

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

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

3 147 868

②1 N° d'enregistrement national : **23 03665**

⑤1 Int Cl⁸ : **G 01 N 27/06 (2023.01)**

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 Dispositif de détection d'ions fluorure en milieu nitrique.

②2 Date de dépôt : 13.04.23.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 18.10.24 Bulletin 24/42.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 07.03.25 Bulletin 25/10.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES
Etablissement public à caractère industriel et
commercial — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : BOSONNET Sophie, CLOUE Olivier,
AYRAULT Danièle, GUILBERT Morgane, BOSLAND
Léo, SUBE Samuel, GINESTAR Kevin et JUNOD
Laurent.

⑦3 Titulaire(s) : *COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES
Etablissement public à caractère industriel et
commercial.*

⑦4 Mandataire(s) : BREVALEX.

FR 3 147 868 - B1



Description

Titre de l'invention : Dispositif de détection d'ions fluorure en milieu nitrique

Domaine technique

[0001] L'invention concerne le domaine de la détection d'éléments chimiques et concerne plus particulièrement la détection de l'élément chimique fluor (F) sous forme libre, c'est-à-dire sous forme d'ions fluorure.

ART ANTÉRIEUR

[0002] Il est connu de détecter la présence de l'élément fluor au sein d'une solution notamment au moyen de tubes réactifs, avec des moyens spectroscopiques, ou encore avec des moyens chromatographiques.

[0003] Les procédés et les dispositifs actuels sont coûteux à mettre en œuvre et nécessitent généralement des prélèvements destructifs dans la solution. Leur mise en œuvre est en général fastidieuse et ils sont difficiles à intégrer dans un procédé industriel en continu.

[0004] De plus, ces procédés et dispositifs sont généralement limités à la détection de l'élément fluor dans son ensemble, qu'il soit présent sous forme complexe ou libre, et ne sont pas à même de distinguer les ions fluorures de l'élément fluor présent sous forme de complexes (par exemple lorsqu'il est lié à un cation métallique, ou qu'il est lié à un proton pour former l'acide fluorhydrique).

Exposé de l'invention

[0005] L'invention a pour but d'améliorer les dispositifs de détection de l'art antérieur.

[0006] À cet effet, l'invention vise un dispositif de détection d'ions fluorure en milieu nitrique comportant :

- une sonde de détection comportant : un élément de mesure en zirconium présentant une paroi délimitant un espace interne fermé, cet élément de mesure étant destiné à être plongé dans le milieu nitrique à inspecter ; un élément de référence en zirconium, disposé dans l'espace interne de l'élément de mesure et électriquement connecté par une première extrémité à l'élément de mesure ;
- des conducteurs de mesure électriquement connectés à l'élément de mesure et à l'élément de référence, et adaptés à la mesure de la résistance électrique d'une portion de l'élément de mesure et d'une portion de l'élément de référence ;
- un circuit de mesure de résistance électrique connecté auxdits conducteurs de mesure, et adapté à mesurer la résistance électrique relative de ladite portion de l'élément de mesure, par rapport à ladite portion de l'élément de référence ;
- un circuit de détection adapté à corrélérer une augmentation de ladite résistance relative avec la présence d'ions fluorure dans le milieu nitrique.

- [0007] L'invention permet précisément la détection uniquement des ions fluorures au sein du milieu nitrique.
- [0008] Le dispositif selon l'invention peut être installé en ligne, sur un procédé en continu, pour permettre un suivi continu et une détection quasiment en temps réel de la présence d'ions fluorure dans le milieu nitrique inspecté, sans nécessiter de prélèvement, ni intervenir sur le milieu nitrique.
- [0009] Le dispositif selon l'invention peut fournir une information d'une grande précision, sans recourir nécessairement à des ressources coûteuses.
- [0010] L'invention peut être mise en œuvre par exemple dans les industries de production d'acide nitrique, ou tout procédé utilisant l'acide nitrique, de fabrication de structures destinées à recevoir de l'acide nitrique (tels que des cuves de stockage d'acides, ou pour le traitement combustible nucléaire usagé), dans le domaine de la fabrication d'instruments de suivi et de contrôle chimique, ou de la chimie de laboratoire.
- [0011] Le dispositif selon l'invention peut comporter les caractéristiques additionnelles suivantes, seules ou en combinaison :
- [0012] – lesdits conducteurs de mesure comportent : un premier conducteur de mesure électriquement connecté à l'élément de mesure en un premier point de mesure et un deuxième conducteur de mesure électriquement connecté à l'élément de mesure en un deuxième point de mesure situé à une distance prédéterminée du premier point de mesure ; un premier conducteur de mesure de référence électriquement connecté à l'élément de référence en un premier point de mesure de référence et un deuxième conducteur de mesure de référence électriquement connecté à l'élément de référence en un deuxième point de mesure de référence situé à une distance prédéterminée du premier point de mesure de référence ;
- [0013] – le dispositif comporte de plus un premier conducteur d'alimentation électriquement connecté à l'élément de mesure, et un deuxième conducteur d'alimentation électriquement connecté à une deuxième extrémité de l'élément de référence ;
- [0014] – lesdits conducteurs sont de même matériau que l'élément de mesure ;
- [0015] – la sonde de détection comporte un corps sur lequel l'élément de mesure est hermétiquement rattaché, lesdits conducteurs étant raccordés en sortie de ce corps à un câblage externe ;
- [0016] – ledit corps est de même matériau que l'élément de mesure ;
- [0017] – l'élément de mesure présente une forme tubulaire, et l'élément de référence présente une forme oblongue s'étendant longitudinalement dans l'élément de mesure, l'élément de référence étant électriquement connecté à l'élément de mesure au niveau d'une extrémité de l'élément de mesure sur une extrémité de l'élément de mesure ;
- [0018] – l'élément de mesure est formé d'un tube fermé par un bouchon sur lequel l'élément de référence est électriquement connecté ;

- [0019] – la sonde de détection comporte un matériau isolant électrique en contact avec les faces internes de l'élément de mesure et en contact avec l'élément de référence, ce matériau isolant électrique présentant une conductivité thermique supérieure à 1,15 W/m.k ;
- [0020] – lesdits conducteurs sont soudés sur l'élément de mesure par soudage sous vide ;
- [0021] – le circuit de mesure de résistance électrique est adapté à une mesure de résistance de type « 4 fils » ;
- [0022] – l'élément de référence est issu de la même coulée métallurgique que l'élément de mesure.

PRÉSENTATION DES FIGURES

- [0023] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description non limitative qui suit, en référence aux dessins annexés dans lesquels :
- [0024] – la [Fig.1] illustre schématiquement un dispositif de détection d'ions fluorure en milieu nitrique selon l'invention ;
- [0025] – la [Fig.2] illustre en perspective la sonde de détection du dispositif de la [Fig.1] ;
- [0026] – la [Fig.3] est une vue en coupe de la sonde de détection ;
- [0027] – la [Fig.4] illustre un exemple de mesure de résistance relative avec la sonde de détection.
- [0028] Les éléments similaires et communs aux divers modes de réalisation portent les mêmes numéros de renvoi aux figures.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE

- [0029] La [Fig.1] illustre schématiquement un dispositif de détection d'ions fluorure en milieu nitrique selon l'invention.
- [0030] Le dispositif de détection comporte une sonde de détection 1 destinée à entrer en contact avec le milieu nitrique ainsi qu'un module électronique de mesure 2 comportant les composants nécessaires au fonctionnement du dispositif de détection. Le module 2 est relié à la sonde de détection 1 par un ou des câbles 3, et comporte les interfaces adaptées au dispositif et notamment pour consulter ou exporter les données et les alertes produites, directement ou par l'intermédiaire de moyens informatiques supplémentaires. Le module 2 comporte un circuit de mesure 25 de résistance électrique, et un circuit de détection 26. Les circuits 25, 26 peuvent être constitués par tous moyens électroniques et/ou informatiques connus, avec la programmation adaptée, et éventuellement par un ordinateur externe avec une interface de communication adapté.
- [0031] Le milieu nitrique 4 est ici schématisé à l'intérieur d'une portion d'un contenant (conduit de circulation, cuve, etc.) qui est délimité par une paroi 5.
- [0032] La sonde de détection 1 comporte un élément de mesure 6 qui est une enveloppe

fermée adaptée à entrer en contact avec le milieu nitrique 4, avec une paroi délimitant un espace interne fermé, et étanche à ce milieu. La sonde de détection 1 est, dans cet exemple de réalisation, adaptée à être montée de manière étanche sur la paroi 5 de sorte que l'élément de mesure 6 soit au contact du milieu nitrique 4.

[0033] Le milieu nitrique 4 peut être toute solution comportant au moins en partie de l'acide nitrique.

[0034] La [Fig.2] est une vue en perspective de la sonde de détection 1, avec l'élément de mesure 6 vu en transparence de manière à rendre visibles ses constituants internes.

[0035] La [Fig.3] représente également la sonde de détection 1, ici selon une vue en coupe.

[0036] L'élément de mesure 6 est formé d'une paroi métallique en zirconium.

[0037] En référence aux figures 2 et 3, l'élément de mesure 6 renferme un élément de référence 7. L'élément de référence 7 est réalisé dans le même matériau que l'élément de mesure 6. L'élément de référence 7 présente une forme oblongue s'étendant longitudinalement dans l'élément de mesure (6). L'élément de référence peut être constitué par toute forme oblongue : fil, lame ou lamelle, cylindre, etc. Dans le présent exemple, cette forme oblongue est une lame .

[0038] L'élément de référence 7 est fabriqué dans le même matériau et de préférence issue de la même coulée métallurgique que l'élément de mesure 6, donc en zirconium.

[0039] Dans le présent exemple, l'élément de mesure 6 est constitué d'un tube 8 hermétiquement fermé à son extrémité par un bouchon 9. La sonde de détection 1 comporte un corps 10 et l'élément de mesure 6 est manchonné de manière hermétique sur ce corps 10, par exemple par soudage.

[0040] L'élément de référence 7 est disposé à l'intérieur de l'élément de mesure 6 et est électriquement connecté à l'élément de mesure 6. Dans le présent exemple, l'élément de référence 7 est électriquement connecté à l'élément de mesure 6 au niveau du bouchon 9, par l'une des extrémités de l'élément de référence 7. Dans cet exemple, l'élément de référence 7 s'étend également sur toute la longueur de l'élément de mesure 6.

[0041] L'élément de mesure 6 présente ainsi une forme tubulaire, et la lame qui constitue dans cet exemple l'élément de référence 7 s'étend longitudinalement dans l'élément de mesure 6, l'élément de référence 7 étant électriquement connecté à l'élément de mesure 6 au niveau d'une extrémité de ladite lame sur une extrémité de la forme tubulaire de l'élément de mesure 6.

[0042] La connexion électrique entre l'élément de référence 7 et l'élément de mesure 6 peut être réalisée par tout moyen qui ne porte pas atteinte à l'étanchéité de l'ensemble, tel que soudure, collage, etc.

[0043] Un matériau isolant électriquement 24 et thermiquement conducteur est coulé à l'intérieur de l'élément de mesure 6 et maintient en place l'élément de référence 7, en

l'isolant électriquement de l'élément de mesure 6 mais en le couplant thermiquement.

[0044] Le dispositif comporte de plus des conducteurs de mesure 11, 12, 13, 14 adaptés à la mesure :

- de la résistance électrique d'une portion de l'élément de mesure 6 ; et
- de la résistance électrique, prise comme référence, d'une portion de l'élément de référence 7.

[0045] Ainsi, le dispositif comporte ici un premier conducteur de mesure 11 électriquement connecté à l'élément de mesure 6 en un premier point de mesure 15, ainsi qu'un deuxième conducteur de mesure 12 électriquement connecté à l'élément de mesure 6 en un deuxième point de mesure 16. Ces points de mesure 15,16 sont situés sur la face interne de l'élément de mesure 6.

[0046] De manière similaire, le dispositif comporte ici un premier conducteur de mesure de référence 13 électriquement connecté à l'élément de référence 7 en un premier point de mesure de référence 17, ainsi qu'un deuxième conducteur de mesure de référence 14 électriquement connecté à l'élément de référence 7 en un deuxième point de mesure de référence 18.

[0047] La connexion électrique entre les conducteurs de mesure 11, 12, 13, 14 au niveau des points de mesure 15, 16, 17, 18 est réalisée par tout moyen connu et adapté tel que soudage.

[0048] Les premier et deuxième points de mesure 15, 16 de l'élément de mesure 6, d'une part, et les premier et deuxième points de mesure de référence 17, 18 de l'élément de référence 7, d'autre part, sont respectivement espacés d'une distance prédéterminée, définissant une portion de l'élément de mesure 6 et de l'élément de référence 7 sur laquelle sera mesurée la résistance électrique correspondante.

[0049] La mesure de la résistance électrique entre chaque paire de points de mesure 15, 16 ; 17, 18 peut être réalisée par tout moyen connu. Dans le présent exemple, cette mesure de résistance électrique est réalisée par une mesure dite « 4 fils ».

[0050] Pour cette mise en œuvre, le dispositif comporte un premier conducteur d'alimentation 20 qui est électriquement raccordé à la base de l'élément de mesure 6, sur sa face interne, au niveau d'un premier point d'alimentation 22. Le premier point d'alimentation 22 est situé dans ce cas au contact entre le premier conducteur d'alimentation 20 et la face interne de l'élément de mesure 6. En variante, le premier conducteur d'alimentation 20 peut être électriquement raccordé sur le corps 10, de préférence à proximité de la jonction entre le corps 10 et l'élément de mesure 6 (le premier point d'alimentation 22 étant alors situé à la jonction entre le corps 10 et l'élément de mesure 6). Cette variante permet une simplification du procédé de fabrication du dispositif.

[0051] Le dispositif comporte également un deuxième conducteur d'alimentation 21 qui est

électriquement raccordé à l'élément de référence 7 au niveau d'un deuxième point d'alimentation 23. Le deuxième point d'alimentation 23 est situé sur une extrémité de l'élément de référence 7 qui est opposée à l'extrémité par laquelle l'élément de référence est électriquement connecté à l'élément de mesure 6. Ainsi, les conducteurs d'alimentation permettent de faire passer un courant en série à travers l'élément de mesure 6 et l'élément de référence 7.

- [0052] Les conducteurs de mesure 11, 12, 13, 14 et les conducteurs d'alimentation 20, 21 sont raccordés à la sortie du corps 10 à un câblage externe (schématisé par le câble 3 sur la [Fig.1]) nécessaire à la connexion avec le module 2. Les conducteurs 11, 12, 13, 14, 20, 21 sont gainés par exemple par un polymère isolant électrique adapté.
- [0053] La [Fig.4] illustre schématiquement la mesure de résistance 4 fils appliquée aussi bien à l'élément de mesure 6 qu'à l'élément de référence 7. Sur la [Fig.4], la résistance 19 schématise la résistance à mesurer de la portion d'élément de mesure 6 ou d'élément de référence 7 située entre les deux points de mesure 15, 16 ou 17, 18.
- [0054] De manière connue pour une mesure de résistance 4 fils, une source de courant (contenue dans le module 2, dans le circuit de mesure 25 de résistance) fait circuler un courant constant entre les deux points d'alimentation 22, 23. Ce courant traverse l'élément de mesure 6 et l'élément de référence 7. La tension entre les deux points de mesure 15, 16 d'une part, et 17, 18 d'autre part est alors mesurée de manière précise (grâce à des moyens de mesure de tension contenus dans le module 2, dans le circuit de mesure 25 de résistance) pour en déduire la valeur de la résistance 19 par la loi d'Ohm. Une mesure précise de la résistance électrique de la portion de d'élément de mesure 6 et de la portion de l'élément de référence 7 en question est ainsi réalisée en continu, de manière à détecter de minimes variations de résistance.
- [0055] Le module 2, grâce au circuit de mesure 25, procède de plus à une mesure relative de la résistance de ladite portion de l'élément de mesure 6 par rapport à la résistance de ladite portion de l'élément de référence 7. Autrement dit, le circuit de mesure 25 détermine la variation de résistance électrique de la portion de l'élément de mesure 6 qui va au-delà de la variation de la résistance électrique de la portion de l'élément de référence 7. Cette mesure relative peut être réalisée par une mesure individuelle de la résistance de ladite portion de l'élément de mesure 6, et de ladite portion de l'élément de référence 7, et le rapport de ces tensions est déterminé par le module 2, éventuellement avec des moyens informatiques reliés au module 2 par une interface adaptée. Pour obtenir cette résistance relative, la valeur de la résistance électrique relative à l'élément de référence 7 peut être soustraite en continu de la valeur de la résistance électrique relative à l'élément de mesure 6.
- [0056] La mesure de cette résistance électrique relative permet de quantifier la valeur de la résistance électrique (de ladite portion de l'élément de mesure) de manière indé-

pendante de la température. Le matériau isolant 24 étant thermiquement conducteur, l'élément de mesure 6 et l'élément de référence 7 sont soumis sensiblement à la même température, et les variations de la résistance électrique relatives à des changements de température seront vues aussi bien par l'élément de mesure 6 que par l'élément de référence 7. Ces variations de résistance électrique dues à la température ne seront donc pas prises en compte dans la mesure de ladite résistance électrique relative, cette dernière ne variant donc que sous l'influence des interactions de l'élément de mesure 6 avec le milieu nitrique 4.

- [0057] Lorsque le dispositif de détection est en service, l'élément de mesure 6 est plongé dans le milieu nitrique 4 et les ions fluorure qui seraient présents dans le milieu nitrique viennent réagir avec le matériau constituant l'élément de mesure 6. Ainsi, la présence d'ions fluorures dans le milieu nitrique 4 entraîne une diminution d'épaisseur de l'élément de mesure 6, qui est au contact du milieu nitrique 4, et n'a pas d'incidence sur l'élément de référence 7, qui est protégé à l'intérieur de l'élément de mesure 6.
- [0058] La présence d'ions fluorure dans le milieu nitrique entraînera une diminution (même faible) de l'épaisseur de zirconium de l'élément de mesure 6, et cette présence sera détectée par l'augmentation de ladite résistance électrique relative au-delà d'un seuil prédéterminé. Le circuit de détection 26 du module 2 est adapté (par construction ou programmation) à corrélérer une augmentation de la valeur de ladite résistance relative avec la présence d'ions fluorure dans le milieu nitrique 4. Le circuit de détection 26 est adapté à détecter la présence d'ions fluorure dans le milieu nitrique, en fonction d'une augmentation de ladite résistance électrique relative. Le circuit de détection 26 peut être calibré par exemple expérimentalement ou par calcul.
- [0059] Dans un mode de réalisation particulièrement avantageux, les conducteurs de mesure 11, 12, 13, 14, les conducteurs d'alimentation 20, 21, et le corps 10 sont faits du même matériau que l'élément de mesure 6 (en zirconium). Ainsi, l'ensemble de la sonde de détection 1 peut être réalisée par une technique de soudage telle que des procédés de soudage à haute densité d'énergie comme le faisceau d'électrons sous vide ou le soudage par résistance, qui permettent aussi bien l'assemblage du tube 8 et du bouchon 9, que le soudage des conducteurs aux points de mesure 15, 16, 17, 18 et aux points d'alimentation 22, 23.
- [0060] Le module 2 peut être programmé selon tout procédé adapté, par exemple pour contrôler en continu la variation de ladite résistance relative et donc qualifier ainsi l'évolution de la présence d'ions fluorure dans le milieu nitrique 4.
- [0061] Des variantes de réalisation du dispositif peuvent être envisagées, par exemple la forme et les dispositions de l'élément de mesure 6, ou les moyens de mesure de la résistance relative qui peuvent être différents.

Revendications

- [Revendication 1] Dispositif de détection d'ions fluorure en milieu nitrique, caractérisé en ce qu'il comporte :
- une sonde de détection (1) comportant : un élément de mesure (6) en zirconium présentant une paroi délimitant un espace interne fermé, cet élément de mesure (6) étant destiné à être plongé dans le milieu nitrique (4) à inspecter ; un élément de référence (7) en zirconium, disposé dans l'espace interne de l'élément de mesure (6) et électriquement connecté par une première extrémité à l'élément de mesure (6) ;
 - des conducteurs de mesure (11, 12, 13, 14) électriquement connectés à l'élément de mesure (6) et à l'élément de référence (7), et adaptés à la mesure de la résistance électrique d'une portion de l'élément de mesure (6) et d'une portion de l'élément de référence (7) ;
 - un circuit de mesure (25) de résistance électrique connecté auxdits conducteurs de mesure (11, 12, 13, 14), et adapté à mesurer la résistance électrique relative de ladite portion de l'élément de mesure (6), par rapport à ladite portion de l'élément de référence (7) ;
 - un circuit de détection (26) adapté à corrélérer une augmentation de ladite résistance relative avec la présence d'ions fluorure dans le milieu nitrique (4).
- [Revendication 2] Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits conducteurs de mesure (11, 12, 13, 14) comportent :
- un premier conducteur de mesure (11) électriquement connecté à l'élément de mesure (6) en un premier point de mesure (15) et un deuxième conducteur de mesure (12) électriquement connecté à l'élément de mesure (6) en un deuxième point de mesure (16) situé à une distance prédéterminée du premier point de mesure (15) ;
 - un premier conducteur de mesure de référence (13) électriquement connecté à l'élément de référence (7) en un premier point de mesure de référence (17) et un deuxième conducteur de mesure de référence (14) électriquement connecté à l'élément de référence (7) en un deuxième point de mesure de référence (18) situé à une distance prédéterminée du premier point de mesure de référence (17).
- [Revendication 3] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte de plus un premier conducteur d'alimentation (20) électriquement connecté à l'élément de mesure (6), et un deuxième conducteur d'alimentation (21) électriquement connecté à une deuxième

- extrémité de l'élément de référence (7).
- [Revendication 4] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits conducteurs sont de même matériau que l'élément de mesure (6).
- [Revendication 5] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la sonde de détection (1) comporte un corps (10) sur lequel l'élément de mesure (6) est hermétiquement rattaché, lesdits conducteurs étant raccordés en sortie de ce corps (10) à un câblage externe (3).
- [Revendication 6] Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit corps (10) est de même matériau que l'élément de mesure (6).
- [Revendication 7] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément de mesure (6) présente une forme tubulaire, et l'élément de référence (7) présente une forme oblongue s'étendant longitudinalement dans l'élément de mesure (6), l'élément de référence (7) étant électriquement connecté à l'élément de mesure (6) au niveau d'une extrémité de l'élément de référence (7) sur une extrémité de l'élément de mesure (6).
- [Revendication 8] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément de mesure (6) est formé d'un tube (8) fermé par un bouchon (9) sur lequel l'élément de référence (7) est électriquement connecté.
- [Revendication 9] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la sonde de détection (1) comporte un matériau isolant électrique (24) en contact avec les faces internes de l'élément de mesure (6) et en contact avec l'élément de référence (7), ce matériau isolant électrique (24) présentant une conductivité thermique supérieure à 1,15 W/m.k.
- [Revendication 10] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits conducteurs sont soudés sur l'élément de mesure par soudage sous vide.
- [Revendication 11] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le circuit de mesure (25) de résistance électrique est adapté à une mesure de résistance de type « 4 fils ».
- [Revendication 12] Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément de référence (7) est issu de la même coulée métallurgique que l'élément de mesure (6).

[Fig. 1]

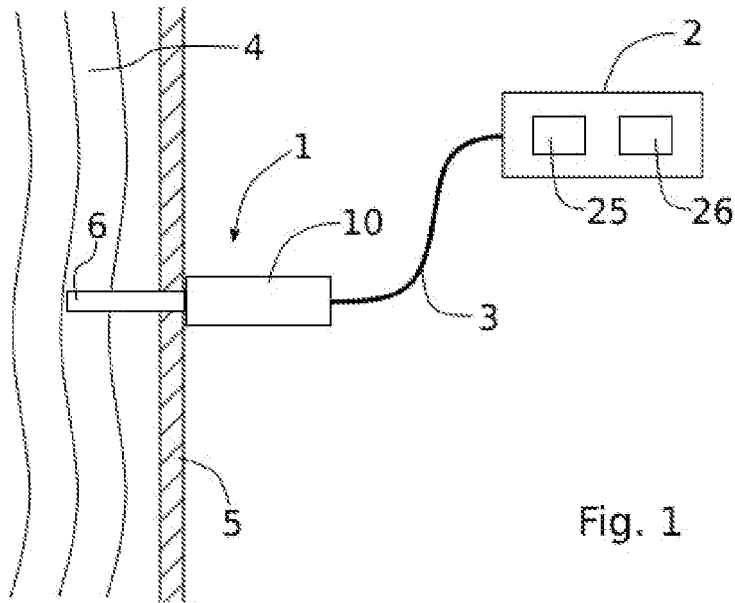


Fig. 1

[Fig. 2]

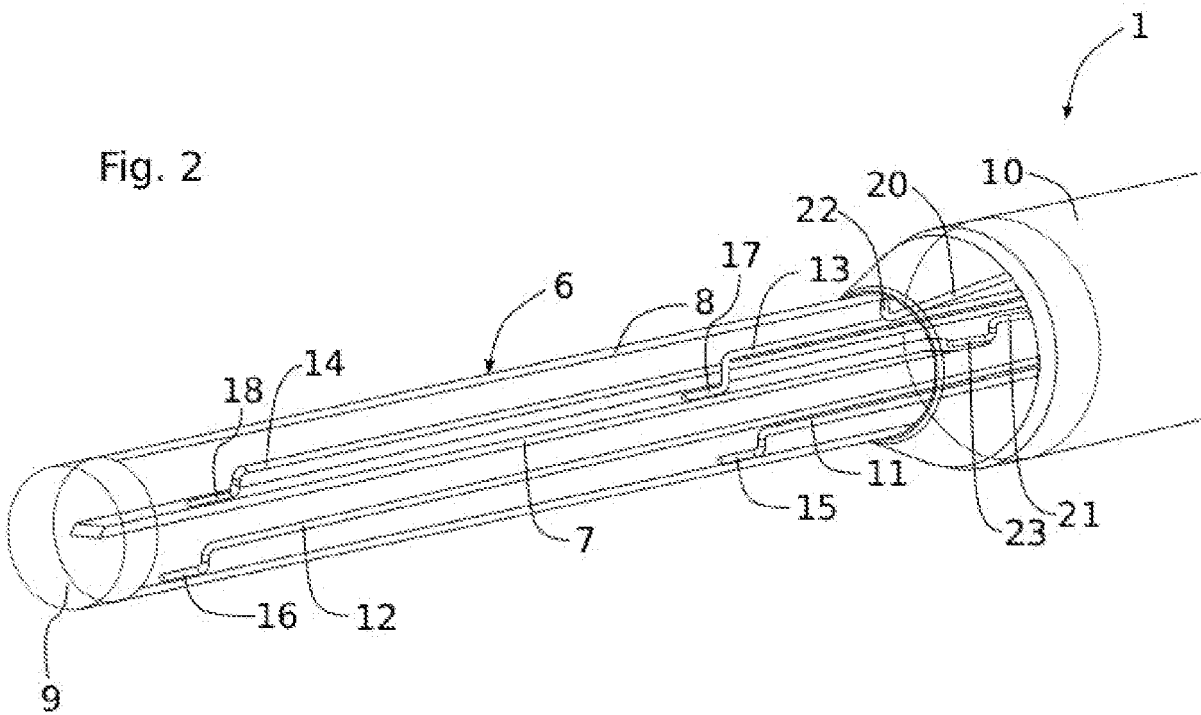


Fig. 2

[Fig. 3]

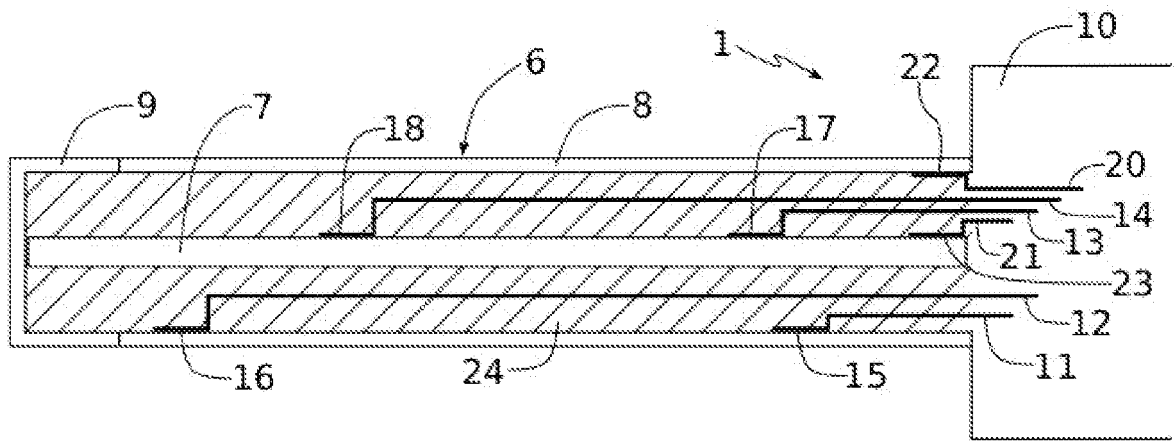


Fig. 3

[Fig. 4]



Fig. 4

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

JP 3 343728 B2 (BACHARACH INC)
11 novembre 2002 (2002-11-11)

US 3 431 182 A (FRANT MARTIN S)
4 mars 1969 (1969-03-04)

US 3 573 174 A (CARO PAUL)
30 mars 1971 (1971-03-30)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT