

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ DISPOSITIF DE MESURE DE VITESSE D'ÉCOULEMENT D'UN FLUIDE A TRANSDUC-
TEUR(S) ULTRASONORE(S).

⑫② Date de dépôt : 23.04.15.

⑫③ Priorité :

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : YZATEC Société par actions
simplifiée — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 28.10.16 Bulletin 16/43.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 07.09.18 Bulletin 18/36.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : ZEIDAN MARWAN, POQUE
MATHIEU et RAMOND ALAIN.

⑦③ Titulaire(s) : INTEGRA METERING SAS Société par
actions simplifiée.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BARRE LAFORGUE &
ASSOCIES.

FR 3 035 513 - B1



DISPOSITIF DE MESURE
DE VITESSE D'ÉCOULEMENT D'UN FLUIDE À TRANSDUCTEUR(S)
ULTRASONORE(S)

L'invention concerne un dispositif de mesure de vitesse
5 d'écoulement d'un fluide incorporant au moins un transducteur à ultrasons. Dans
certaines applications, le fluide est un liquide, le dispositif pouvant constituer un
débitmètre.

On connaît déjà des dispositifs de mesure tels que des
débitmètres utilisant des transducteurs à ultrasons permettant de mettre à profit la
10 durée de propagation des ondes ultrasonores dans un fluide afin de mesurer la
vitesse d'écoulement du fluide.

Ces dispositifs connus se présentent sous différentes formes.
Certains dispositifs connus comportent des transducteurs à ultrasons placés à
l'extérieur d'une canalisation dans laquelle circule un fluide. D'autres dispositifs
15 connus comprennent des transducteurs à ultrasons disposés à l'intérieur d'une
canalisation, directement en contact avec le fluide.

Ainsi DE 102007011547 présente un dispositif comprenant
une canalisation présentant des orifices recevant deux transducteurs s'étendant à
l'intérieur de la canalisation au contact du fluide et en vis-à-vis parallèlement à la
20 direction d'écoulement du fluide. Les transducteurs sont fixés à la canalisation au
niveau d'une de leurs extrémités et sont suspendus en porte à faux à l'intérieur de la
canalisation. Ce dispositif permet de mesurer la vitesse d'écoulement d'un fluide
entre les deux transducteurs.

Ces dispositifs connus comprenant des transducteurs placés au
25 contact de l'écoulement d'un fluide présentent plusieurs inconvénients. En effet, on
constate que des variations intempestives dans les signaux fournis et/ou des erreurs
d'acquisition peuvent survenir, notamment lorsque l'écoulement du fluide est sujet à
des variations brusques et/ou de grandes amplitudes, par exemple dans le cas de
turbulences d'un écoulement de liquide. De plus, le problème se pose de garantir la
30 tenue mécanique des transducteurs, qui est un facteur limitant important de la durée
de vie du dispositif. Or, les opérations de maintenance et/ou de remplacement de

tels dispositifs sont souvent particulièrement complexes et coûteuses, notamment lorsque le dispositif est installé sur une conduite d'accès difficile, par exemple souterraine ou immergée.

L'invention vise donc à pallier ces inconvénients.

5 Elle vise donc de façon générale à proposer un dispositif de mesure de vitesse d'écoulement d'un fluide comprenant au moins un transducteur à ultrasons qui délivre des signaux de mesure fiables et précis quelles que soient la nature de l'écoulement du fluide et les variations éventuelles de ce dernier (qui peuvent éventuellement être brusques et de grandes amplitudes), et dont la durée de
10 vie est améliorée.

L'invention vise plus particulièrement à proposer un tel dispositif qui soit complètement autonome dans son fonctionnement, pré-réglé à la fabrication, et dont les réglages et/ou les caractéristiques ne sont pas susceptibles de varier en fonctionnement.

15 L'invention vise plus particulièrement à proposer un tel dispositif qui soit robuste et compatible avec un environnement extérieur agressif, notamment qui puisse être enterré et/ou immergé et/ou incorporé à l'intérieur d'une vanne ou d'une canalisation telle qu'une conduite d'eau.

L'invention vise également à proposer un tel dispositif qui soit
20 simple, peu coûteux à la fabrication, et comporte un faible nombre de pièces.

L'invention vise également à proposer un tel dispositif qui puisse être facilement raccordé à une canalisation ou à un support tel qu'une tige.

Pour ce faire, l'invention concerne un dispositif de mesure de vitesse d'écoulement d'un fluide comprenant :

- 25
- un corps,
 - au moins un transducteur à ultrasons :
 - comprenant une première extrémité dite extrémité proximale, assemblée par une liaison d'encastrement audit corps,
 - et s'étendant en saillie dudit corps, selon une direction
30 longitudinale, jusqu'à une seconde extrémité, dite extrémité distale, du transducteur,

caractérisé en ce que ladite extrémité distale est assemblée au corps par un assemblage fixant rigidement l'extrémité distale par rapport au corps selon au moins une direction orthogonale à ladite direction longitudinale.

5 Les inventeurs ont constaté que le simple fait d'assembler au corps, par un assemblage rigide, l'extrémité distale d'un transducteur, dont l'extrémité proximale est encastrée dans le corps, procure un assemblage de type hyperstatique. Cet assemblage de type hyperstatique permet en particulier, d'une part, de réduire considérablement les erreurs dans le signal de mesure, et d'autre
10 part, d'améliorer la liaison mécanique entre le transducteur et le corps, et, ce faisant, d'augmenter la durée de vie du dispositif. En particulier, un tel assemblage hyperstatique permet de limiter les vibrations de chaque transducteur sous l'effet des phénomènes transitoires tels que l'établissement ou l'interruption de l'écoulement du fluide ou d'éventuelles turbulences dans l'écoulement du fluide. En outre, le
15 dispositif peut être réglé précisément à la fabrication, et ces réglages ne sont pas perturbés en fonctionnement.

L'assemblage entre l'extrémité distale d'un transducteur et le corps a pour fonction d'empêcher les déplacements relatifs de cette extrémité distale par rapport au corps (et donc par rapport à son extrémité proximale) selon au moins
20 une direction orthogonale à la direction longitudinale du transducteur, c'est-à-dire d'empêcher les déformations en flexion du transducteur correspondant à un déplacement de l'extrémité distale au moins selon ladite direction orthogonale. Un transducteur à ultrasons comprend une coque rigide renfermant différents composants assurant le fonctionnement du transducteur. L'extrémité distale du
25 transducteur est donc l'extrémité distale de la coque rigide du transducteur. De même, l'extrémité proximale du transducteur est l'extrémité proximale de la coque rigide du transducteur.

Un dispositif selon l'invention est destiné à être placé en contact avec un écoulement de fluide s'écoulant selon une direction d'écoulement
30 par rapport au corps. Avantageusement et selon l'invention, le transducteur est agencé par rapport au corps de telle sorte que sa direction longitudinale soit sécante

avec l'écoulement de fluide, et donc avec la direction d'écoulement du fluide par rapport au corps. Avantageusement et selon l'invention, cet assemblage entre l'extrémité distale et le corps est adapté pour fixer rigidement l'extrémité distale par rapport au corps au moins selon toute direction parallèle à la direction d'écoulement du fluide par rapport au corps. De préférence, l'assemblage entre l'extrémité distale et le corps est adapté pour fixer rigidement l'extrémité distale par rapport au corps dans toute direction orthogonale à la direction longitudinale, c'est-à-dire pour empêcher toute déformation en flexion du transducteur correspondant à un déplacement de l'extrémité distale par rapport à l'extrémité proximale.

10 Cet assemblage hyperstatique entre l'extrémité distale et le corps peut être réalisé de différentes façons. À ce titre, tout moyen d'assemblage rigide peut-être envisagé. En particulier, avantageusement et selon l'invention, ledit corps et ladite extrémité distale comportent des organes d'assemblage conjugués.

De même, avantageusement et selon l'invention, ledit corps et
15 ladite extrémité proximale du transducteur comportent des organes d'assemblage (par encastrement) conjugués.

Par ailleurs, dans certains modes de réalisation avantageux et selon l'invention, ladite extrémité distale est encastrée dans un logement ménagé en creux, dit renforcement. Un tel assemblage par encastrement est particulièrement
20 simple et rigide.

De préférence, avantageusement et selon l'invention, le dispositif comporte au moins une nervure, dite nervure d'encastrement, transversale de contact entre l'extrémité distale et au moins un flanc interne dudit renforcement. Une telle nervure d'encastrement facilite l'insertion et le centrage de
25 l'extrémité distale dans le renforcement et procure un maintien fiable et rigide de l'extrémité distale du transducteur par rapport au corps. En particulier, une telle nervure d'encastrement peut être agencée de façon à présenter une certaine souplesse en flexion et/ou en compression, de façon à produire une contrainte élastique résiduelle entre l'extrémité distale et le renforcement. Une telle nervure
30 d'encastrement permet également de minimiser la surface de contact entre

l'extrémité distale et le renforcement, et donc la transmission acoustique entre le transducteur et le corps.

Dans certains modes de réalisation avantageux et selon l'invention, au moins une telle nervure d'encastrement est une nervure solidaire de l'extrémité distale -notamment formée d'une seule pièce, par exemple issue de moulage, avec cette dernière- et s'étendant en saillie transversalement -vers l'extérieur- de ladite extrémité distale pour coopérer par contact avec au moins un flanc interne dudit renforcement.

En particulier, avantageusement et selon l'invention au moins une nervure d'encastrement est une nervure périphérique de l'extrémité distale. Une telle nervure périphérique peut-être en forme générale d'anneau circulaire s'étendant dans un plan transversal à la direction longitudinale. En variante ou en combinaison, rien n'empêche de prévoir au moins une nervure d'encastrement en forme de spire hélicoïdale et/ou ne contournant pas entièrement l'extrémité distale.

En variante ou en combinaison, au moins une nervure d'encastrement est une nervure solidaire du renforcement -notamment formée d'une seule pièce, par exemple issue de moulage, avec ce dernier- et s'étendant en saillie transversalement -vers l'intérieur- dudit flanc interne dudit renforcement pour coopérer par contact avec au moins une face périphérique latérale de ladite extrémité distale. Là encore, une telle nervure d'encastrement solidaire du renforcement peut être une nervure en forme d'anneau circulaire transversal (c'est-à-dire s'étendant dans un plan orthogonal à la direction longitudinale du transducteur), ou en forme de spire hélicoïdale, ou de portion d'anneau...

Avantageusement et selon l'invention, de préférence, l'assemblage de l'extrémité distale du transducteur avec le renforcement comprend une pluralité de nervures d'encastrement. Dans certains modes de réalisation avantageux, l'extrémité distale présente plusieurs nervures périphériques annulaires parallèles les unes aux autres.

Par ailleurs, dans certains modes de réalisation avantageux et selon l'invention, ledit renforcement et ladite extrémité distale sont formés de matériaux différents présentant des modules d'élasticité en compression différents.

Plus particulièrement, avantageusement et selon l'invention, chaque nervure d'encastrement et la pièce (renforcement ou extrémité distale) au contact de laquelle elle est placée sont formées de matériaux différents, et chaque nervure d'encastrement est formée en un matériau présentant un module d'élasticité en compression plus faible que le module d'élasticité en compression du matériau constitutif de ladite pièce au contact de laquelle elle est placée. Par exemple, chaque nervure d'encastrement solidaire de l'extrémité distale est moins rigide que le flanc interne du renforcement, et peut ainsi être comprimée élastiquement sous l'effet de l'insertion et de l'encastrement de l'extrémité distale dans le renforcement. Cette compression élastique permet de procurer une contrainte élastique résiduelle qui améliore le maintien relatif.

Rien n'empêche à ce titre de prévoir que l'assemblage de l'extrémité distale par rapport au corps soit agencé pour procurer un verrouillage, réversible ou irréversible, de l'extrémité distale par rapport au corps, par exemple en conformant au moins une nervure d'encastrement de l'extrémité distale par rapport à une nervure ou une gorge du renforcement. En particulier, ce verrouillage peut résulter d'une insertion entraînant une déformation élastique au moins partielle d'au moins une nervure d'encastrement.

Dans un mode de réalisation préférentiel, avantageusement et selon l'invention, ledit corps est un tronçon de canalisation présentant une paroi tubulaire formant une face interne délimitant un espace interne du tronçon de canalisation, ladite extrémité proximale est encastrée dans un chambrage externe de la paroi tubulaire et le transducteur s'étend à partir de l'extrémité proximale dans un orifice de passage ménagé à travers l'épaisseur de la paroi tubulaire et à travers l'espace interne, et le renforcement est un alésage borgne ménagé en creux dans la face interne de la paroi tubulaire, diamétralement à l'opposé de l'orifice de passage. Un fluide peut ainsi s'écouler à l'intérieur du tronçon de canalisation et les phénomènes transitoires (établissements ou interruptions de l'écoulement de fluide) ou les éventuelles turbulences dans l'écoulement du fluide ne perturbent pas le fonctionnement du dispositif selon l'invention.

Par ailleurs, en variante ou en combinaison, dans certains modes de réalisation avantageux et selon l'invention, ledit assemblage entre l'extrémité distale et le corps comprend au moins une pièce de liaison entre ladite extrémité distale et le corps. En particulier, dans certains modes de réalisation, une
5 pièce de liaison est un étrier reliant ladite extrémité distale à une portion de paroi du corps, notamment une portion de paroi du corps traversée par l'extrémité proximale. De préférence, ladite extrémité distale est encastrée dans un logement ménagé en creux, dit renforcement, de l'étrier. Dans ce mode particulier de réalisation, un fluide peut s'écouler entre le corps et l'étrier.

10 Par ailleurs, avantageusement un dispositif selon l'invention comprend au moins deux transducteurs ultrasonores fixés audit corps en vis-à-vis, c'est à dire comprenant des zones actives ultrasonores (émettrices et/ou réceptrices) orientées l'une vers l'autre. En particulier, deux transducteurs ultrasonores en vis-à-vis, dont l'un est émetteur d'ondes ultrasonores dans l'écoulement du fluide et l'autre
15 est récepteur des ondes ultrasonores émises par le précédent, permettent de mesurer la vitesse du fluide en fonction de la durée de propagation des ondes ultrasonores entre ces deux transducteurs. Avantageusement et selon l'invention, deux transducteurs ultrasonores sont en vis-à-vis selon une direction d'émission d'ondes ultrasonores parallèle à la direction d'écoulement du fluide.

20 L'invention s'étend également à un procédé de fabrication d'un dispositif de mesure de vitesse d'écoulement d'un fluide comprenant un corps et au moins un transducteur à ultrasons dont une extrémité proximale est assemblée par une liaison d'encastrement audit corps, et s'étendant en saillie dudit corps, selon une direction longitudinale, jusqu'à une seconde extrémité, dite extrémité distale, du
25 transducteur, caractérisé en ce qu'on assemble ladite extrémité distale au corps par un assemblage fixant rigidement l'extrémité distale par rapport au corps selon au moins une direction orthogonale à ladite direction longitudinale.

Ainsi, l'invention permet d'obtenir un dispositif avec lequel les erreurs de mesure sont minimisées et la durée de vie améliorée du fait d'une
30 réduction des modes de déformation des transducteurs notamment sous l'effet de l'écoulement du fluide.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante donnée à titre non limitatif et qui se réfère aux figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique en coupe axiale d'un dispositif
5 selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 2 est une vue schématique en coupe transversale du dispositif de la figure 1,
- la figure 3 est une vue schématique en coupe de détail de l'assemblage entre l'extrémité distale d'un transducteur et un corps du dispositif de la figure 1,
- 10 – la figure 4 est une vue schématique en coupe axiale d'un dispositif selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,
- la figure 5 est une vue schématique en coupe transversale du dispositif de la figure 4.

Un dispositif selon le premier mode de réalisation de
15 l'invention représenté aux figures 1 à 3 comprend un corps 20 formé d'un tronçon droit de canalisation comprenant une paroi 21 tubulaire rigide présentant une face 56 interne délimitant un espace 64 interne du tronçon de canalisation pour l'écoulement d'un fluide. La paroi 21 tubulaire du tronçon de canalisation présente deux extrémités 22 ouvertes pouvant être raccordées à des conduites. Le tronçon de
20 canalisation définit ainsi une direction d'écoulement du fluide selon les flèches représentées figure 1 parallèlement à un axe 65 du tronçon de canalisation. Le dispositif selon l'invention comprend également deux transducteurs 23 à ultrasons représentés uniquement schématiquement sur les figures. Un tel transducteur à ultrasons est connu en soi et peut faire l'objet de nombreuses variantes de
25 réalisation. Chaque transducteur 23 comprend une coque rigide enveloppant et renfermant les différents composants du transducteur et présentant une portion 24 principale rigide allongée selon une direction longitudinale du transducteur, une extrémité 25 proximale et une extrémité 26 distale. L'extrémité 25 proximale est plus large que la portion 24 principale et constitue la partie la plus large du transducteur 23. L'extrémité 26 distale est moins large que la portion 24 principale
30 et constitue la partie la plus fine du transducteur 23. L'extrémité 26 distale étant

moins large que la portion 24 principale du transducteur, un épaulement 60 distal relie la face 61 périphérique latérale de l'extrémité 26 distale à la face 62 périphérique latérale de la portion 24 principale du transducteur.

La paroi 21 tubulaire du tronçon de canalisation présente deux
5 orifices 27 de passage traversant transversalement (radialement par rapport à l'axe du tronçon de canalisation) la paroi 21 tubulaire jusqu'à la face 56 interne de cette paroi 21 tubulaire. Ces deux orifices 27 sont situés l'un par rapport à l'autre alignés selon une direction parallèle à l'axe 65 du tronçon de canalisation et à la direction d'écoulement du fluide. Chaque orifice 27 présente deux chambrages 28 et 29
10 superposés : un chambrage 28 externe adapté pour recevoir l'extrémité proximale 25 d'un transducteur afin de le bloquer ; et un chambrage 29 interne de moindre largeur logeant un joint 30 d'étanchéité coopérant avec l'extrémité 25 proximale.

Dans le mode de réalisation représenté aux figures 1 à 3, chaque transducteur 23 traverse l'espace 64 interne du tronçon de canalisation sur
15 toute la largeur de ce dernier et l'extrémité 26 distale du transducteur est fixée encastrée dans le corps 20, diamétralement à l'opposé de l'extrémité 25 proximale dans l'espace 64 interne, par un assemblage comprenant un renforcement 31, 63 borgne ménagé en creux sur la face 56 interne de la paroi 21 tubulaire, radialement vers l'extérieur de l'axe 65 du tronçon de canalisation et diamétralement opposé à
20 l'orifice 27 de passage de la paroi 21. Ce renforcement 31, 63 comprend un alésage 63 interne de plus grande largeur correspondant à la largeur de l'extrémité de la portion 24 principale, de préférence avec un léger jeu radial (orthogonalement à la direction longitudinale du transducteur) permettant l'insertion facile de la portion 24 principale dans cet alésage 63 interne. Cet alésage 63 interne est prolongé
25 radialement vers l'extérieur de l'axe 65 par un alésage 31 externe de plus petite largeur adapté pour recevoir sans jeu radial (orthogonalement à la direction longitudinale du transducteur) l'extrémité 26 distale d'un transducteur 23. Ainsi l'extrémité 26 distale du transducteur encastrée dans l'alésage 31 externe est fixée
30 rigidement par rapport au corps 20 sans possibilité de déplacement relatif parallèlement à l'axe 65 du tronçon de canalisation et à la direction d'écoulement.

Chaque transducteur 23 présente au moins une zone 39 active émettrice/réceptrice d'ultrasons correspondant à l'emplacement d'un élément sensible ultrasonore (tel qu'une plaquette piézo-électrique) incorporé dans le transducteur 23. Dans les modes de réalisation représentés, chaque transducteur

5 comprend un unique élément sensible ultrasonore et présente une unique zone active 39. Chaque transducteur 23 traverse l'espace 64 interne du tronçon de canalisation, sa zone 39 active étant dans cet espace interne, de préférence au moins sensiblement centrée sur l'axe 65 du tronçon de canalisation. Les deux zones 39 actives des deux transducteurs 23 sont en regard l'une de l'autre, de sorte que les

10 ondes ultrasonores émises par la zone 39 active de l'un des transducteurs 23 sont reçues par la zone 39 active de l'autre transducteur 23. La durée de propagation des ondes ultrasonores dans le fluide s'écoulant dans l'espace 64 interne permet de déterminer la vitesse d'écoulement du fluide. Avantageusement, l'espace 64 interne du tronçon de canalisation présente une partie 33 de moindre diamètre entre les

15 deux transducteurs 23.

La longueur de la portion 24 principale de chaque transducteur 23 est choisie par rapport aux dimensions de la paroi 21 tubulaire du tronçon de canalisation de telle sorte qu'un jeu 57 longitudinal (selon la direction longitudinale du transducteur) soit ménagé entre l'épaule 60 distal et le fond de

20 l'alésage 63 interne. De même, un jeu 67 longitudinal est ménagé entre la face extrême de l'extrémité 26 distale et le fond de l'alésage 31 externe. Ces jeux 57, 67 longitudinaux permettent en particulier d'éviter toute contrainte longitudinale dans le transducteur (notamment pour permettre d'éventuelles dilatations thermiques différentielles) et diminuent la transmission acoustique entre le transducteur 23 et le

25 tronçon de canalisation.

Comme représenté à la figure 3, l'extrémité 26 distale présente des nervures 32 d'encastrement en saillie vers l'extérieur de sa face latérale périphérique. De telles nervures 32 d'encastrement permettent, en premier lieu, de guider, de centrer et de maintenir rigidement l'extrémité 26 distale du transducteur

30 23 dans l'alésage 31. Avantageusement, les nervures 32 d'encastrement sont formées d'un matériau suffisamment souple en compression pour permettre, lors de

l'insertion de l'extrémité distale 26 dans l'alésage 31 externe rigide, une certaine déformation élastique en compression et/ou en flexion de ces nervures 32 d'encastrement. Néanmoins, ce matériau est par ailleurs suffisamment rigide pour assurer, à l'assemblage et en fonctionnement, un maintien rigide et sans jeu de
5 l'extrémité 26 distale du transducteur par rapport à l'alésage 31. Avantageusement, les nervures 32 d'encastrement sont formées d'un matériau choisi dans le groupe formé des matériaux synthétiques polymériques rigides -thermoplastiques ou thermodurcissables- et des alliages métalliques -notamment des alliages d'aluminium-. Plus particulièrement ce matériau peut être choisi dans le groupe
10 formé du polyétherimide (PEI), du polyétheréthercétone (PEEK), du poly(sulfure de phénylène) (PPS), des polysulfones (PSU), des polyoléfines tels que le polyéthylènes (PE) et les polyesters (PET), des polystyrènes (PS), des poly(oxyde de phénylène) (PPO), des polyamides tels que le PA66, et de leurs mélanges tels que les Noryl®. D'autres matériaux sont possibles.

15 Les nervures 32 d'encastrement entre l'extrémité 26 distale et l'alésage 31 de la paroi 21 tubulaire permettent d'obtenir une bonne tenue mécanique avec une surface de contact limitée restreignant la transmission acoustique entre le transducteur 23 et le corps 20.

Ces nervures 32 d'encastrement peuvent être formées par
20 l'extrémité 26 distale elle-même comme représenté, c'est-à-dire en une seule pièce issue de moulage, ou (variante non représentée) être formées par une garniture rapportée assemblée à la portion 24 principale du transducteur 23 pour former l'extrémité 26 distale.

Un capot 34 rectangulaire recouvre l'extrémité 25 proximale
25 de chaque transducteur 23 et l'orifice 27 de passage correspondant du corps 20 pour maintenir l'extrémité 25 proximale du transducteur 23 encastrée en place par rapport à la paroi 21 tubulaire du tronçon de canalisation, et fixer le transducteur 23 en translation longitudinale par rapport au corps 20. Le capot 34 est fixé à l'extérieur de la paroi 21 tubulaire par des vis 35 et comprime le joint 30. Le capot
30 34 comprend également une ouverture 36 circulaire centrale permettant le passage

de conducteurs 37 de connexion pour la transmission de signaux de commande vers le transducteur 23 et/ou de signaux de mesure émis par le transducteur 23.

Un dispositif selon ce premier mode de réalisation peut être fabriqué en réalisant le corps 20 avec les deux orifices 27 de passage et leurs
5 chambrages 28 et 29, et les renforcements 31, 63 diamétralement opposés. On place un joint 30 dans chaque chambrage 29. On choisit ensuite deux transducteurs 23 de dimensions adaptées à celles de la paroi 21 tubulaire du corps 20, au chambrage 29 et au renforcement 31, 63. On insère chaque transducteur dans un orifice 27 jusqu'à
10 ce que son extrémité 25 proximale soit en contact avec le chambrage 28, et que son extrémité 26 distale soit insérée encastrée dans l'alésage 31 externe opposé. On plaque ensuite le capot 34 à recouvrement de l'extrémité 25 proximale grâce aux vis 35 en comprimant le joint 30.

Le dispositif selon le deuxième mode de réalisation de l'invention représenté aux figures 4 et 5 comprend un corps 38 droit globalement
15 tubulaire s'étendant axialement selon une direction 68 principale, formé par une paroi 73 tubulaire délimitant une enceinte 74 étanche, et dont les deux extrémités 69, 70 axiales sont bouchées de façon étanche par des bouchons 71, 72. Ce dispositif comprend également deux transducteurs 23 identiques à ceux décrits dans le premier mode de réalisation de la figure 1. Néanmoins dans ce deuxième mode de
20 réalisation, l'extrémité 25 proximale de chaque transducteur 23 est placée vers l'intérieur du corps 38 tubulaire tandis que la portion 24 principale traverse la paroi 73 du corps 38 et s'étend en saillie vers l'extérieur par rapport audit corps 38 tubulaire, de façon que la zone 39 active du transducteur 23 et l'extrémité 26 distale du transducteur 23 soient à l'extérieur du corps 38 tubulaire. Les deux zones 39
25 actives des deux transducteurs 23 sont en regard l'une de l'autre, alignées selon une direction parallèle à la direction 68 principale du corps 38 tubulaire, de sorte que les ondes ultrasonores émises par la zone 39 active de l'un des transducteurs 23 sont reçues par la zone 39 active de l'autre transducteur 23.

Le corps 38 tubulaire comprend deux orifices 40 dans lesquels
30 les extrémités 25 proximales des transducteurs sont encastrées. Chaque orifice 40 comprend un chambrage 41 interne débouchant à l'intérieur de la paroi 73 tubulaire

et adapté pour recevoir l'extrémité 25 proximale et un chambrage 42 externe de plus faible largeur adapté pour loger un joint 43 au contact d'un épaulement de l'extrémité 25 proximale. Chaque extrémité 25 proximale est maintenue dans le chambrage 41 interne par une rondelle 44 assemblée à l'intérieur de la paroi 73 tubulaire du corps 38 par des vis 45, permettant de comprimer le joint 43 et de fixer le transducteur 23 en translation longitudinale par rapport au corps 38.

Le dispositif selon l'invention comprend également une carte 46 électronique dans l'enceinte 74 étanche ménagée à l'intérieur du corps 38. Cette carte 46 électronique est adaptée pour former des signaux de commande de l'un des transducteurs 23 (émetteur d'ondes ultrasonores) et traiter les signaux de mesure délivrés par l'autre transducteur 23 (recevant les ondes ultrasonores). La carte 46 électronique est reliée à l'extérieur de l'enceinte 74 étanche par des conducteurs 75 de connexion traversant un presse-étoupe de l'un 71 des bouchons d'extrémité du corps 38. La carte 46 électronique est de forme globalement rectangulaire et est placée sur les deux rondelles 44. La carte 46 électronique est fixée à la paroi 73 tubulaire avec les rondelles 44 par les vis 45.

Le dispositif selon l'invention comprend en outre un étrier 47 s'étendant le long et à l'extérieur du corps 38 entre les deux transducteurs 23 qu'il relie, et présentant une âme 48 et deux ailes 49 dont les extrémités 50 sont fixées au corps 38 et évasées afin de s'ajuster à la forme cylindrique de la face extérieure de la paroi 73 tubulaire du corps 38.

Dans l'exemple représenté, l'étrier 47 est assemblé au corps 38 de façon que les ailes 49 de l'étrier 47 soient au moins sensiblement parallèles à la direction longitudinale des transducteurs 23. Les ailes 49 sont aussi parallèles à la direction principale du corps 38 tubulaire et sont écartées des transducteurs 23. L'âme 48 de l'étrier 47 est plane et orthogonale aux ailes 49 et à la direction longitudinale des transducteurs 23, et est parallèle à la direction principale du corps 38. Rien n'empêche de prévoir d'autres formes pour l'étrier 47, par exemple avec des ailes 49 inclinées par rapport à cette direction longitudinale et/ou une âme 48 à section droite transversale courbe, ou autre.

Les extrémités 50 évasées des ailes 49 sont fixées à la paroi 73 tubulaire du corps 38 par des vis 51 serrées dans des taraudages 52 conjugués de la paroi 73 tubulaires. L'âme 48 de l'étrier 47 comprend deux alésages 53 traversant l'épaisseur de l'âme 49 dans lesquels les extrémités 26 distales des transducteurs 23
5 sont insérées et encastrées sans jeu radial. Dans la variante représentée, l'épaulement 60 distal de la portion 24 principale est au contact de l'âme 48 de l'étrier 47, chaque transducteur 23 étant bloqué en translation entre le corps 38 et l'étrier 47.

Dans ce deuxième mode de réalisation, un fluide peut
10 s'écouler à l'extérieur du corps 38 tubulaire selon une direction d'écoulement qui peut être parallèle à la direction 68 principale du corps 38 tubulaire. Le fluide peut donc s'écouler également dans l'espace entre ledit corps 38 et l'étrier 47 où sont placés les deux transducteurs 23.

Le corps 38 tubulaire comprend deux alésages 54 traversant sa
15 paroi 73 diamétralement opposés aux deux orifices 40 de réception des transducteurs 23, pour l'insertion des transducteurs 23 à l'intérieur de l'enceinte 74. Deux bouchons étanches 55 sont ensuite placés dans ces alésages 54.

Un dispositif selon ce deuxième mode de réalisation de l'invention peut être incorporé au sein d'une structure dans laquelle s'écoule un
20 fluide, le corps 38 étant fixé à un élément de ladite structure. Par exemple le corps 38 peut faire office d'organe de liaison mécanique entre deux tubes rigides, l'ensemble formant une tige de commande d'une vanne (par exemple une bouche à incendie).

Un dispositif selon ce deuxième mode de réalisation de
25 l'invention peut être fabriqué en réalisant le corps 38 avec les alésages 54, les orifices 40 et les chambrages 41, 42. On choisit deux transducteurs 23 et un étrier 47 de dimensions conjuguées. On place un joint 43 dans chaque chambrage 42 externe puis on insère un transducteur 23 par chaque alésage 54 dans l'orifice 40 diamétralement opposé jusqu'à ce que l'extrémité 25 proximale du transducteur 23
30 soit encastrée dans le chambrage 41 interne. On place ensuite une rondelle 44 au-dessus de chaque transducteur 23 puis une carte électronique 46 au-dessus des

rondelles 44 en la faisant passer par l'une des extrémités axiales du corps 38. On fixe ensuite l'ensemble de la carte électronique 46 et de la rondelle 44 par les vis 45 sur la paroi 73 tubulaire à l'aide d'un outil passé à travers les alésages 54. On assemble ensuite les bouchons 71, 72 dans les extrémités du corps 38 et les
5 bouchons 55 étanches dans les alésages 54.

Dans un dispositif selon l'invention, chaque transducteur 23 est fixé rigidement mais de façon amovible par rapport au corps 20, 38 par un couvercle 34 ou une rondelle 44 plaquant l'extrémité 25 proximale encastrée dans un chambrage du corps ajusté à cette extrémité 25 proximale. Un tel encastrement
10 démontable permet en particulier de faciliter la maintenance en cas de besoin, notamment pour le remplacement d'un transducteur 23.

L'invention peut faire l'objet de nombreuses variantes de réalisation par rapport aux modes de réalisation décrits ci-dessus et représentés sur les figures. En particulier, le corps du dispositif portant les transducteurs peut ne pas
15 être globalement tubulaire, et par exemple être sous la forme d'une plaque comprenant deux orifices auxquels sont assemblées les extrémités proximales de deux transducteurs. L'extrémité distale de chaque transducteur peut être assemblée audit corps par un assemblage individuel tel qu'un manchon rigide reliant cette extrémité distale au corps (par exemple si la longueur du transducteur est telle qu'il
20 ne traverse pas toute la largeur de l'espace 64 interne du dispositif selon le premier mode de réalisation). L'assemblage entre l'extrémité distale de chaque transducteur et le corps peut également être réalisé par tous moyens structurels propres à exercer une fonction de fixation rigide de l'extrémité distale par rapport au corps selon au moins une direction orthogonale à ladite direction longitudinale du transducteur,
25 notamment par vissage (par exemple l'extrémité distale du transducteur présentant un filetage permettant de l'assembler par vissage dans un taraudage du corps ou d'une pièce solidaire du corps), collage, soudure, ou autre.

En outre un dispositif selon l'invention peut présenter un nombre quelconque de transducteur(s). Dans certaines applications, il peut
30 comporter en particulier un unique transducteur s'il est associé à un autre dispositif semblable mais distinct (c'est à dire ayant un corps distinct) ou à un autre

transducteur fixé à une structure différente. Par exemple, un premier dispositif selon l'invention doté d'un seul transducteur est raccordé à l'extrémité d'une première conduite et coopère avec un deuxième dispositif selon l'invention doté d'un seul transducteur raccordé à l'extrémité d'une deuxième conduite, les deux conduites

5 étant reliées par un dispositif de raccordement (raccord simple, vanne,...), l'ensemble permettant de mesurer la vitesse d'écoulement dans ce dispositif de raccordement interposé entre les deux dispositifs selon l'invention. Un dispositif selon l'invention peut aussi comporter dans certaines applications un nombre de transducteurs supérieur à deux, par exemple plusieurs paires de transducteurs, ou

10 avec un même transducteur doté de plusieurs éléments sensibles coopérant avec plusieurs autres transducteurs dans différentes directions pour mesurer des vitesses d'écoulement dans plusieurs directions.

Un dispositif selon l'invention peut être utilisé pour mesurer la vitesse d'écoulement d'un fluide -notamment un liquide- dans une canalisation

15 telle qu'une conduite d'adduction d'eau potable, une conduite d'évacuation d'eaux usées, un cours d'eau, une canalisation de transport d'un liquide, d'un gaz ou d'un mélange liquide/gaz, une vanne, ou autre.

REVENDICATIONS

1/ - Dispositif de mesure de vitesse d'écoulement d'un fluide comprenant :

- un corps (20, 38),
 - 5 - au moins un transducteur (23) à ultrasons :
 - o comprenant une première extrémité, dite extrémité (25) proximale, assemblée par une liaison d'encastrement audit corps (20,38),
 - o et s'étendant en saillie dudit corps (20,38), selon une direction longitudinale, jusqu'à une seconde extrémité, dite extrémité (26) distale, du
 - 10 transducteur (23),
- caractérisé en ce que ladite extrémité (26) distale est assemblée au corps (20,38) par un assemblage fixant rigidement l'extrémité (26) distale par rapport au corps selon au moins une direction orthogonale à ladite direction longitudinale.

2/ - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que

15 ledit corps (20,38) et ladite extrémité distale (26) comportent des organes d'assemblage conjugués.

3/ - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite extrémité (26) distale est encastrée dans un logement ménagé en creux, dit renforcement.

20 4/ - Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comporte au moins une nervure, dite nervure (32) d'encastrement, transversale de contact entre l'extrémité distale et au moins un flanc interne dudit renforcement.

5/ - Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'au moins une nervure (32) d'encastrement est une nervure s'étendant en saillie

25 transversalement de ladite extrémité distale pour coopérer par contact avec au moins un flanc interne dudit renforcement.

6/ - Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'au moins une nervure (32) d'encastrement est une nervure périphérique de l'extrémité distale.

7/ - Dispositif selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce qu'au moins une nervure (32) d'encastrement est une nervure s'étendant en saillie transversalement dudit flanc interne dudit renforcement pour coopérer par contact avec au moins un contour latéral de ladite extrémité distale.

5 8/ - Dispositif selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que ledit renforcement et ladite extrémité (26) distale sont formés de matériaux différents présentant des modules d'élasticité en compression différents.

9/ - Dispositif selon l'une des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que :

10 – ledit corps (20) est un tronçon de canalisation présentant une paroi (21) tubulaire formant une face (56) interne délimitant un espace (64) interne du tronçon de canalisation,

 – ladite extrémité (25) proximale est encastrée dans au moins un chambrage (28, 29) externe de la paroi (21) tubulaire et le transducteur (23) s'étend à
15 partir de l'extrémité (25) proximale dans un orifice (27) de passage ménagé à travers l'épaisseur de la paroi (21) tubulaire et à travers l'espace (64) interne,

 – le renforcement est un alésage (31) borgne ménagé en creux dans la face (56) interne de la paroi (21) tubulaire, diamétralement à l'opposé de l'orifice (27) de passage.

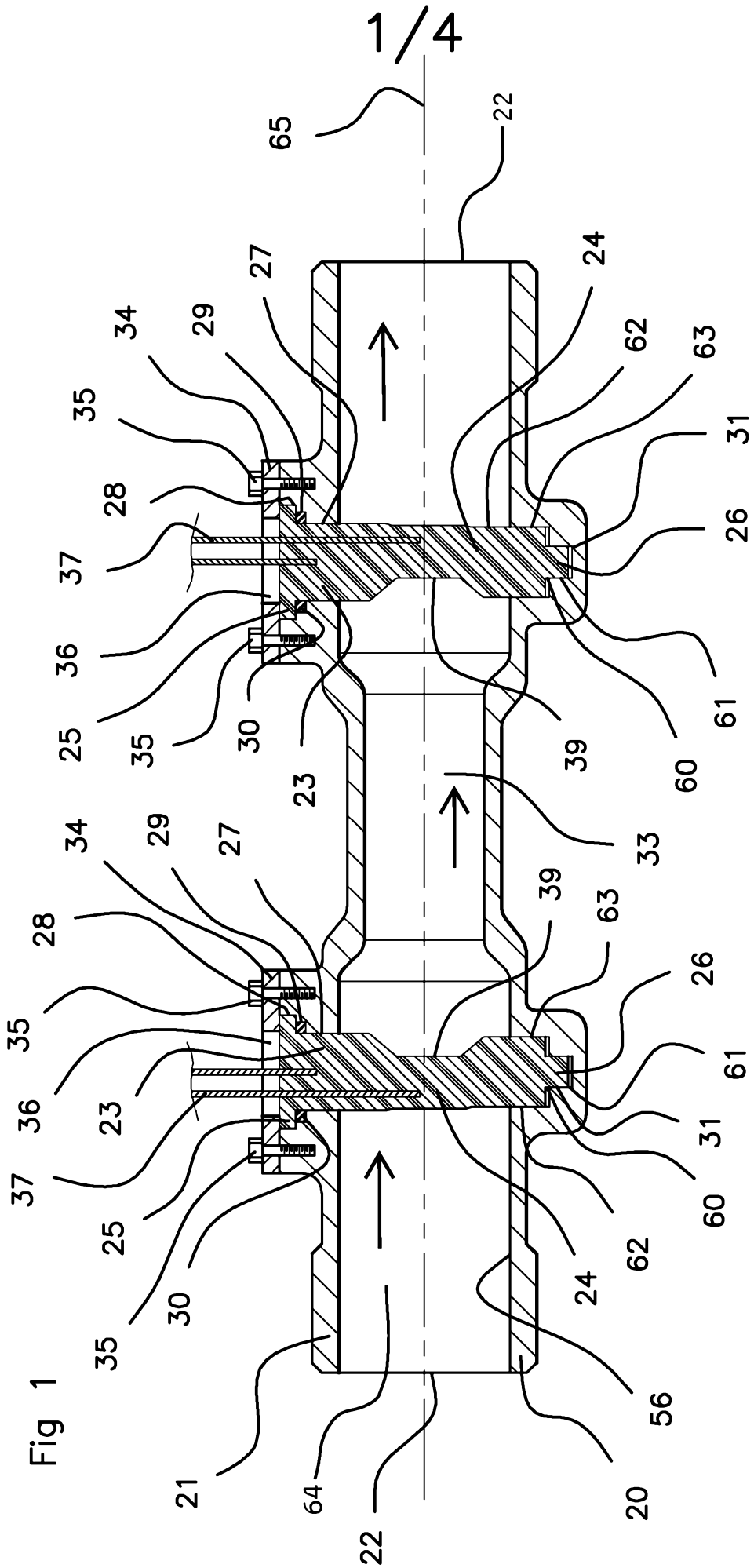
20 10/ - Dispositif selon l'une des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que l'assemblage comprend au moins une pièce de liaison entre ladite extrémité (26) distale et le corps (38).

 11/ - Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'une pièce de liaison est un étrier (47) reliant ladite extrémité distale à une portion de
25 paroi du corps traversée par l'extrémité (25) proximale.

 12/ - Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que ladite extrémité (26) distale est encastrée dans un renforcement (53) ménagé en creux de l'étrier (27).

13/ - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend au moins deux transducteurs (23) ultrasonores fixés audit corps (20, 38) en vis-à-vis.

- 14/ - Procédé de fabrication d'un dispositif de mesure de
- 5 vitesse d'écoulement d'un fluide comprenant :
- un corps (20, 38),
 - au moins un transducteur (23) à ultrasons dont une extrémité (25) proximale est assemblée par une liaison d'encastrement audit corps, et s'étendant en saillie dudit corps (20, 38), selon une direction longitudinale, jusqu'à une seconde
- 10 extrémité, dite extrémité (26) distale, du transducteur (23), caractérisé en ce qu'on assemble ladite extrémité (26) distale au corps par un assemblage fixant rigidement l'extrémité distale (26) par rapport au corps (20, 38) selon au moins une direction orthogonale à ladite direction longitudinale.



2/4

Fig 2

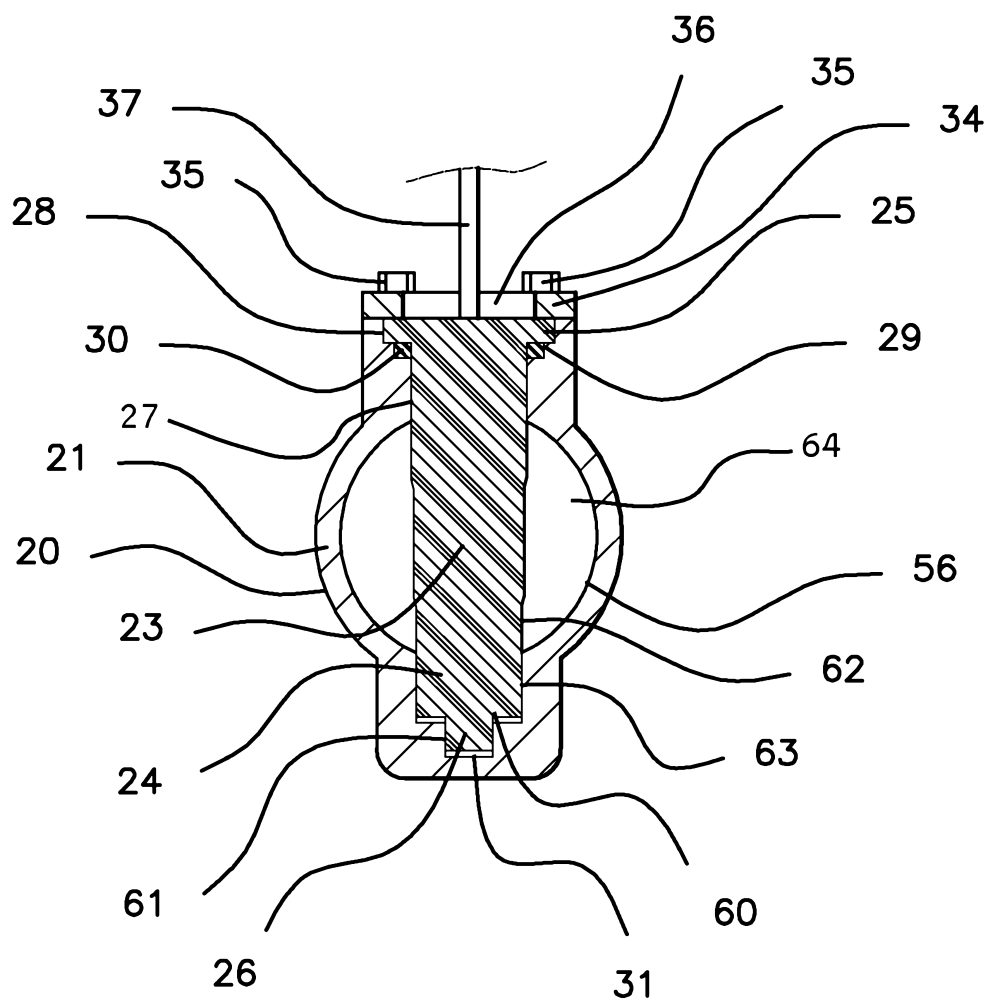
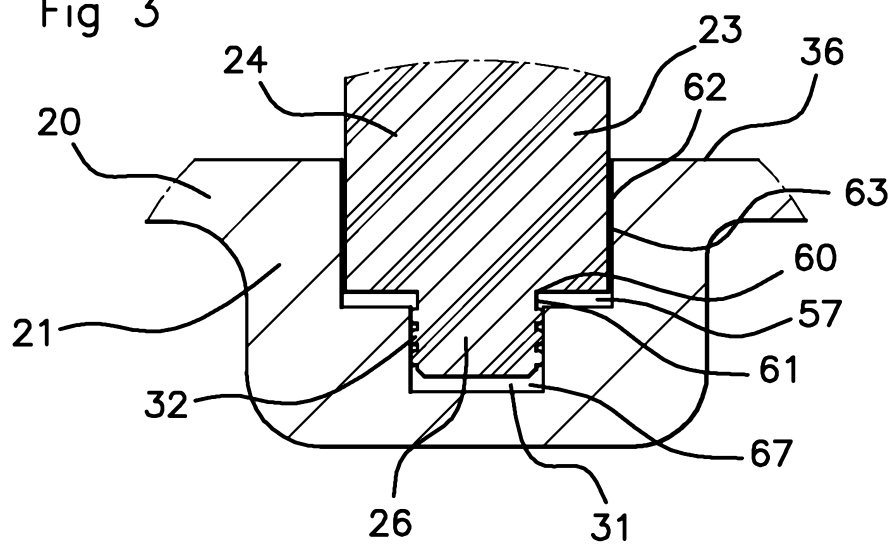


Fig 3



3/4

Fig 4 73

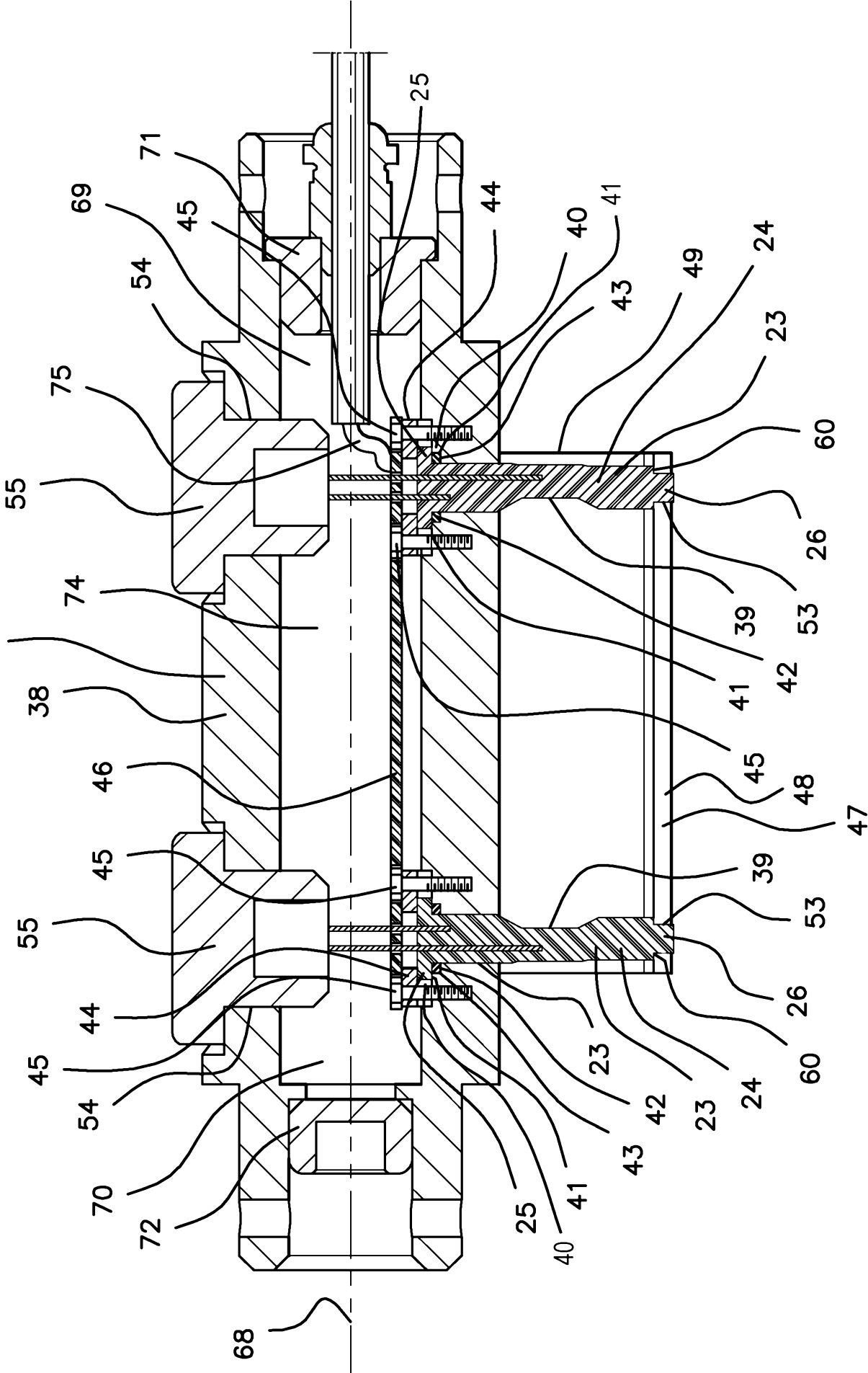
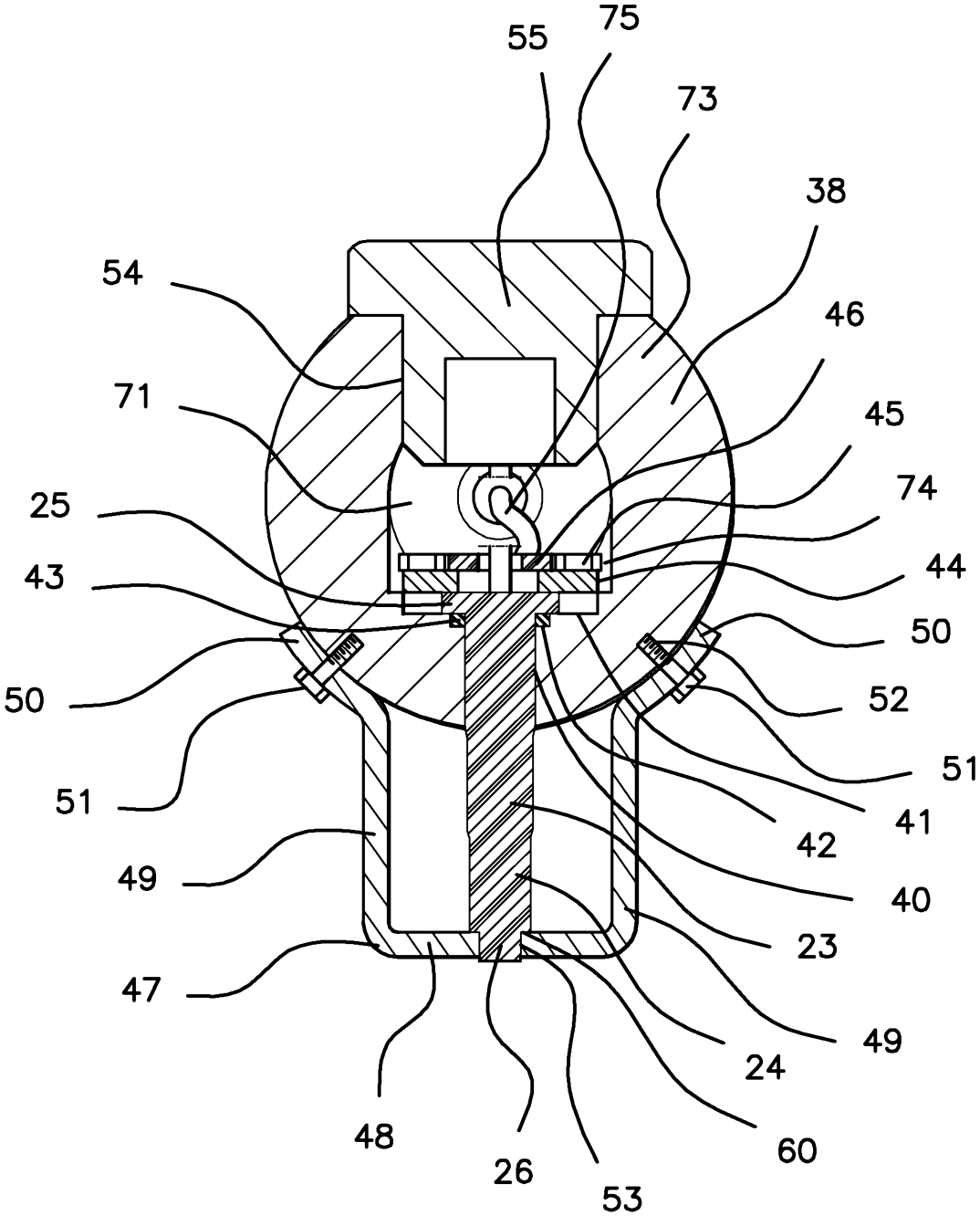


Fig 5



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.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 (nouveauté) 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'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT 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 CITÉS DANS LE PRÉSENT 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**

US 7 870 793 B1 (FELLER MURRAY F [US])
18 janvier 2011 (2011-01-18)

EP 0 249 362 A1 (DIETERICH STANDARD CORP [US])
16 décembre 1987 (1987-12-16)

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

NEANT

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

NEANT