil de mesure de concentration d'hydrogène qui permet de déterminer la valeur de résistance électrique du matériau absorbant l'hydrogène comporte : un élément de mesure de concentration d'hydrogène comprenant une partie de détection dans laquelle un fil métallique jouant le rôle de matériau absorbant l'hydrogène est recouvert d'une couche de revêtement protecteur présentant une perméabilité à l'hydrogène et une partie de fixation autour de laquelle la partie de détection est enroulée ; et un dispositif de calcul qui calcule la concentration en hydrogène à partir de la valeur de résistance électrique dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène.
- [0007] DOCUMENT DE L'ART ANTÉRIEUR

[0008] DOCUMENT DE BREVET

[0009] Document de brevet 1 : Brevet japonais No. 6 585 463

### **Résumé de l'invention**

[0010] PROBLÈMES À RÉSOUDRE PAR L'INVENTION

[0011] Dans l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène décrit ci-dessus, le fil métallique s'allonge/se contracte par dilatation thermique. Par conséquent, lorsque la température augmente/diminue lors de tests d'expédition de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène ou lors de son utilisation, des frottements se produisent dans une partie de contact entre la couche de revêtement protecteur recouvrant le fil métallique et les éléments périphériques, ce qui aboutit au pelage de la couche de revêtement protecteur. En particulier, dans la structure où la partie de détection est enroulée autour de la partie de fixation, une partie de la partie de détection qui entre en contact avec la partie de fixation et frotte contre cette dernière change de façon aléatoire. Par conséquent, une zone pelée de son film s'agrandit quand la température augmente et diminue de manière répétée, ce qui aboutit à la détérioration des performances de détection de l'hydrogène. En outre, cela conduit à un problème d'augmentation des variations entre les produits.

[0012] Un objet de la présente invention est de fournir un élément de mesure de concentration d'hydrogène et un appareil de mesure de concentration d'hydrogène permettant de supprimer la détérioration des performances de détection de l'hydrogène.

### **SOLUTION AU PROBLÈME**

[0013] Selon un aspect de la présente invention, il est fourni un élément de mesure de concentration d'hydrogène comprenant : une partie de détection en forme de fil comprenant un premier fil métallique dont la valeur de résistance électrique est modifiée par l'absorption d'hydrogène et une première couche de revêtement protecteur présentant une perméabilité à l'hydrogène et recouvrant le premier fil métallique ; une partie de fixation en forme de plaque ; deux premières parties de borne fournies chacune sur l'une des deux surfaces de la partie de fixation ; et une pluralité de guides qui sont disposés sur au moins une surface de la partie de fixation pour faire saillie à partir de la surface et permettre à la partie de détection d'être posée entre les deux premières bornes tout en changeant une direction.

### **Brève description des dessins**

[0014] La [Fig.1] est un schéma fonctionnel illustrant la configuration d'un appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon un mode de réalisation.

[0015] La [Fig.2] est une vue en perspective illustrant la structure de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène dans l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène

selon le premier mode de réalisation.

- [0016] La [Fig.3] est une vue en coupe verticale illustrant la structure de la partie de détection dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon le premier mode de réalisation.
- [0017] La [Fig.4] est une vue en coupe transversale illustrant la structure de la partie de détection dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon le premier mode de réalisation.
- [0018] La [Fig.5] est une vue en perspective illustrant un premier exemple de modification du guide dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon le premier mode de réalisation.
- [0019] La [Fig.6] est une vue en perspective illustrant un deuxième exemple de modification du guide dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon le premier mode de réalisation.
- [0020] La [Fig.7] est une vue en perspective illustrant un troisième exemple de modification du guide dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon le premier mode de réalisation.
- [0021] La [Fig.8] est une vue en perspective illustrant un quatrième exemple de modification du guide dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon le premier mode de réalisation.
- [0022] La [Fig.9] est une vue en perspective illustrant un cinquième exemple de modification du guide dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon le premier mode de réalisation.
- [0023] La [Fig.10] est une vue en perspective illustrant la structure d'un élément de mesure de concentration d'hydrogène dans un appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon un deuxième mode de réalisation.
- [0024] La [Fig.11] est une vue en coupe verticale illustrant la structure de la partie de détection de référence dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon le deuxième mode de réalisation.
- [0025] La [Fig.12] est une vue en coupe transversale illustrant la structure de la partie de détection de référence dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon le deuxième mode de réalisation.
- [0026] La [Fig.13] est une vue de face illustrant la structure de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène dans l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon le deuxième mode de réalisation.
- [0027] La [Fig.14] est une vue de face illustrant la structure d'un élément de mesure de concentration d'hydrogène dans un appareil de mesure de concentration d'hydrogène

selon un troisième mode de réalisation.

[0028] La [Fig.15] est une vue en coupe observée dans la direction de la flèche A-A sur la [Fig.14], illustrant la structure de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100b dans l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon le troisième mode de réalisation.

[0029] La [Fig.16] est une vue latérale observée dans la direction de la flèche B-B, illustrant la structure de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène dans l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon le troisième mode de réalisation.

[0030] Ci-après, un élément de mesure de concentration d'hydrogène et un appareil de mesure de concentration d'hydrogène selon des modes de réalisation de la présente invention vont être décrits en se référant aux dessins annexés. Les mêmes numéros de référence sont donnés aux parties identiques ou similaires, et la répétition de la description sera omise.

## **DESCRIPTION DÉTAILLÉE**

[0031] [Premier mode de réalisation]

[0032] La [Fig.1] est un schéma fonctionnel illustrant la configuration d'un appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10 selon un mode de réalisation. La [Fig.1] illustre un exemple dans lequel une cible de mesure de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10 est une atmosphère dans une enceinte de confinement de réacteur nucléaire 1 d'installations à réacteur nucléaire (non illustrées). L'enceinte de confinement de réacteur nucléaire 1 est une enceinte destinée à loger une enceinte de réacteur nucléaire (non illustrée). Il convient de noter que la cible de mesure de l'appareil de mesure de concentration en hydrogène 10 n'est pas limitée à l'atmosphère dans l'enceinte de confinement de réacteur nucléaire 1 et peut être d'autres cibles telles qu'une atmosphère dont la concentration en hydrogène doit être mesurée, par exemple, dans des installations de production d'hydrogène ou des installations d'approvisionnement en hydrogène.

[0033] L'appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10 comprend un élément de mesure de concentration d'hydrogène 100, une résistance 31, une ligne de connexion 32 et une unité de traitement d'informations 33.

[0034] L'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100 comprend une partie de détection 110 (voir la [Fig.2] qui sera décrite plus bas) qui est un fil métallique présentant une capacité d'absorption d'hydrogène et dont la valeur de résistance électrique est modifiée par l'absorption d'hydrogène, et qui est une partie qui détecte l'hydrogène. Les détails de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100 seront décrits plus bas à l'aide des figures 2 à 9.

[0035] La résistance 31 se connecte à la partie de détection 110 par l'intermédiaire de la

ligne de connexion 32. La valeur de résistance électrique de la partie de détection 110 est mesurée lorsqu'un courant circule dans la résistance 31. En tant que résistance 31, une résistance connue est utilisée. Dans le cas où la résistance 31 utilise un procédé de mesure autre qu'un procédé à quatre bornes, par exemple un procédé à deux bornes ou un pont de Wheatstone, une résistance appropriée pour le procédé de mesure est utilisée.

- [0036] L'unité de traitement d'informations 33 comprend une UCT (Unité Centrale de Traitement) et une mémoire. L'unité de traitement d'informations 33 calcule la concentration en hydrogène sur la base de la valeur de résistance électrique de la partie de détection 110 mesurée en utilisant la résistance 31. C'est-à-dire qu'elle utilise un phénomène selon lequel la valeur de résistance électrique de la partie de détection 110 augmente lors de l'absorption d'hydrogène. Sur la base d'une formule de corrélation concentration en hydrogène-valeur de résistance électrique obtenue à l'avance et de la valeur de résistance électrique de la partie de détection 110 mesurée au moyen de la résistance 31, l'unité de traitement d'informations 33 calcule séquentiellement la concentration en hydrogène.
- [0037] La [Fig.2] est une vue en perspective illustrant la structure de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100 dans l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10 selon le premier mode de réalisation.
- [0038] L'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100 comprend la partie de détection 110 en forme de fil, une partie de fixation 130 qui est une plaque plate rectangulaire, une pluralité de guides 140 fournis sur une surface de la partie de fixation 130, et des parties de borne 151, 152 sous la forme de deux premières parties de borne disposées sur le même plan que celui où sont disposés les guides 140. Si nécessaire, l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100 peut avoir une plaque de protection 160 qui protège la partie de détection 110 de l'extérieur.
- [0039] Il convient de noter que la forme plane de la partie de fixation 130 n'est pas limitée à la forme rectangulaire, même si la [Fig.2] illustre le cas où il est rectangulaire. La forme de la partie de fixation 130 peut être décidée de manière appropriée en fonction des conditions de restriction spatiale, d'un état, etc. d'un lieu d'installation de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100. Tant qu'il est garanti que la partie de détection 110 peut être posée sans entrer en contact avec d'autres, la partie de fixation 130 peut avoir une forme non coplanaire, telle qu'une forme présentant partiellement une surface incurvée. En outre, la partie de fixation 130 elle-même peut avoir un trou à travers lequel le gaz cible de mesure peut s'écouler.
- [0040] La partie de détection 110 est posée entre la partie de borne 151 et la partie de borne 152. La partie de détection 110 sera décrite en détail plus bas en se référant aux figures 3 et 4.

- [0041] Les guides 140 font saillie à partir de la partie de fixation 130 et sont des organes de support qui supportent une partie de la partie de détection 110 et où une direction de câblage de la partie de détection 110 peut être modifiée quand la partie de détection 110 en forme de fil est câblée et posée.
- [0042] Les guides 140 sont agencés à des positions où la partie de détection 110 change de direction pour serpenter entre la partie de borne 151 et la partie de borne 152. La partie de détection 110 peut coulisser par rapport aux guides 140. Comme illustré sur la [Fig.2], sur une partie latérale 132a du côté de la partie de fixation 130, quatre de la pluralité de guides 140 sont agencés à des intervalles le long de la partie latérale 132a. En outre, sur l'autre partie latérale 132b du côté opposé à la partie latérale 132a de la partie de fixation 130, trois des guides 140 sont disposés à des intervalles le long de la partie latérale 132b. Les guides 140 sont fixés à la partie de fixation 130 par soudage, vissage ou équivalents.
- [0043] Bien que la [Fig.2] illustre le cas où le nombre de guides 140 est de quatre et de trois par exemple, le nombre n'est pas limité à ceux-ci et peut être supérieur ou inférieur à ceux-ci. En outre, bien que le cas où le nombre d'un côté est supérieur de un soit illustré à titre d'exemple, les nombres d'un côté et de l'autre côté peuvent être égaux.
- [0044] La relation de position entre les guides 140 agencés du côté de la partie latérale 132a et les guides 140 du côté de la partie latérale 132b est la suivante dans l'exemple illustré sur la [Fig.2].
- [0045] Plus précisément, premièrement, les intervalles entre les guides 140 agencés du côté de la partie latérale 132a et les intervalles entre les guides 140 agencés du côté de la partie latérale 132b sont égaux. Deuxièmement, les guides 140 agencés sur le côté de la partie latérale 132b sont chacun agencés à une position telle que son centre plan est à égale distance des centres plans des deux guides 140 parmi les guides 140 agencés sur le côté de la partie latérale 132a. Cependant, ceci n'est pas limitatif et, par exemple, l'un des deux guides 140 susmentionnés peut s'écarter dans la direction longitudinale de l'agencement.
- [0046] Dans l'exemple décrit ci-dessus, les guides 140 sont agencés en deux rangées parallèles entre elles, et la partie de détection 110 est disposée séquentiellement entre les guides 140 des deux rangées se faisant face. Cependant, l'agencement des guides 140 ne se limite pas à cela. Un autre exemple adoptable est que les guides 140 sont agencés en spirale et la partie de détection 110 est posée dans la direction circonférentielle pour s'étendre radialement vers l'extérieur à partir du centre ou dans la direction opposée. Dans ce cas, la partie de détection 110 posée peut avoir une forme circulaire ou polygonale, ou peut changer de direction à angle droit au niveau des guides 140.
- [0047] Les guides 140 présentent chacun une rainure 141 formée en tant que partie de guidage au milieu de sa colonne dans une direction axiale. La partie de détection 110

change de direction le long d'une partie des surfaces des rainures 141. La partie de détection 110 et les surfaces des rainures 141 peuvent coulisser les unes par rapport aux autres. Dans les guides 140, les parties plus proches de la partie de fixation 130 que les rainures 141 jouent le rôle de butées internes 142 qui sont des dispositifs anti-contact qui empêchent la partie de détection 110 d'entrer en contact avec la partie de fixation 130. Dans les guides 140, des parties sur un côté plus à l'extérieur que les rainures 141 jouent le rôle de butées externes 143 qui empêchent la partie de détection 110 de se détacher. Les butées externes 143 sont des aides à l'arrêt qui empêchent la partie de détection 110 de se détacher des guides 140 dans la direction dans laquelle les guides 140 font saillie à partir de la partie de fixation 130. Les butées externes 143 en tant qu'aides à l'arrêt sont chacune réalisées par une partie s'étendant dans une direction opposée à une direction de la force de tension résultante qui est générée sur un plan perpendiculaire à la direction de saillie du guide 140 à partir de la partie de fixation 130 quand la partie de détection 110 est attrapée par le guide 140, comme, par exemple, la butée externe 143 qui est la partie sur le côté plus à l'extérieur que la rainure 141 dans le guide 140 dans ce mode de réalisation. Dans le cas où la plaque de protection 160 est fournie, les butées externes 143 ont pour fonction d'empêcher la partie de détection 110 d'entrer en contact avec la plaque de protection 160.

- [0048] Au moins les surfaces des parties qui viennent en contact avec la partie de détection 110, par exemple les surfaces des rainures 141, peuvent être recouvertes d'isolants électriques.
- [0049] La plaque de protection 160 a sensiblement la même forme et la même dimension que celles de la partie de fixation 130. La plaque de protection 160 est disposée à l'opposé de la partie de fixation 130 à travers les guides 140 pour faire face à la partie de fixation 130. La plaque de protection 160 présente une pluralité d'événements 161 agencés de manière bidimensionnelle à des intervalles. Les événements 161 peuvent être quelconques tant qu'ils permettent le passage des molécules d'hydrogène, et ils peuvent être des trous d'un corps poreux, ou équivalents, par exemple, mais du point de vue de la détection en temps réel d'une concentration en hydrogène, les événements 161 permettent de préférence la perméation d'une quantité aussi importante de molécules d'hydrogène par unité de temps. La plaque de protection 160 est jointe à certains guides 140 parmi la pluralité de guides 140 par vissage, soudage, ou équivalents, mais ceci n'est pas limitatif. Par exemple, la plaque de protection 160 peut être fixée à la partie de fixation 130 par une entretoise ayant la même hauteur que celle des guides 140.
- [0050] La [Fig.3] est une vue en coupe verticale illustrant la structure de la partie de détection 110 dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100 de

l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10 selon le premier mode de réalisation, et la [Fig.4] en est une vue en coupe transversale de celle-ci. La partie de détection 110 sera décrite ci-après en détail.

- [0051] La partie de détection 110 présente un fil métallique 111 et une couche de revêtement protecteur 112 fournie sur le côté externe du fil métallique 111. Le fil métallique 111 joue le rôle de premier fil métallique et la couche de revêtement protecteur 112 joue le rôle de première couche de revêtement protecteur.
- [0052] Le fil métallique 111 contient au moins l'un parmi le palladium et le niobium et possède une capacité d'absorption de l'hydrogène. Le diamètre du fil métallique 111 ayant la capacité d'absorption de l'hydrogène n'est pas limité et est de préférence supérieur ou égal à environ 1  $\mu\text{m}$  et inférieur ou égal à environ 1000  $\mu\text{m}$ . Ceci s'explique par le fait que si le fil métallique 111 possède un diamètre inférieur à 1  $\mu\text{m}$ , il existe un risque élevé qu'il se rompe à cause de sa tension, et si le fil métallique 111 possède un diamètre supérieur à 1 000  $\mu\text{m}$ , sa valeur de résistance par unité de longueur est basse, ce qui entraîne une diminution des performances de détection de l'hydrogène.
- [0053] La couche de revêtement protecteur 112 contient au moins l'un parmi un oxyde, un nitrure et un carbure de silicium ou d'aluminium, et est formée d'une substance inorganique permettant une perméation sélective par l'hydrogène. L'épaisseur de la couche de revêtement protecteur 112 est de préférence supérieure ou égale à 5 nm et inférieure ou égale à 200 nm. La couche de revêtement protecteur 112 ayant une épaisseur de 5 nm ou plus présente comme effet remarquable d'empêcher la progression d'une réaction secondaire attribuable à des espèces chimiques provenant d'une couche de gaz externe d'oxygène, d'iode ou équivalents. La couche de revêtement protecteur 112 ayant une épaisseur de 200 nm ou moins présente une excellente perméabilité à l'hydrogène.
- [0054] La partie de détection 110 est ici formée par l'application ou le dépôt en phase vapeur de la couche de revêtement protecteur 112 sur le fil métallique 111 ayant la capacité d'absorption d'hydrogène. Comme procédé d'application ou de dépôt en phase vapeur, un procédé typique est utilisé, tel que le CVD (dépôt chimique en phase vapeur), le PVD (dépôt physique en phase vapeur), un procédé sol-gel ou un procédé d'imprégnation. Ici, le CVD (dépôt chimique en phase vapeur) comprend un dépôt de couche atomique ayant une capacité élevée de revêtement de dépôt en phase vapeur, même si sa cible est un objet tridimensionnel. En outre, la partie de détection 110 formée par l'un quelconque de ces procédés est utilisée après un traitement thermique à une température supérieure ou égale à 350 °C et inférieure ou égale à 500 °C.
- [0055] Les figures 5 à 9 sont des vues en perspective illustrant des exemples de modification du guide dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène de l'appareil de

mesure de concentration d'hydrogène selon le premier mode de réalisation, la [Fig.5] illustrant un premier exemple de modification, la [Fig.6] un deuxième exemple de modification, la [Fig.7] un troisième exemple de modification, la [Fig.8] un quatrième exemple de modification, et la [Fig.9] un cinquième exemple de modification.

- [0056] Un guide 140a selon le premier exemple de modification illustré sur la [Fig.5] comporte des éléments annulaires fixés aux deux extrémités axiales de sa colonne. Un guide 140b selon le deuxième exemple de modification illustré sur la [Fig.6] présente, comme partie de guidage, une rainure 141b dont la section dans la direction axiale est incurvée, contrairement au guide 140 qui présente, comme partie de guidage, la rainure 141 dont la section dans la direction axiale est rectangulaire. Un guide 140c selon le troisième exemple de modification illustré sur la [Fig.7] est composé de deux éléments tronconiques dont les côtés à petit diamètre sont reliés dans la direction axiale. En variante, le guide 140c peut être formé à partir d'une colonne sous cette forme par découpe.
- [0057] Un guide 140d selon le quatrième exemple de modification illustré sur la [Fig.8] est découpé dans une colonne de sorte que sa surface latérale, en tant que partie de guidage, est entièrement incurvée dans la section dans la direction axiale. Un guide 140e selon le cinquième exemple de modification illustré sur la [Fig.9] est formé d'un élément en forme de barre coudée 145e. Sur son côté interne, un évidement 141e est formé en tant que partie de guidage. La partie de détection 110 est capable de changer sa direction en coulissant sur l'évidement 141e.
- [0058] Il convient de noter que certains ou tous les guides 140 et les guides 140a, 140b, 140c, 140d et 140e selon les exemples de modification décrits ci-dessus peuvent être présents en combinaison. Dans tous les exemples de modification sur les figures 5 à 9, les guides 140a, 140b, 140c, 140d et 140e possèdent des parties s'étendant dans la direction opposée à la direction de la force résultante de la tension qui est générée sur des plans perpendiculaires à la direction de saillie des guides 140a à 140e à partir de la partie de fixation 130 lorsque la partie de détection 110 est attrapée par les guides 140a à 140e, et ces parties jouent le rôle d'aides à l'arrêt qui empêchent la partie de détection 110 de se détacher dans la direction de saillie des guides 140a à 140e à partir de la partie de fixation 130.
- [0059] Comme décrit ci-dessus, les guides 140 ou l'un quelconque des exemples de modification de ceux-ci sont agencés sur la partie de fixation 130 en forme de plaque de manière à faire saillie à partir de la partie de fixation 130, et cela permet à la partie de détection 110 de changer de direction en coulissant au niveau des guides 140 et d'être posée le long de la partie de fixation 130 avec une longueur requise. Il est également possible de poser la partie de détection 110 tout en empêchant la partie de détection 110 de se détacher de la partie de fixation 130, en empêchant la partie de

détection 110 d'entrer en contact avec la partie de fixation 130, et en empêchant des parties de la partie de détection 110 d'entrer en contact les unes avec les autres.

[0060] Selon ce mode de réalisation, les régions contre lesquelles la couche de revêtement protecteur 112 de la partie de détection 110 vient frotter ne sont que les parties de guidage, et la zone pelée de la couche de revêtement protecteur 112 s'agrandit moins. Par conséquent, il est possible de réduire la détérioration des performances de détection de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10 et de réduire les variations entre les produits. De plus, la forme de plaque de la partie de fixation 130 contribue à l'amincissement de l'ensemble de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100, ce qui a comme effet un mérite d'agencement. De plus, du fait de la forme en plaque de la partie de fixation 130, une mesure de protection de la partie de détection 110 pendant un transport peut seulement consister à recouvrir la surface de la partie de fixation 130 avec une plaque provisoire ou avec la plaque de protection 160 si la plaque de protection 160 est fournie.

[0061] [Deuxième mode de réalisation]

[0062] La [Fig.10] est une vue en perspective illustrant la structure d'un élément de mesure de concentration d'hydrogène 100a dans un appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10a selon un deuxième mode de réalisation.

[0063] Le deuxième mode de réalisation est une modification du premier mode de réalisation. L'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100a présente une partie de détection de référence 120 en forme de fil en plus d'une partie de détection 110. La partie de détection de référence 120 est disposée sur la même surface d'une partie de fixation 130 où la partie de détection 110 est disposée. Par conséquent, l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100a comporte une pluralité de premiers guides 140f et une pluralité de deuxièmes guides 140s, c'est-à-dire deux types de guides dotés de parties de guidage ayant des diamètres différents. Il comporte également des parties de borne 151a, 152a sous la forme de deux premières parties de borne pour la partie de détection 110 et des parties de borne 151b, 152b sous la forme de deux deuxièmes parties de borne pour la partie de détection de référence 120. Chacune des deux deuxièmes parties de borne est adjacente à chacune des premières bornes.

[0064] Les premiers guides 140f et les deuxièmes guides 140s ont chacun la même forme que celle de l'un quelconque des guides 140 décrits dans le premier mode de réalisation et des guides 140a, 140b, 140c, 140d, 140e selon les exemples de modification. En outre, ces formes peuvent être présentes en combinaison en tant que formes des premiers guides 140f et des deuxièmes guides 140s.

[0065] La hauteur dans la direction axiale des premiers guides 140f et la hauteur dans la direction axiale des deuxièmes guides 140s sont égales. Le diamètre des parties de

guidage des premiers guides 140f est supérieur au diamètre des parties de guidage des deuxièmes guides 140s. L'agencement des premiers guides 140f et des deuxièmes guides 140s sera décrit plus bas en se référant à la [Fig.13]. Il convient de noter que la hauteur dans la direction axiale des premiers guides 140f et que la hauteur dans la direction axiale des deuxièmes guides 140s peuvent être différentes, bien que la hauteur dans la direction axiale des premiers guides 140f et la hauteur dans la direction axiale des deuxièmes guides 140s soient égales dans ce mode de réalisation.

- [0066] La [Fig.11] est une vue en coupe verticale illustrant la structure de la partie de détection de référence 120 dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100a de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10a selon le deuxième mode de réalisation. La [Fig.12] est une vue en coupe transversale illustrant la structure de la partie de détection de référence 120 dans l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100a de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10a selon le deuxième mode de réalisation.
- [0067] La partie de détection de référence 120 comporte un fil métallique 121 et une couche de revêtement protecteur 122 recouvrant la surface radialement externe du fil métallique 121. Le fil métallique 121 joue le rôle de deuxième fil métallique et la couche de revêtement protecteur 122 joue le rôle de deuxième couche de revêtement protecteur.
- [0068] Le fil métallique 121 est fait d'un matériau dont la valeur de résistance électrique varie lors d'un changement de température, tel que le platine utilisé dans un détecteur de température à résistance, et n'a pas de capacité d'absorption d'hydrogène. Le diamètre du fil métallique 121 est supérieur ou égal à environ 1  $\mu\text{m}$  et inférieur ou égal à environ 1000  $\mu\text{m}$ , comme le diamètre du fil métallique 111 de la partie de détection 110. La couche de revêtement protecteur 122 contient au moins l'un parmi un oxyde, un nitrure, et un carbure de silicium ou d'aluminium, et est constituée d'une substance inorganique permettant la perméation sélective de l'hydrogène, comme pour la couche de revêtement protecteur 112 de la partie de détection 110. La couche de revêtement protecteur 122 présente de préférence une épaisseur supérieure ou égale à 5 nm et inférieure ou égale à 200 nm, comme la couche de revêtement protecteur 112 de la partie de détection 110.
- [0069] L'unité de traitement d'informations 33 calcule la température au voisinage du fil métallique 121 sur la base de la valeur de résistance électrique du fil métallique 121 de la partie de détection de référence 120. L'unité de traitement d'informations 33 supprime en outre une composante attribuable à la température de la valeur de résistance électrique mesurée dans le fil métallique 111 de la partie de détection 110 pour séparer une composante attribuable à l'absorption de l'hydrogène et calcule la concentration en hydrogène.

- [0070] La [Fig.13] est une vue de face illustrant la structure de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100a dans l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10a selon le deuxième mode de réalisation. Il convient de noter que l'illustration d'une plaque de protection 160 est omise.
- [0071] Les premiers guides 140f et les deuxièmes guides 140s sont agencés comme suit.
- [0072] Plus précisément, premièrement, sur une partie latérale 132a du côté de la partie de fixation 130, quatre des premiers guides 140f ayant un plus grand diamètre sont agencés à des intervalles le long de la partie latérale 132a, comme dans le premier mode de réalisation. En outre, sur une partie latérale 132b du côté opposé à la partie latérale 132a de la partie de fixation 130, trois des premiers guides 140f sont agencés à des intervalles le long de la partie latérale 132b.
- [0073] Deuxièmement, du côté interne des quatre premiers guides 140f agencés le long de la partie latérale 132a, sont agencés les deuxièmes guides 140s de plus petit diamètre. En outre, les deuxièmes guides 140s sont agencés sur le côté interne des trois premiers guides 140f agencés le long de la partie latérale 132b.
- [0074] Ici, le côté interne désigne un côté vers une région prise en sandwich par les premiers guides 140f agencés le long de la partie latérale 132a et les premiers guides 140f agencés le long de la partie latérale 132b. Il convient de noter que le nombre sus-mentionné des guides illustrés sur la [Fig.10] et la [Fig.13] ne sont que des exemples et les nombres ne sont pas limités à ceux-ci comme dans le premier mode de réalisation.
- [0075] Grâce à l'agencement décrit ci-dessus, la partie de détection 110 s'étend à partir de la partie de borne 151a, traverse le premier guide 140f du côté de la partie latérale 132a, le deuxième guide 140s du côté de la partie latérale 132b, le premier guide 140f du côté de la partie latérale 132a, et le deuxième guide 140s du côté de la partie latérale 132b plusieurs fois, et atteint ensuite la partie de borne 152a.
- [0076] La partie de détection de référence 120 s'étend à partir de la partie de borne 151b, traverse le deuxième guide 140s du côté de la partie latérale 132a, le premier guide 140f du côté de la partie latérale 132b, le deuxième guide 140s du côté de la partie latérale 132a, et le premier guide 140f du côté de la partie latérale 132b plusieurs fois, et atteint ensuite la partie de borne 152b.
- [0077] Comme décrit ci-dessus, comme dans le premier mode de réalisation, la partie de détection 110 et la partie de détection de référence 120 sont capables de changer en couissant leurs directions sur les parties de guidage le long de la surface de la partie de fixation 130, et il est également possible de poser la partie de détection 110 et la partie de détection de référence 120 avec une longueur requise tout en empêchant la partie de détection 110 et la partie de détection de référence 120 d'entrer en contact avec la partie de fixation 130 et la plaque de protection 160, et en empêchant la partie de détection 110 et la partie de détection de référence 120 d'entrer en contact l'une avec

l'autre.

[0078] En outre, comme dans le premier mode de réalisation, les zones pelées des couches de revêtement protecteur 112, 122 s'agrandissent moins et, par conséquent, il est possible de réduire la détérioration des performances de détection de l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10a et de réduire les variations entre les produits. En outre, l'amincissement de l'ensemble de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100a est obtenu.

[0079] [Troisième mode de réalisation]

[0080] La [Fig.14] est une vue de face illustrant la structure d'un élément de mesure de concentration d'hydrogène 100b dans un appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10 selon un troisième mode de réalisation. La [Fig.15] est une vue en coupe observée dans la direction de la flèche A-A sur la [Fig.14], illustrant la structure de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100b dans l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10 selon le troisième mode de réalisation. La [Fig.16] est une vue latérale observée dans la direction de la flèche B-B sur la [Fig.14], illustrant la structure de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène 100b dans l'appareil de mesure de concentration d'hydrogène 10 selon le troisième mode de réalisation.

[0081] Le présent mode de réalisation est une modification du premier mode de réalisation. Comme illustré sur la [Fig.15] et la [Fig.16], des guides 140 sont fournis sur les deux surfaces d'une partie de fixation 130. En outre, comme illustré sur la [Fig.15] et la [Fig.16], une partie de borne 151 et une partie de borne 152 sont fournies sur des surfaces opposées de la partie de fixation 130. Par conséquent, une plage où la partie de détection 110 est posée s'étend d'une surface à l'autre surface de la partie de fixation 130.

[0082] La disposition des guides 140 et la disposition de la partie de détection 110 sur ces surfaces sont les mêmes que celles du premier mode de réalisation.

[0083] Une partie traversante 170 est formée pour permettre le passage de la partie de détection 110 d'une première surface 130f ([Fig.15]) vers une deuxième surface 130s ([Fig.15]) de la partie de fixation 130. Plus en détail, comme illustré sur la [Fig.15] et la [Fig.16], des parties traversantes de guidage 171 sont fournies à la même position dans la première surface 130f et la deuxième surface 130s, avec la partie de fixation 130 entre elles. Les parties traversantes de guidage 171 possèdent chacune un trou traversant incurvé 171a ([Fig.14], [Fig.15]), de sorte qu'une partie de contact de la partie de détection 110 avec la partie traversante de guidage 171 est incurvée. En outre, la partie de fixation 130 présente, au niveau de sa partie à laquelle les parties traversantes de guidage 171 sont fixées, un trou traversant 131 ([Fig.15]), présente un diamètre plus grand que celui des trous traversants incurvés 171a et plus petit que le diamètre externe des parties traversantes de guidage 171.

- [0084] Selon le présent mode de réalisation tel que structuré ci-dessus, il est possible de poser la partie de détection 110 le long des deux surfaces de la partie de fixation 130. Par conséquent, pour poser la partie de détection 110 avec la même longueur, la partie de fixation 130 n'a besoin que d'avoir sensiblement la moitié d'une zone de celle du premier mode de réalisation. Par conséquent, l'installation à un endroit où la zone de la partie de fixation 130 doit être petite du fait de la raison de l'agencement devient facile, ce qui donne davantage d'options pour l'emplacement d'installation de la partie de fixation 130.
- [0085] Selon les modes de réalisation décrits jusqu'ici, il est possible de fournir un élément de mesure de concentration d'hydrogène et un appareil de mesure de concentration d'hydrogène qui subissent moins de détérioration des performances de détection d'hydrogène.
- [0086] [Autres modes de réalisation]
- [0087] Bien que des modes de réalisation de la présente invention aient été décrits, les modes de réalisation ont été présentés à titre d'exemple et ne sont pas destinés à limiter la portée des inventions. De plus, les caractéristiques du deuxième mode de réalisation et du troisième mode de réalisation peuvent être utilisées en combinaison. Les modes de réalisation peuvent être réalisés sous diverses autres formes. Diverses omissions, divers remplacements et diverses modifications peuvent être apportés sans s'écarter de l'esprit de l'invention. Les modes de réalisation ci-dessus et leurs variantes appartiennent à la portée et à l'esprit de l'invention, et sont de même dans la portée de l'invention définie dans les revendications annexées et la plage d'équivalence de celles-ci.
- [0088] **EXPLICATION DES SYMBOLES DE RÉFÉRENCE**
- [0089] 1 : enceinte de confinement de réacteur nucléaire, 10, 10a : appareil de mesure de concentration d'hydrogène, 31 : résistance, 32 : ligne de connexion, 33 : unité de traitement d'informations, 100, 100a, 100b : élément de mesure de concentration d'hydrogène, 110 : partie de détection, 111 : fil métallique, 112 : couche de revêtement protecteur, 120 : partie de détection de référence, 121 : fil métallique, 122 : couche de revêtement protecteur, 130, 130a : partie de fixation, 131 : trou traversant, 132a, 132b : partie latérale, 140, 140a, 140b, 140c, 140d, 140e : guide, 140f : premier guide, 140s : deuxième guide, 141, 141a, 141b : rainure, 141e : évidement, 142 : butée interne, 143 : butée externe, 145e : élément en forme de barre coudée, 151, 151a, 151b, 152, 152a, 152b : partie de borne, 160, 160a : plaque de protection, 161 : événement, 170 : partie traversante, 171 : partie traversante de guidage, 171a : trou traversant incurvé

## Revendications

- [Revendication 1] Élément de mesure de concentration d'hydrogène (100, 100a, 100b) comprenant :
- une partie de détection (110) en forme de fil comprenant un premier fil métallique (111) dont la valeur de résistance électrique est modifiée par l'absorption d'hydrogène et une première couche de revêtement protecteur (112) présentant une perméabilité à l'hydrogène et recouvrant le premier fil métallique (111) ;
  - une partie de fixation (130) en forme de plaque ;
  - deux premières parties de borne (151, 152) fournies chacune sur l'une des deux surfaces de la partie de fixation (130) ; et
  - une pluralité de guides (140) qui sont disposés sur au moins une surface de la partie de fixation (130) pour faire saillie à partir de la surface et permettre à la partie de détection (110) d'être posée entre les deux premières parties de borne (151, 152) tout en changeant une direction.
- [Revendication 2] Élément de mesure de concentration d'hydrogène (100, 100a, 100b) selon la revendication 1, dans lequel la pluralité de guides (140) peuvent coulisser par rapport à la partie de détection (110).
- [Revendication 3] Élément de mesure de concentration d'hydrogène (100, 100a, 100b) selon la revendication 1 ou la revendication 2, l'élément (100, 100a, 100b) comprenant en outre une plaque de protection (160, 160a) faisant face à la partie de fixation (130) pour recouvrir un côté externe de la partie de détection (110).
- [Revendication 4] Élément de mesure de concentration d'hydrogène (100, 100a, 100b) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la pluralité de guides (140) comprennent chacun : un dispositif anti-contact qui empêche la partie de détection (110) d'entrer en contact avec la partie de fixation (130) ; et une aide à l'arrêt qui empêche la partie de détection (110) de partir dans une direction dans laquelle les guides (140) font saillie à partir de la partie de fixation (130).
- [Revendication 5] Élément de mesure de concentration d'hydrogène (100, 100a, 100b) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la pluralité de guides (140a, 140b, 140c, 140d) présentent chacun une partie de guidage en forme de rainure au milieu dans une direction axiale d'une colonne du guide.
- [Revendication 6] Élément de mesure de concentration d'hydrogène (100, 100a, 100b) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la pluralité

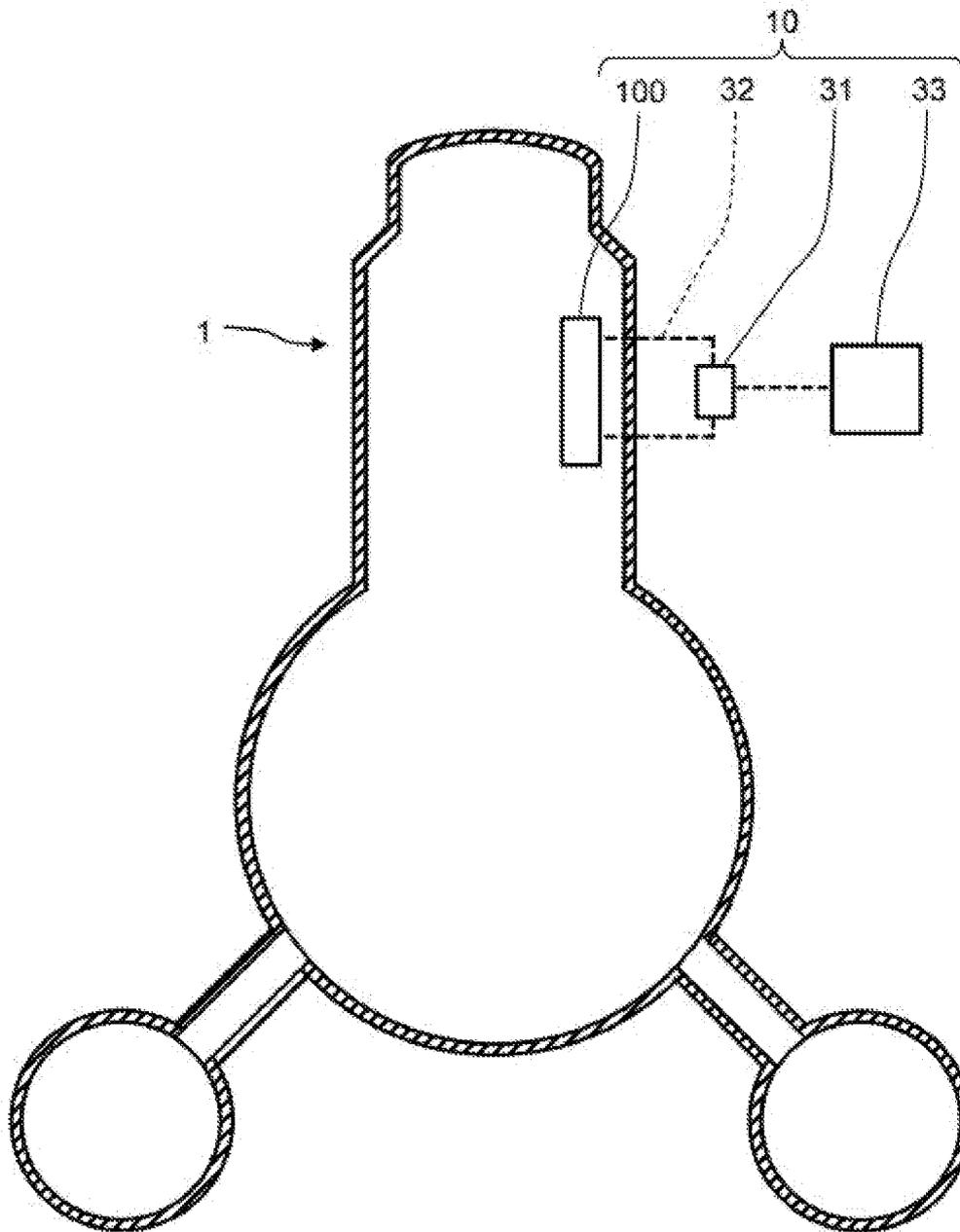
- de guides (140e) présentent chacun une forme dans laquelle une barre est pliée, et présentent une partie de guidage formée sur un côté interne.
- [Revendication 7] Élément de mesure de concentration d'hydrogène (100b) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel :
- la partie de détection (110) est posée sur une première surface de la partie de fixation (130) et est en outre posée en continu sur une deuxième surface sur un côté arrière de la première surface ; et la partie de fixation (130) présente une partie traversante (170) pour permettre à la partie de détection (110) de passer à travers depuis la première surface vers la deuxième surface.
- [Revendication 8] Élément de mesure de concentration d'hydrogène (100, 100a, 100b) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel au moins une surface de parties qui entre en contact avec la partie de détection (110) dans chacun de la pluralité de guides (140) est un isolant électrique.
- [Revendication 9] Élément de mesure de concentration d'hydrogène (100a) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant en outre :
- une partie de détection de référence (120) en forme de fil comprenant un deuxième fil métallique (121) dont la valeur de résistance électrique est modifiée par un changement de température et une deuxième couche de revêtement protecteur (122) recouvrant le deuxième fil métallique (121) ;
- deux deuxième parties de borne (151b, 152b) fournies adjacentes aux premières parties de borne (151a, 152a) ; et
- une pluralité de deuxième guides (140s) qui guident la partie de détection de référence (120),
- dans lequel :
- dans les deuxième guides (140), les parties qui viennent en contact avec la partie de détection de référence (120) ont un diamètre différent de celui des parties qui viennent en contact avec la partie de détection (110) dans les guides (140) ; et
- la partie de détection de référence (120) est posée le long de la partie de détection (110) entre les deux deuxième parties de borne (151b, 152b) sans entrer en contact avec la partie de détection (110).
- [Revendication 10] Appareil de mesure de concentration d'hydrogène (10, 10a) comprenant :
- l'élément de mesure de concentration d'hydrogène (100, 100a, 100b) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 ; et

une unité de traitement d'informations (33) qui calcule la concentration en hydrogène à partir de la valeur de résistance électrique du premier fil métallique (111) de l'élément de mesure de concentration d'hydrogène (100, 100a, 100b).

[Revendication 11] Appareil de mesure de concentration d'hydrogène (10, 10a) selon la revendication 10, dans lequel une cible de mesure est une atmosphère dans une enceinte de confinement de réacteur nucléaire (1).

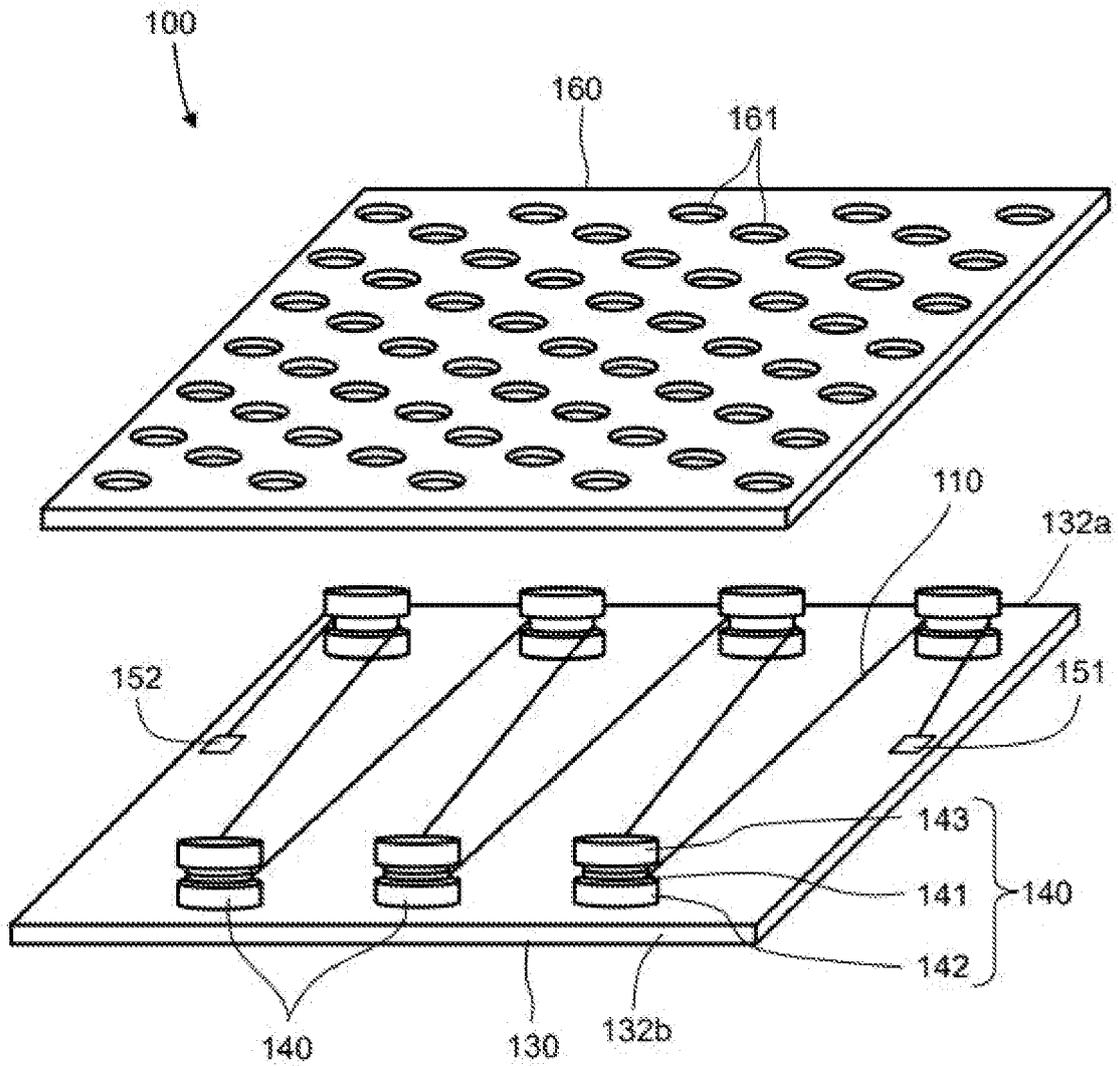
[Fig. 1]

FIG. 1



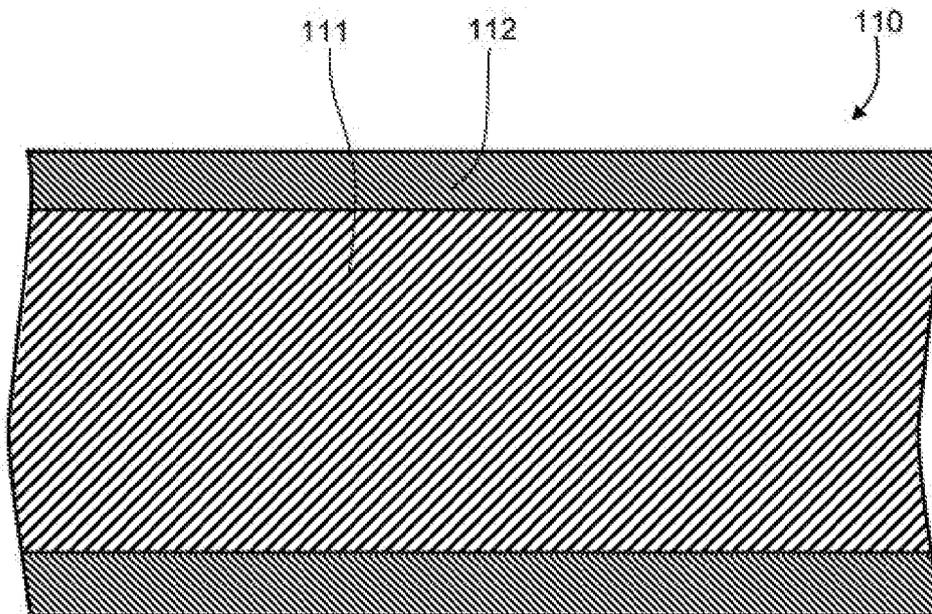
[Fig. 2]

FIG. 2



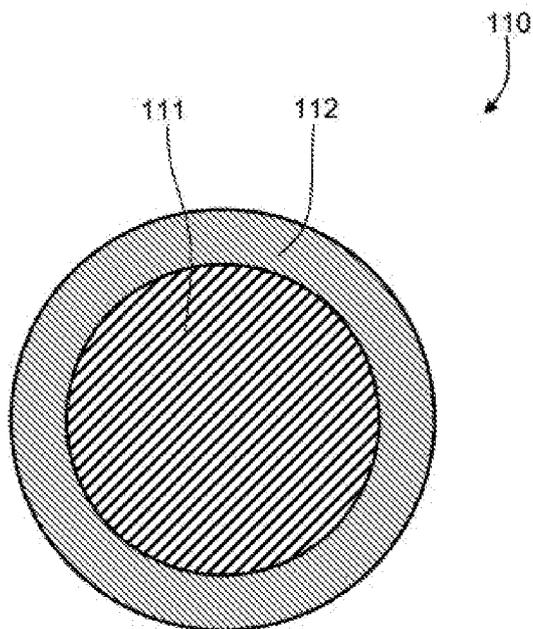
[Fig. 3]

FIG. 3



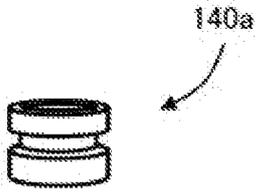
[Fig. 4]

FIG. 4



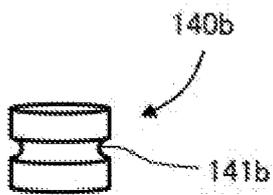
[Fig. 5]

FIG. 5



[Fig. 6]

FIG. 6



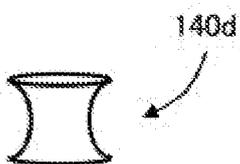
[Fig. 7]

FIG. 7



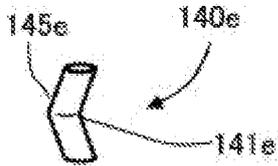
[Fig. 8]

FIG. 8



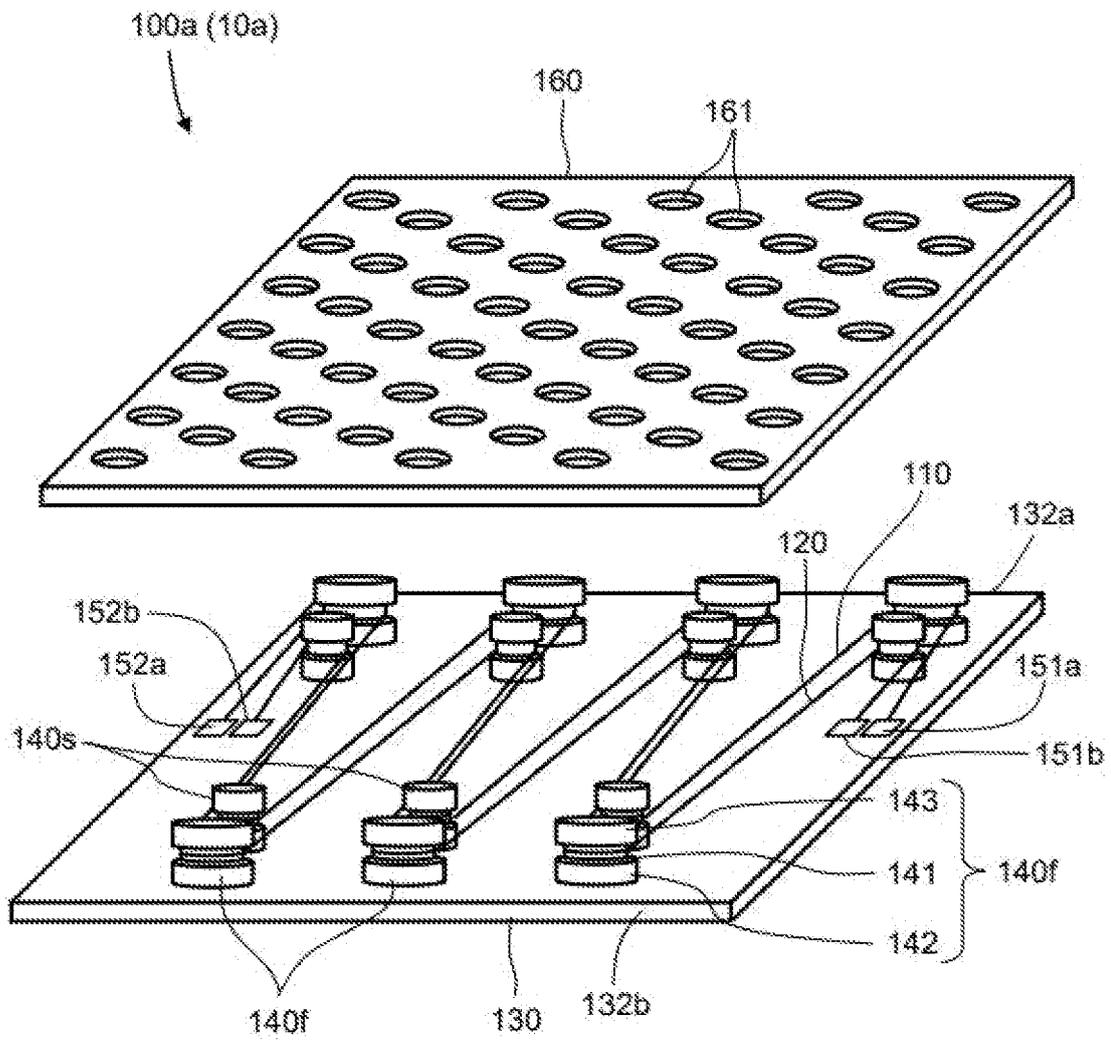
[Fig. 9]

FIG. 9



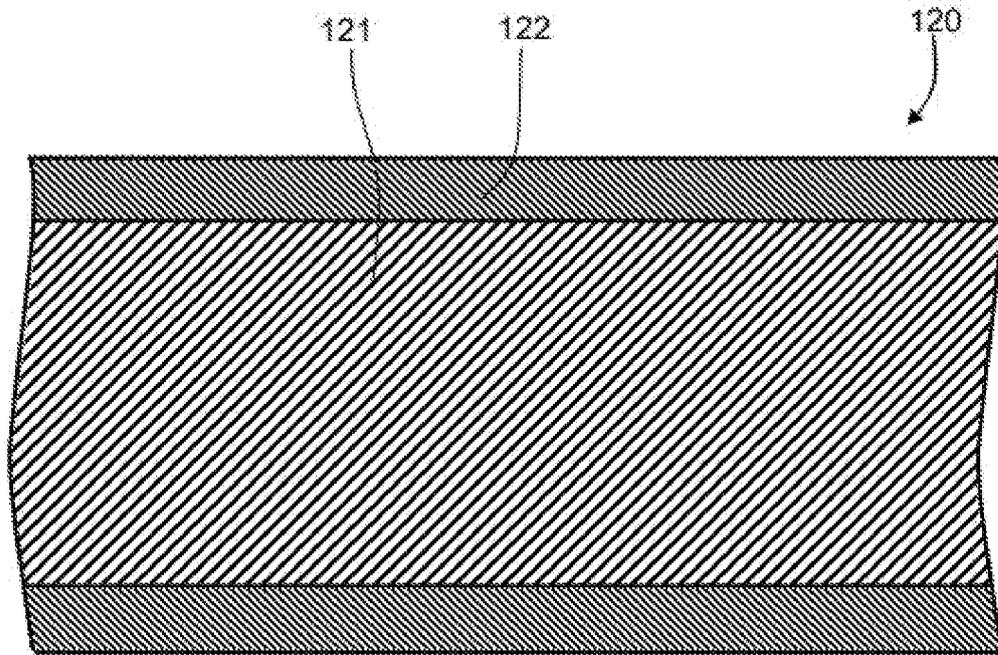
[Fig. 10]

FIG. 10



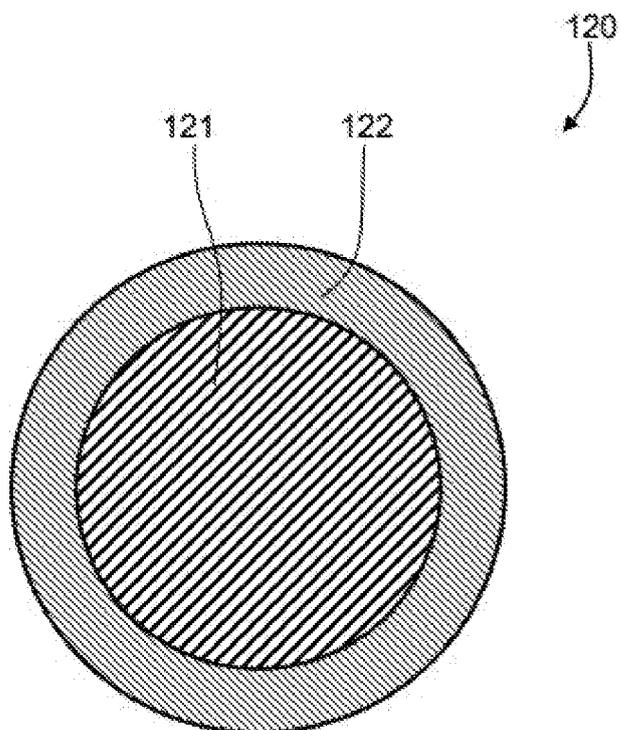
[Fig. 11]

FIG. 11



[Fig. 12]

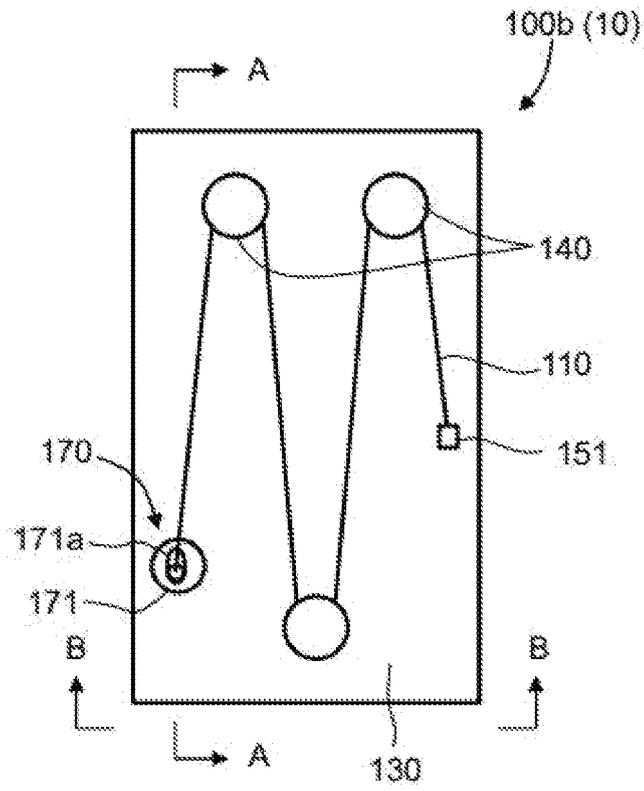
FIG. 12





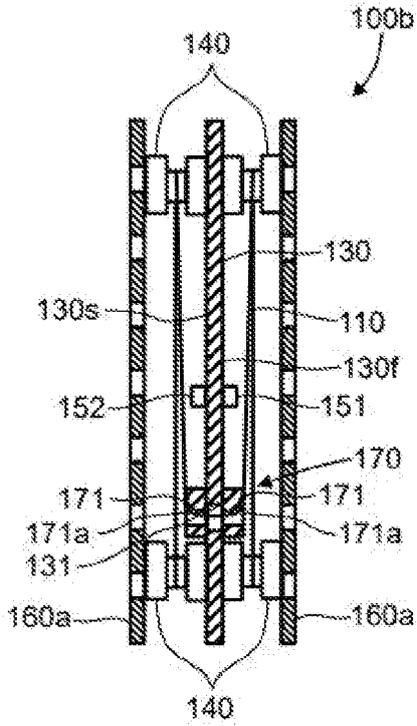
[Fig. 14]

FIG. 14



[Fig. 15]

FIG. 15



[Fig. 16]

FIG. 16

