

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 096 452

②① N° d'enregistrement national : **19 05379**

⑤① Int Cl⁸ : **G 01 F 1/76** (2019.01)

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 22.05.19.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 27.11.20 Bulletin 20/48.

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

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : Buerkert Werke GmbH & Co. KG
*Société de droit allemand — DE et Burkert S.A.S
Société par actions simplifiée (SAS) — FR.*

⑦② Inventeur(s) : DOERR Andreas, HERTWECK Tanja,
MAGNUSSEN Jan, WIEDEMANN Juergen, ARNOLD
Armin et HEINRICH Frederic.

⑦③ Titulaire(s) : Buerkert Werke GmbH & Co. KG Société
de droit allemand, Burkert S.A.S Société par actions
simplifiée (SAS).

⑦④ Mandataire(s) : Cabinet GERMAIN & MAUREAU.

⑤④ Ensemble de capteur de débit massique et procédé de fabrication d'un ensemble de capteur de débit
massique.

⑤⑦ Un ensemble de capteur de débit massique (10) pour
un régulateur de débit massique ou un débitmètre massique
présente un capteur de débit massique (22) qui comprend
un tube capillaire (28) retenu par un premier support d'angle
(24) et un deuxième support d'angle (26) réalisés séparé-
ment l'un de l'autre. Le tube capillaire (28) comprend un
tronçon capteur (34) qui se trouve entre les deux supports
d'angle (24, 26), et les deux supports d'angle (24, 26) pré-
sentant chacun une rainure arquée (88, 90) dans laquelle le
tube capillaire (28) est partiellement reçu. Un procédé de fa-
brication d'un ensemble de capteur de débit massique (10)
est en outre décrit.

Figure

1

FR 3 096 452 - A1



Description

Titre de l'invention : Ensemble de capteur de débit massique et procédé de fabrication d'un ensemble de capteur de débit massique

- [0001] L'invention se rapporte à un ensemble de capteur de débit massique pour un régulateur de débit massique (« Mass Flow Controller » – MFC) ou un débitmètre massique (« Mass Flow Meter » - MFM). L'invention se rapporte en outre à un procédé de fabrication d'un ensemble de capteur de débit massique.
- [0002] L'état de la technique divulgue des régulateurs de débit massique ou des débitmètres massiques qui présentent un capteur de débit massique réalisé sous forme de capteur capillaire. Le capteur de débit massique est typiquement associé à une conduite de dérivation du régulateur de débit massique ou du débitmètre massique. En plus de la conduite de dérivation, le régulateur de débit massique ou le débitmètre massique comprend habituellement une conduite principale qui est par exemple réalisée sous forme de canal principal à travers lequel la majeure partie du milieu à mesurer s'écoule. Un élément d'écoulement (laminaire) qui produit une (faible) chute de pression est agencé dans la conduite principale. L'élément d'écoulement laminaire est également nommé Laminar-Flow-Element (LFE). En raison de la chute de pression, une partie de l'écoulement total qui est proportionnelle à la chute de pression est guidée à travers le tube capillaire qui mesure le débit massique correspondant, à partir duquel il est possible de tirer des conclusions sur le débit massique total dans la mesure où les propriétés de l'élément d'écoulement sont connues. La conduite principale peut aussi être en majeure partie fermée de sorte que pratiquement l'ensemble du débit massique s'écoule à travers la conduite de dérivation. Les termes « conduite de dérivation » et « conduite principale » peuvent en principe être utilisés inversement suivant la l'interprétation.
- [0003] Le mesurage concret du débit massique est typiquement effectué par l'intermédiaire de bobines de capteur qui sont formées par des résistances chauffantes ou des fils chauffants enroulé(e)s qui sont connecté(e)s à une électronique d'évaluation. Lors de l'écoulement du milieu à mesurer à travers le tube capillaire, de la chaleur est transportée dans le sens du flux en raison de l'écoulement, ce qui peut être saisi de manière correspondante par les bobines de capteur et être évalué par l'électronique d'évaluation.
- [0004] Les ensembles de capteur de débit massique connus de l'état de la technique sont cependant de fabrication relativement complexe puisque le maniement du tube capillaire filigrane est compliqué. La fabrication complexe génère des coûts de fabrication élevés.

- [0005] Le but de l'invention est de prévoir un ensemble de capteur de débit massique de structure simple et de fabrication économique.
- [0006] Selon l'invention, le but est atteint par un ensemble de capteur de débit massique pour un régulateur de débit massique ou un débitmètre massique qui comprend un capteur de débit massique. Le capteur de débit massique présente un tube capillaire qui est retenu par un premier support d'angle et un deuxième support d'angle qui sont réalisés séparément l'un de l'autre. Le tube capillaire comprend un tronçon capteur qui se trouve entre les deux supports d'angle. Les deux supports d'angle présentent chacun une rainure arquée dans laquelle le tube capillaire est partiellement reçu.
- [0007] L'idée fondamentale de l'invention est la fixation mécanique simple du tube capillaire grâce au support du tube capillaire par deux supports d'angle réalisés séparément. Le tube capillaire peut en outre être préfabriqué avec la forme souhaitée, étant donné qu'il doit uniquement être inséré dans les deux supports d'angle, en particulier dans la rainure arquée respective, pour pouvoir être retenu de manière sûre. Le tube capillaire est en outre un composant fabriqué d'un seul tenant ou d'une seule pièce. Le maniement et la fixation mécanique du tube capillaire sont ainsi simplifiés, ce qui est en particulier important pour l'agencement ultérieur des bobines de capteur.
- [0008] Le tube capillaire, en particulier son tronçon capteur est en outre découvert entre les deux supports d'angle. Le tronçon capteur peut ainsi être plus facilement entouré d'une isolation thermique de sorte que celui-ci présente une meilleure protection thermique. La précision du mesurage est donc améliorée puisque des influences thermiques de l'extérieur peuvent être efficacement isolées.
- [0009] Le capteur de débit massique de l'ensemble de capteur de débit massique est donc basé sur le principe de mesurage d'un capteur capillaire en raison du tube capillaire.
- [0010] Un aspect prévoit que le tube capillaire présente au moins deux tronçons en arc qui sont agencés dans les rainures arquées des deux supports d'angle, le tronçon capteur étant prévu entre les deux tronçons en arc. Des branches qui s'étendent chacune de façon rectiligne peuvent se raccorder aux deux tronçons en arc, en particulier aux extrémités respectives des tronçons en arc qui sont opposées au tronçon capteur. Les tronçons en arc peuvent chacun correspondre à une courbe de (sensiblement) 90°, de sorte que l'ensemble du tube capillaire présente une forme (sensiblement) en U.
- [0011] Le tube capillaire en forme de U peut être fabriqué de manière correspondante ou être façonné auparavant de manière correspondante, par exemple être déformé plastiquement.
- [0012] Le tube capillaire qui est en particulier réalisé d'un seul tenant peut en principe être réalisé en un métal, par exemple en acier spécial. Il est ainsi également possible de guider des milieux agressifs à travers le tube capillaire. Aucun élastomère n'est en particulier prévu, par exemple des joints ou similaire, lesquels parviennent en contact avec

le milieu et pourraient être attaqués.

- [0013] Pour arrêter le tube capillaire sur les supports d'angle, il est encore possible de fixer les tronçons en arc par coopération de matières et/ou de forces, par exemple par une liaison par collage, après leur insertion dans la rainure arquée correspondante (coopération de formes). Ceci assure une fixation permanente du tube capillaire aux supports d'angle et ainsi un fonctionnement fiable du capteur de débit massique.
- [0014] Un autre aspect prévoit que le capteur de débit massique présente une première bobine de capteur et une deuxième bobine de capteur qui sont électriquement isolées l'une de l'autre et au moins partiellement enroulées autour du tronçon capteur, la première bobine de capteur étant associée au premier support d'angle, et la deuxième bobine de capteur étant associée au deuxième support d'angle. Les bobines de capteur sont en particulier enroulées de manière identique de sorte qu'une précision de mesurage élevée du capteur de débit massique est obtenue, étant donné qu'il n'existe pas de différences de bobines de capteur dues à la fabrication, lesquelles auraient une influence sur le résultat du mesurage. Les bobines de capteur peuvent être enroulées de manière inversée l'une par rapport à l'autre, de sorte qu'elles s'étendent à partir du support d'angle associé de manière identique en direction de l'autre bobine de capteur respective.
- [0015] Les deux bobines de capteur peuvent être électriquement isolées l'une de l'autre grâce à un revêtement des deux fils d'une couche électriquement isolante. Une fente est produite entre les deux bobines de capteur dans la zone du tronçon capteur du tube capillaire. Ceci signifie en d'autres termes que les enroulements des deux bobines de capteur ne se chevauchent pas.
- [0016] Les bobines de capteur peuvent en principe être formées par des fils qui sont enroulés autour du tube capillaire et comprennent ainsi plusieurs enroulements. Les fils sont des fils chauffants ou des fils servant de résistances chauffantes.
- [0017] Les bobines de capteur peuvent également être fixées au tube capillaire et/ou au support d'angle respectif, en particulier être collées sur le tube capillaire ou le support d'angle par coopération de matières et/ou de forces. Il est ainsi assuré que la bobine de capteur correspondante ne puisse pas glisser. Une liaison par coopération de formes est déjà réalisée grâce à l'enroulement, en plus de laquelle une liaison par coopération de matières ou de forces peut être prévue.
- [0018] La bobine de capteur respective, donc tant la première bobine de capteur que la deuxième bobine de capteur, présente en particulier une première extrémité et une deuxième extrémité qui sont reliées à un premier élément de contact et un deuxième élément de contact, respectivement, du support d'angle associé. En d'autres termes, la première extrémité de la bobine de capteur correspondante est reliée (électriquement et/ou mécaniquement) au premier élément de contact du support d'angle respectif. La

deuxième extrémité de la bobine de capteur correspondante est reliée (électriquement et/ou mécaniquement) au deuxième élément de contact du support d'angle respectif. Les deux bobines de capteur présentent ainsi chacune deux extrémités qui sont reliées à des éléments de contact associés du support d'angle correspondant. Les deux extrémités sont ainsi les extrémités libres du fil correspondant qui a été enroulé autour du tube capillaire pour former la bobine de capteur respective. Les raccordements des extrémités aux éléments de contact respectifs peuvent avoir été formés par des liaisons par brasage, par métallisation et/ou par collage.

- [0019] Les supports d'angle servent ainsi en principe à la fixation mécanique du tube capillaire mais aussi au contact électrique de la bobine de capteur respective. Ceci permet en outre une réalisation plus précise de la bobine de capteur, c'est-à-dire un enroulement plus précis des enroulements. Les extrémités correspondantes peuvent être fixées mécaniquement aux supports d'angle de manière à efficacement éviter un glissement des bobines de capteur.
- [0020] Un autre aspect prévoit que la bobine de capteur respective présente au moins un enroulement qui est enroulé autour d'une saillie de fixation du support d'angle associé. La saillie peut faire partie du premier élément de contact de sorte que ceci permet l'établissement d'un contact électrique. Il est également possible de prévoir que la bobine de capteur respective est enroulée avec ledit au moins un enroulement autour de la saillie de fixation pour fixer la bobine de capteur dans sa position. Le contact électrique et la fixation mécanique de la bobine de capteur respective sont en tout cas simplifiés.
- [0021] La saillie de fixation est en particulier orientée de façon sensiblement perpendiculaire au tronçon capteur. Ceci améliore la fixation mécanique de la bobine de capteur par rapport au tube capillaire.
- [0022] La saillie de fixation peut en principe également être appelée nez de support d'angle, étant donné que la saillie de fixation fait saillie du corps de base du support d'angle à la manière d'un nez et fait donc saillie vers l'extérieur.
- [0023] Un autre aspect prévoit que l'ensemble de capteur de débit massique présente un boîtier de capteur dans lequel le capteur de débit massique est au moins partiellement reçu, le boîtier de capteur étant en particulier réalisé en plusieurs pièces. Le boîtier de capteur protège le capteur de débit massique contre des influences externes.
- [0024] Le boîtier de capteur fournit en particulier aussi une isolation thermique, de sorte que la précision de mesurage du capteur de débit massique est augmentée. En d'autres termes, le capteur de débit massique, en particulier le tube capillaire, présente une meilleure protection thermique.
- [0025] Le boîtier de capteur comprend par exemple une pièce de base et un recouvrement qui définissent ensemble un espace de réception pour le capteur de débit massique. Le

capteur de débit massique peut être inséré dans la pièce de base, le recouvrement fermant le capteur de débit massique en majeure partie vers l'extérieur et le protégeant ainsi. Une masse de scellement peut en outre être introduite dans l'espace de réception.

[0026] Le boîtier de capteur peut donc être réalisé en deux pièces ou être composé de deux pièces séparées.

[0027] Un aspect prévoit que le boîtier de capteur comprend deux évidements dans lesquels les deux supports d'angle sont reçus, et une cavité qui se trouve entre les deux évidements, le tronçon capteur du tube capillaire s'étendant à travers la cavité, au moins une isolation étant en particulier agencée dans la cavité. L'isolation thermique améliorée du capteur de débit massique est assurée par la cavité à laquelle le tronçon capteur du tube capillaire est associé. Le tube capillaire, en particulier le tronçon capteur est encore protégé contre des influences externes ou des influences de l'environnement au moyen de l'isolation thermique supplémentaire.

[0028] L'ensemble de capteur de débit massique peut en outre présenter une platine qui est en contact électrique avec le capteur de débit massique par l'intermédiaire d'au moins un contact électrique. La platine présente en particulier une pluralité de contacts électriques qui sont chacun en contact électrique avec les éléments de contact réalisés sur les supports d'angle.

[0029] Les supports d'angle obtiennent donc la fonction supplémentaire de permettre directement le contact électrique avec la platine via les supports d'angle, donc sans éléments supplémentaires.

[0030] Les supports d'angle ont donc fondamentalement trois fonctions différentes, à savoir la fixation mécanique du tube capillaire, le contact électrique des bobines du capteur et l'établissement d'un contact électrique direct avec la platine. En d'autres termes, les supports d'angle présentent chacun plusieurs interfaces électriques et mécaniques pour pouvoir assurer les fonctions mentionnées ci-dessus.

[0031] L'invention comprend fondamentalement également un régulateur de débit massique (MFC) ou un débitmètre massique (MFM) présentant un ensemble de capteur de débit massique du type mentionné ci-dessus. En plus du capteur de débit massique, le régulateur de débit massique ou le débitmètre massique présente un bloc fluidique et, en option, une vanne. Le régulateur de débit massique ou le débitmètre massique peut en outre présenter un boîtier si celui-ci n'est pas déjà formé par le boîtier du capteur. La platine qui comprend l'électronique d'évaluation peut également fournir l'électronique pour le régulateur de débit massique ou le débitmètre massique, si aucune électronique individuelle n'est fournie.

[0032] Le bloc fluidique peut présenter au moins une conduite principale qui comprend un élément d'écoulement ou une résistance d'écoulement agencé(e) dans celle-ci et des interfaces pour l'ensemble de capteur de débit massique, et qui constitue la conduite de

dérivation. Le tube capillaire forme en particulier la conduite de dérivation du régulateur de débit massique (MFC) ou du débitmètre massique (MFM).

[0033] Selon l'invention, le but est en outre atteint par un procédé de fabrication d'un ensemble de capteur de débit massique, comprenant les étapes suivantes :

- fournir un premier support d'angle et un deuxième support d'angle qui présentent chacun une rainure arquée et qui sont espacés l'un de l'autre, et
- insérer un tube capillaire dans les supports d'angle en plaçant des tronçons en arc du tube capillaire dans les rainures arquées de sorte qu'un tronçon capteur du tube capillaire est réalisé entre les deux supports d'angle espacés.

[0034] Un ensemble de capteur de débit massique est ainsi créé, lequel assure que le tronçon capteur du tube capillaire peut être particulièrement bien protégé puisqu'il est agencé entre les deux supports d'angle qui sont espacés l'un de l'autre. En d'autres termes, le tronçon capteur entre les deux supports d'angle est (tout d'abord) découvert, de sorte qu'il est possible de positionner une isolation thermique à proximité immédiate du tronçon capteur. Il en résulte une précision de mesure accrue de l'ensemble de capteur de débit massique.

[0035] Une fabrication de l'ensemble de capteur de débit massique simplifiée est en outre obtenue, car le tube capillaire peut être préfabriqué de la manière souhaitée et peut ensuite être facilement couplé aux deux supports d'angle en insérant le tube capillaire préformé dans les rainures arquées des supports d'angle.

[0036] Le tube capillaire peut en outre avoir été réalisé d'une seule pièce, de sorte qu'il ne se compose pas de plusieurs pièces réalisées séparément et reliées entre elles par des joints ou similaires pour former le tube capillaire. Cela permet également d'utiliser l'ensemble de capteur de débit massique en liaison avec le traitement de fluides agressifs par technique de procédés.

[0037] Un aspect prévoit qu'entre autres les deux supports d'angle sont produits dans un flan commun. Le flan est une carte de circuit imprimé d'ensemble, comme on l'appelle généralement dans la technique de connexion électrique, laquelle est composée de cartes de circuit imprimé individuelles qui n'ont pas encore été séparées. Un flan présente donc une pluralité de supports d'angle qui sont disposés les uns à côté des autres ou les uns au-dessous des autres. Les supports d'angle peuvent être réalisés par fraisage ou par gravure.

[0038] Dans le flan, les supports d'angle sont en particulier disposés sensiblement par paires inversées les unes par rapport aux autres, c'est-à-dire réfléchies autour d'un axe de symétrie. Les paires de supports d'angle peuvent chacune représenter les deux supports d'angle d'un ensemble de capteur de débit massique, en particulier d'un capteur de débit massique.

[0039] Le flan peut en outre présenter plusieurs arêtes de séparation au moyen desquelles les

supports d'angle respectifs peuvent facilement être séparés, par exemple en séparant les supports d'angle du reste par une rupture manuelle au niveau des arêtes de séparation. En alternative ou en complément, les supports d'angle peuvent être détachés par fraisage ou découpage. Mis à part les arêtes de séparation mentionnées, les supports d'angle ne présentent habituellement pas de liaison avec le flan.

- [0040] Grâce au flan qui comprend au moins les deux supports d'angle du capteur de débit massique, il est fondamentalement possible d'augmenter le degré d'automatisation lors de la fabrication de l'ensemble de capteur de débit massique, ce qui permet de réduire le coût total de fabrication.
- [0041] Un autre aspect prévoit qu'une première bobine de capteur et une deuxième bobine de capteur sont enroulées autour du tronçon capteur, lesquelles sont associées au premier support d'angle et au deuxième support d'angle, respectivement. Les bobines de capteur peuvent être réalisées à partir d'un fil qui est enroulé autour du tube capillaire dans la zone du tronçon capteur, de sorte que le fil forme une bobine de capteur correspondante. Les deux bobines de capteur peuvent être enroulées de manière sensiblement identique, de sorte qu'une précision de mesurage en conséquence élevée de l'ensemble de capteur de débit fabriqué est obtenue.
- [0042] Il est tout d'abord possible de fixer (provisoirement) une première extrémité de fil à l'élément d'angle associé, le reste du fil étant ensuite enroulé autour du tube capillaire pour former la bobine de capteur correspondante. L'autre extrémité du fil, donc la deuxième extrémité de fil, est ensuite pour sa part fixée (provisoirement), en particulier de manière permanente au support d'angle. En alternative, la deuxième extrémité de fil peut être directement fixée de manière permanente. Dans la mesure où cela n'a pas été effectué au début, il est ensuite possible de fixer la première extrémité de fil de manière permanente.
- [0043] La fixation provisoire des extrémités peut être réalisée par une bande adhésive qui est ensuite retirée après avoir fixé les extrémités de manière permanente et/ou après le contact électrique des extrémités. En alternative, la fixation provisoire peut également être omise, de sorte que les extrémités sont directement fixées de manière permanente.
- [0044] Les deux extrémités des bobines de capteur respectives peuvent être reliées électriquement et/ou mécaniquement au premier élément de contact du support d'angle correspondant et au deuxième élément de contact du support d'angle correspondant, par exemple par une liaison par brasage. Grâce à la liaison par brasage, la couche électriquement isolante (prévue auparavant) des deux bobines de capteur est retirée. Il est ainsi assuré que la bobine de capteur est contactée électriquement et garde en même temps la position souhaitée.
- [0045] Les bobines de capteur sont donc chacune électriquement contactées par des éléments de contact du support d'angle associé par l'intermédiaire de leurs extrémités.

- [0046] Il peut être prévu d'enrouler au moins un enroulement de chaque bobine de capteur autour d'une saillie de fixation du support d'angle associé pour fixer la bobine de capteur correspondante mécaniquement au support d'angle.
- [0047] Les étapes mentionnées ci-dessus sont réalisées pour les deux bobines de capteur. Ceci peut être effectué de manière synchrone ou successive.
- [0048] Il peut en outre être prévu de fixer la bobine de capteur correspondante à tube capillaire aussi par coopération de matières et/ou de forces pour éviter un glissement ultérieur des enroulements individuels. Une liaison par collage est par exemple prévue.
- [0049] Le capteur de débit massique est ainsi fabriqué et peut être installé.
- [0050] À cet effet, un boîtier de capteur qui est par exemple réalisé en plusieurs pièces est fourni. Le boîtier de capteur comprend par exemple une pièce de base et un recouvrement.
- [0051] Il est tout d'abord possible de presser des douilles dans le boîtier de capteur, en particulier dans la pièce de base, et/ou une isolation est placée dans une cavité du boîtier de capteur. Il peut également être prévu de coller les douilles dans le boîtier de capteur et/ou de les souder sur le boîtier de capteur.
- [0052] Le capteur de débit massique est ensuite inséré en introduisant les branches du tube capillaire en forme de U dans les douilles respectives, de sorte que le capteur de débit massique est positionné et orienté par rapport au boîtier de capteur. Le tronçon capteur du tube capillaire est alors agencé dans la zone de la cavité du boîtier de capteur qui a tout d'abord été d'un côté partiellement fermée vers l'extérieur par l'isolation. Après l'insertion dans les douilles respectives, les branches du tube capillaire en forme de U peuvent faire saillie de manière significative et avec une distance non-définie.
- [0053] Une deuxième isolation peut ensuite être placée dans la cavité de sorte que le tronçon capteur du tube capillaire est thermiquement entouré ou encapsulé par des isolations.
- [0054] Le boîtier de capteur peut ensuite être fermé. À cet effet, il est possible d'agencer un recouvrement sur une pièce de base du boîtier de capteur, de sorte que le capteur de débit massique est protégé contre des influences environnementales externes. Le recouvrement et la pièce de base présentent ensemble un espace de réception dans lequel le capteur de débit massique est reçu.
- [0055] La deuxième isolation peut également être agencée dans le recouvrement de sorte que la deuxième isolation, ensemble avec la première isolation, encapsule le tronçon capteur thermiquement lorsque le recouvrement est placé sur la pièce de base.
- [0056] Le capteur de débit massique peut ensuite être raccordé de manière permanente, par exemple en couplant, en particulier en soudant le tube capillaire à au moins l'une des douilles.
- [0057] À cet effet, le tube capillaire est tout d'abord repoussé dans la douille au moyen d'un poinçon jusqu'à ce que le tube capillaire fasse légèrement saillie de la douille, par

exemple avec une distance définie.

- [0058] Les extrémités du tube capillaire peuvent ensuite être façonnées, en particulier rabattues au moyen du poinçon.
- [0059] La douille peut ensuite être pressée sur le tube capillaire au moyen du poinçon.
- [0060] Le tube capillaire peut alors être soudé sur la douille. Un laser peut être prévu, lequel effectue un mouvement de rotation (pendulaire) pour souder l'extrémité reformée du tube capillaire de manière efficace sur la douille.
- [0061] L'espace de réception dans lequel le capteur de débit massique est reçu est ensuite rempli d'une masse de scellement, par exemple une résine de coulée, de sorte que le capteur de débit massique est noyé dans la masse de scellement et est ainsi reçu de manière protégée dans le boîtier de capteur.
- [0062] Pour terminer, il est possible de coupler une platine au boîtier de capteur, laquelle peut en même temps être électriquement contactée avec les supports d'angle. À cet effet, la platine présente des contacts électriques appropriés. Les contacts électriques peuvent chacun être reliés de manière permanente aux supports d'angle, par exemple être brasés sur ces derniers. Il est ainsi possible d'assurer une liaison mécanique et électrique entre la platine et les supports d'angle respectifs, donc le capteur de débit massique.
- [0063] En alternative, le remplissage de l'espace de réception de la masse de scellement peut aussi être effectué uniquement après la réalisation de la liaison mécanique et électrique.
- [0064] D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description qui suit et dans les dessins auxquels il est fait référence. Dans les dessins :
- [0065] [fig.1] montre une vue éclatée d'un ensemble de capteur de débit massique selon l'invention,
- [0066] [fig.2] montre une vue en perspective de l'ensemble de capteur de débit massique selon l'invention de la figure 1,
- [0067] [fig.3] montre une représentation en coupe de l'ensemble de capteur de débit massique des figures 1 et 2,
- [0068] [fig.4] montre une vue de dessus sur un flan pour la fabrication des supports d'angle de l'ensemble de capteur de débit massique selon l'invention,
- [0069] [fig.5] montre une vue détaillée de la figure 4, dans laquelle deux supports d'angle sont représentés,
- [0070] [fig.6] montre les supports d'angle de la figure 5 dans une étape de fabrication sub-séquente,
- [0071] [fig.7] montre la représentation de la figure 6 tournée de 180°,
- [0072] [fig.8] montre le détail des figures 6 et 7 dans une représentation en perspective dans une étape de fabrication ultérieure,
- [0073] [fig.9] montre un détail de la figure 8,

- [0074] [fig.10] montre une vue en perspective de l'ensemble de capteur de débit massique à fabriquer à un moment ultérieur de la fabrication,
- [0075] [fig.11] montre une vue en perspective de l'ensemble de capteur de débit massique selon la figure 2 tel que fabriqué, à un moment ultérieur,
- [0076] [fig.12] montre une vue en coupe de l'ensemble de capteur de débit massique selon la figure 11 tel que fabriqué, et
- [0077] [fig.13] montre une vue détaillée de la figure 12.
- [0078] La figure 1 montre dans une vue éclatée un ensemble de capteur de débit massique 10 qui peut être utilisé dans un régulateur de débit massique (MFC) ou dans un débitmètre massique (MFM).
- [0079] Dans le mode de réalisation représenté, l'ensemble de capteur de débit massique 10 comprend un boîtier de capteur 12 qui ici est réalisé en deux pièces et comprend une pièce de base 14 et un recouvrement 16, lequel peut également être appelé couvercle de boîtier.
- [0080] L'ensemble de capteur de débit massique 10 comprend en outre une platine 18 qui est couplée au boîtier de capteur 12 à l'état assemblé, comme cela ressort de la figure 2 qui montre l'ensemble de capteur de débit massique 10 à l'état assemblé.
- [0081] La platine 18 peut au moins partiellement être insérée dans le boîtier de capteur 12 ou être agencée sur le boîtier de capteur 12 et peut être fixée au boîtier de capteur 12 de manière mécaniquement détachable par un moyen de fixation 20, par exemple une vis, comme cela est montré à la figure 2.
- [0082] L'ensemble de capteur de débit massique 10 comprend en outre un capteur de débit massique 22 qui est au moins partiellement, en particulier en grande partie reçu dans le boîtier de capteur 12 à l'état assemblé, comme cela ressort de la figure 2.
- [0083] Le capteur de débit massique 22 comprend deux supports d'angle 24, 26 et un tube capillaire 28 qui est porté ou retenu par les deux supports d'angle 24, 26.
- [0084] Le tube capillaire 28 comprend une première branche 30, un tronçon en arc 32 se raccordant à celle-ci, un tronçon capteur 34 se raccordant à celui-ci, un tronçon en arc 36 se raccordant à celui-ci, et une deuxième branche 38 partant du deuxième tronçon en arc 36, comme cela ressort en particulier de la figure 3 qui montre une représentation tournée de 180°.
- [0085] Les deux tronçons en arc 32, 36 correspondent sensiblement à une courbe de 90°, de sorte que le tube capillaire 28 présente généralement la forme d'un U, les deux extrémités libres du tube capillaire 28 étant associées aux branches 30, 38.
- [0086] Le capteur de débit massique 22 comprend en outre une première bobine de capteur 40 et une deuxième bobine de capteur 42 qui sont toutes les deux enroulées autour du tronçon capteur 34 du tube capillaire 28. Les deux bobines de capteur 40, 42 sont électriquement isolées l'une de l'autre. Une fente 44 est de plus prévue entre les deux

bobines de capteur 40, 42. En d'autres termes, les enroulements individuels des bobines de capteur 40, 42 ne se recouvrent pas dans la zone de la fente 44.

- [0087] Les bobines de capteur 40, 42 sont chacune associées à l'un des supports d'angle 24, 26.
- [0088] Les deux bobines de capteur 40, 42 sont chacune réalisées à partir d'un fil qui est enroulé autour du tube capillaire 28 dans la zone du tronçon capteur 34. Le fil respectif présente ainsi deux extrémités ouvertes qui doivent être contactées électriquement.
- [0089] Chacune des deux bobines de capteur 40, 42 est en particulier en contact électrique avec les supports d'angle 24, 26 par ses deux extrémités.
- [0090] Le support d'angle 24, 26 respectif présente à cet effet un premier élément de contact 46, 48 ou un deuxième élément de contact 50, 52, respectivement, au niveau duquel les deux extrémités des bobines de capteur 40, 42 sont mécaniquement et électriquement raccordées, par exemple par une liaison par brasage.
- [0091] Dans le mode de réalisation montré, les premiers éléments de contact 46, 48 des deux angles de support 24, 26 sont respectivement associés à des saillies de fixation 54, 56 des supports d'angle 24, 26.
- [0092] Concrètement, les bobines de capteur 40, 42 sont respectivement enroulées avec au moins un enroulement autour de la saillie de fixation 54, 56 correspondante du support d'angle 24, 26 respectif de manière à permettre une fixation mécanique des bobines de capteur 40, 42 par rapport au tube capillaire 28.
- [0093] Les premiers éléments de contact 46, 48 s'étendent à partir des saillies de fixation 54, 56 vers une extrémité distale du support d'angle 24, 26 respectif, dans la direction de laquelle le deuxième élément de contact 50, 52 s'étend aussi.
- [0094] Cette extrémité distale du support d'angle 24, 26 respectif fait saillie du boîtier de capteur 12 de manière à pouvoir être contactée par la platine 18 lorsque le capteur de débit massique 22 est reçu dans le boîtier de capteur 12, comme cela ressort de la figure 2.
- [0095] À cet effet, la platine 18 présente des premiers contacts électriques 58, 60 et des deuxièmes contacts électriques 62, 64 qui coopèrent avec le premier élément de contact 46, 48 ou le deuxième élément de contact 50, 52 correspondant des supports d'angle 24, 26, pour assurer le contact électrique du capteur de débit massique 22 avec la platine 18.
- [0096] La liaison électrique peut également être établie par une liaison par brasage qui permet en même temps une fixation mécanique.
- [0097] Il ressort en outre de la figure 1 que le capteur de débit massique 22 peut être reçu dans le boîtier de capteur 12, en particulier dans la pièce de base 14, étant donné que des évidements 66, 68 sont prévus à cet effet, dans lesquels les deux supports d'angle 24, 26 du capteur de débit massique 22 peuvent être reçus.

- [0098] Les évidements 66, 68 sont associés à des orifices 70, 72 du boîtier de capteur 12, en particulier de la pièce de base 14, dans lesquels des douilles 74, 76 sont insérées, comme cela sera encore expliqué dans ce qui suit en référence aux figures 4 à 13.
- [0099] Une cavité 78 est prévue entre les deux évidements 66, 68 et est associée au tronçon capteur 34 du tube capillaire 28 lorsque le capteur de débit massique 22 a été inséré dans le boîtier de capteur 12.
- [0100] À l'état assemblé, deux isolations 80, 82 qui isolent le capteur de débit massique 22 thermiquement, en particulier encapsulent le tronçon capteur 34 du tube capillaire 28 thermiquement, sont prévues dans la cavité 78.
- [0101] Après l'insertion du capteur de débit massique 22 dans le boîtier de capteur 12, le recouvrement 16 est raccordé à la pièce de base 14 par un moyen de fixation 84, de sorte que le capteur de débit massique 22 est reçu dans le boîtier de capteur 12 protégé contre des influences externes.
- [0102] L'espace généré entre le recouvrement 16 et la pièce de base 12 dans lequel le capteur de débit massique 22 est reçu, est par exemple entièrement rempli d'une masse de scellement 86, de sorte que le capteur de débit massique 22 est reçu de manière protégée dans le boîtier de capteur 12. L'espace apte à être rempli comprend par exemple les évidements 66, 68 et reçoit par exemple la cavité 78 dans laquelle se trouve le capteur de débit massique 22 avec les isolations 80, 82.
- [0103] Il ressort en outre de la figure 3 qui montre une vue en coupe de la figure 2, que les extrémités libres du tube capillaire 28 en forme de U, donc les extrémités du tube capillaire 28 associées aux branches 30, 38, sont associées aux deux douilles 74, 76 qui ont été insérées dans les orifices 70, 72.
- [0104] La figure 3 montre en outre que les deux supports d'angle 24, 26 présentent chacun une rainure 88, 90 arquée dans laquelle le tube capillaire 28 est reçu via ses deux tronçons en arc 32, 36.
- [0105] Les rainures arquées 88, 90 présentent ainsi également une courbure d'environ 90° pour guider le tube capillaire 28 de manière correspondante.
- [0106] Il ressort en outre de la figure 3 que les deux éléments de contact 46 – 52 des supports d'angle 24, 26 s'étendent vers une extrémité distale qui est opposée aux extrémités libres du tube capillaire 28.
- [0107] La manière dont l'ensemble de capteur de débit massique 10 montré dans les figures 1 à 3 est fabriqué est expliquée dans ce qui suit en faisant référence aux figures 4 à 13.
- [0108] Dans une première étape, un flan 92 montré à la figure 4 est fourni, lequel comprend plusieurs supports d'angle 24, 26 qui sont respectivement agencés sensiblement par paires de manière inversée les uns par rapport aux autres selon un axe de symétrie S.
- [0109] Au total dix paires de supports d'angle 24, 26 sont montrées dans le mode de réalisation montré à la figure 4, chaque paire comprenant un premier support d'angle 24 et

un deuxième support d'angle 26 qui peuvent chacun utiliser un ensemble de capteur de débit massique 10.

- [0110] Les deux supports d'angle 24, 26 sont orientés l'un par rapport à l'autre dans le flan 92 de telle sorte que leurs rainures 88, 90 arquées pointent les unes vers les autres avec une extrémité correspondante, voir en particulier la figure 5. Cette orientation correspond déjà à l'orientation à l'état de fabrication terminée de l'ensemble de capteur de débit massique 10, en particulier du capteur de débit massique 22.
- [0111] En d'autres termes, les deux supports d'angle 24, 26 sont déjà prévus sur le flan 92 selon l'orientation correcte, ce qui permet d'augmenter le degré d'automatisation et ainsi de réduire les coûts de fabrication.
- [0112] Le flan 92 présente fondamentalement une pluralité de supports d'angle 24, 26 qui sont agencés les uns à côté des autres ou les uns au-dessous des autres. Les supports d'angle 24, 26 respectifs peuvent avoir été fabriqués par fraisage ou par gravure.
- [0113] Le flan 92 comprend en outre des arêtes de séparation 94 qui assurent que les supports d'angle 24, 26 individuels peuvent simplement être séparés du flan 92. Ceci peut être effectué par rupture manuelle, par fraisage ou par découpage.
- [0114] Mis à part les arêtes de séparation 94, les supports d'angle 24, 26 respectifs ne présentant pas de liaison avec le flan 92.
- [0115] Ensuite, un tube capillaire 28 déjà réalisé en forme de U est placé dans une paire des supports d'angle 24, 26, c'est à dire dans deux supports d'angle 24, 26 agencés de manière symétrique, les tronçons en arc 32, 36 du tube capillaire 28 étant agencés dans les rainures arquées 88, 90 des supports d'angle 24, 26, comme cela est montré à la figure 6.
- [0116] Le tube capillaire 28 peut ensuite être relié de manière permanente aux deux supports d'angle 24, 26, par exemple par une collure 96 qui a également été prévue dans le support d'angle 24, 26 correspondant, en particulier sous forme de creux. La collure 96 peut avoir été fabriquée par fraisage ou par gravure.
- [0117] Le tube capillaire 28 peut donc être mécaniquement relié de manière permanente au support d'angle correspondant 24, 26 par un point de collage au niveau de la collure 96.
- [0118] Le figure 6 montre le point de collage uniquement pour le premier support d'angle 24, de sorte que le creux dans le deuxième support d'angle 26 peut encore être distingué.
- [0119] Après avoir couplé le tube capillaire 28 aux deux supports d'angle 24, 26, les deux supports d'angle 24, 26 peuvent être séparés du flan 92 par les arêtes de séparation 94, ce qui est déjà montré à la figure 6.
- [0120] On obtient ainsi deux supports d'angle 24, 26 réalisés séparément l'un de l'autre qui sont uniquement reliés l'un à l'autre par le tube capillaire 28.

- [0121] La figure 7 montre l'état intermédiaire correspondant du capteur de débit massique 22, tourné de 180° par rapport à la figure 6, de sorte que les éléments de contact 46-52 respectifs sont visibles.
- [0122] En d'autres termes, les éléments de contact 46-52 se trouvent du côté des supports d'angle 24, 26 qui est opposé aux rainures arquées 88, 90. Dans un mode de réalisation alternatif, les éléments de contact 46-52 peuvent aussi se trouver du même côté de la rainure arquée 88, 90 respective ou dans le support d'angle 24, 26.
- [0123] Il ressort de la figure 7 que le premier élément de contact 46, 48 respectif s'étend de la saillie de fixation 54, 56 respective à l'extrémité distale du support d'angle 24, 26, en particulier sous forme de U qui fait saillie du boîtier de capteur 12.
- [0124] Après avoir séparé les deux supports d'angle 24, 26 avec le tube capillaire 28 inséré du flan 92, un premier fil et un deuxième fil sont enroulés autour du tube capillaire 28 dans la zone du tronçon capteur 34 pour former la première bobine de capteur 40 et la deuxième bobine de capteur 42, ce qui est montré schématiquement à la figure 8.
- [0125] À cet effet, le fil correspondant est (temporairement) relié au support d'angle 24, 26 associé via une extrémité libre du fil.
- [0126] Le reste du fil est ensuite enroulé autour du tube capillaire 28, en particulier autour du tronçon capteur 34, jusqu'à ce que la bobine de capteur 40, 42 a été enroulée de la manière souhaitée.
- [0127] L'autre extrémité libre du fil est alors reliée à l'un des deux éléments de contact 46-52 du support d'angle 24, 26 correspondant, par exemple par une liaison par brasage. L'extrémité de fil qui est encore libre est en particulier reliée au deuxième élément de contact 50, 52 correspondant du support d'angle 24, 26 correspondant.
- [0128] Ensuite, la première extrémité de fil qui était auparavant que temporairement couplée au support d'angle 24, 26, peut être reliée à celui-ci de manière permanente, par exemple également par une liaison par brasage.
- [0129] Il peut cependant aussi être prévu que la première extrémité du fil ait déjà au début été reliée de manière permanente au support d'angle 24, 26, en particulier à l'élément de contact 46-52 correspondant, de préférence au premier élément de contact 46, 48.
- [0130] Les deux fils qui forment les deux bobines de capteur 40, 42 peuvent être enroulés simultanément ou successivement autour du tube capillaire 28 dans la zone du tronçon capteur 34.
- [0131] Finalement, les deux bobines de capteur 40, 42 sont réalisées de manière identique, les deux bobines de capteur 40, 42 étant isolées l'une de l'autre, étant donné que les enroulements de leurs fils ne se recouvrent pas. En d'autres termes, la fente 44 entre les deux bobines de capteur 40, 42 est réalisée lors de l'enroulement des bobines de capteur 40, 42.
- [0132] Après l'enroulement des deux bobines de capteur 40, 42, le fil associé peut être

raccordé au tube capillaire 28 par coopération de matière et/ou par coopération de forces pour éviter un glissement ultérieur de la bobine de capteur 40, 42 respective.

[0133] Ceci peut être assuré de manière simple par une liaison par collage.

[0134] Les figures 8 et 9 montrent en outre que la bobine de capteur 40, 42 respective a été enroulée avec au moins un enroulement autour de la saillie de fixation 54, 56 associée du support d'angle 24, 26 respectif. Une fixation mécanique de la bobine de capteur 40, 42 correspondante peut aussi être obtenue de cette manière.

[0135] Comme déjà expliqué, la saillie de fixation 54, 56 correspondante peut faire partie du premier élément de contact 46, 48 du support d'angle 24, 26 correspondant, comme cela ressort aussi de la figure 7, de sorte qu'un contact électrique de la bobine de capteur 40, 42 respective peut être réalisé via la saillie de fixation 54, 56 en plus de la fixation mécanique.

[0136] Le capteur de débit massique 22 est maintenant fabriqué et peut être inséré dans le boîtier de capteur 12, comme cela ressort de la figure 10.

[0137] À cet effet, les deux douilles 74, 76 sont tout d'abord introduites, en particulier pressées dans les orifices 70, 72, par exemple des alésages.

[0138] La pièce de base 14 du boîtier de capteur 12 peut être réalisée en aluminium, ce qui améliore la conductivité thermique. En alternative, la pièce de base 14 peut être réalisée en cuivre ou en une autre matière à conductivité thermique.

[0139] La première isolation 80 est alors insérée dans la cavité 78.

[0140] Le capteur de débit massique 22 est ensuite inséré dans le boîtier de capteur 12, en particulier dans la pièce de base 14, en insérant les deux supports d'angle 24, 26 dans les évidements 66, 68 associés. Le tube capillaire 28 est alors inséré dans les douilles 74, 76 par ses extrémités. Le tronçon capteur 34 du tube capillaire 28 s'étend à travers la cavité 78 qui d'un côté a déjà été recouverte par la première isolation 80.

[0141] La deuxième isolation 82 est ensuite introduite pour noyer le tube capillaire 28, en particulier le tronçon capteur 34 de manière thermiquement isolante ou pour l'encapsuler thermiquement. Le capteur de débit massique 22 est ainsi efficacement protégé contre des influences de l'environnement.

[0142] Le recouvrement 16 est ensuite agencé et relié à la pièce de base 14 par l'intermédiaire du moyen de fixation 84.

[0143] En alternative, la deuxième isolation 82 peut aussi d'abord être insérée dans le recouvrement 16, de sorte que la deuxième isolation 82 entoure le tube capillaire 28, en particulier le tronçon capteur 34 lorsque le recouvrement 16 est agencé.

[0144] Après l'insertion du capteur de débit massique 22 dans le boîtier de capteur 12, le tube capillaire 28 est encore couplé aux douilles 74, 76 de manière protégée contre une extraction.

[0145] À cet effet, un poinçon 98 est utilisé, lequel repousse le tube capillaire 28 dans la

douille 74, 76 correspondante jusqu'à ce que le tube capillaire 28 ne soit plus que légèrement en saillie sur la douille 74, 76. Ceci est représenté dans les figures 11 à 13.

- [0146] On utilise ici le poinçon 98 après le couplage de la platine 18 au boîtier de capteur 12. Ceci peut cependant être effectué auparavant, comme cela sera décrit dans ce qui suit.
- [0147] Les extrémités du tube capillaire 28 sont façonnées, en particulier rabattues au moyen du poinçon 98.
- [0148] La douille 74, 76 respective est ensuite pressée sur l'extrémité correspondante du tube capillaire 28, le tube capillaire 28 étant ensuite soudé sur la douille 74, 76 respective par ses extrémités. À cet effet, il est possible d'utiliser un laser qui effectue un mouvement de rotation (pendulaire).
- [0149] Après le couplage permanent du tube capillaire 28 aux douilles 74, 76, le capteur de débit massique 22 qui est reçu dans le boîtier 12 peut être scellé avec la masse de scellement 86, de sorte que le capteur de débit massique 22 est reçu dans le boîtier de capteur 12 de manière à être protégé contre des influences de l'extérieur.
- [0150] Ensuite, la platine 18 est tout d'abord fixée au boîtier de capteur 12, en particulier par l'intermédiaire du moyen de fixation 20.
- [0151] Les extrémités distales des supports d'angle 24, 26 respectifs qui font saillie hors du boîtier de capteur 12 peuvent alors être couplées mécaniquement et électriquement aux contacts électriques 58-64 de la platine 18, par exemple par l'intermédiaire d'une liaison par brasage.
- [0152] L'ensemble de capteur de débit massique 10 est ainsi fabriqué.

Revendications

- [Revendication 1] Ensemble de capteur de débit massique (10) pour un régulateur de débit massique ou un débitmètre massique, comprenant un capteur de débit massique (22) qui comprend un tube capillaire (28) retenu par un premier support d'angle (24) et un deuxième support d'angle (26) réalisés séparément l'un de l'autre, le tube capillaire (28) comprenant un tronçon capteur (34) qui se trouve entre les deux supports d'angle (24, 26), et les deux supports d'angle (24, 26) présentant chacun une rainure arquée (88, 90) dans laquelle le tube capillaire (28) est partiellement reçu.
- [Revendication 2] Ensemble de capteur de débit massique (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le tube capillaire (28) présente au moins deux tronçons en arc (32, 36) qui sont agencés dans les rainures (88, 90) arquées des deux supports d'angle (24, 26), le tronçon capteur (34) étant prévu entre les deux tronçons en arc (32, 36).
- [Revendication 3] Ensemble de capteur de débit massique (10) selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le capteur de débit massique (22) présente une première bobine de capteur (40) et une deuxième bobine de capteur (42) qui sont électriquement isolées l'une de l'autre et au moins partiellement enroulées autour du tronçon capteur (34), la première bobine de capteur (40) étant associée au premier support d'angle (24), et la deuxième bobine de capteur (42) étant associée au deuxième support d'angle (26).
- [Revendication 4] Ensemble de capteur de débit massique (10) selon la revendication 3, caractérisé en ce que la bobine de capteur (40, 42) respective présente une première extrémité et une deuxième extrémité qui sont reliées à un premier élément de contact (46, 48) et à un deuxième élément de contact (50, 52) du support d'angle (24, 26) associé.
- [Revendication 5] Ensemble de capteur de débit massique (10) selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que la bobine de capteur (40, 42) respective présente au moins un enroulement qui est enroulé autour d'une saillie de fixation (54, 56) du support d'angle (24, 26) associé, la saillie de fixation (54, 56) étant en particulier orientée sensiblement perpendiculairement au tronçon capteur (34) et/ou la saillie de fixation (54, 56) faisant partie du premier élément de contact (46, 48).
- [Revendication 6] Ensemble de capteur de débit massique (10) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'ensemble de capteur de débit massique (10) présente un boîtier de capteur (12) dans lequel le

capteur de débit massique (22) est au moins partiellement reçu, le boîtier de capteur (12) étant en particulier réalisé en plusieurs pièces.

[Revendication 7]

Ensemble de capteur de débit massique (10) selon la revendication 6, caractérisé en ce que le boîtier de capteur (12) comprend deux évidements (66, 68) dans lesquels les deux supports d'angle (24, 26) sont reçus, et une cavité (78) qui se trouve entre les deux évidements (66, 68), le tronçon capteur (34) du tube capillaire (28) s'étendant à travers la cavité (78), au moins une isolation (80, 82) étant en particulier agencée dans la cavité (78).

[Revendication 8]

Procédé de fabrication d'un ensemble de capteur de débit massique (10), comprenant les étapes suivantes :

- fournir un premier support d'angle (24) et un deuxième support d'angle (26), les supports d'angle (24, 26) présentant chacun une rainure arquée (88, 90) et étant espacés l'un de l'autre, et
- insérer un tube capillaire (28) dans les supports d'angle (24, 26) en plaçant des tronçons en arc (32, 36) du tube capillaire (28) dans les rainures arquées (88, 90) de sorte qu'un tronçon capteur (34) du tube capillaire (28) est réalisé entre les deux supports d'angle (24, 26) espacés.

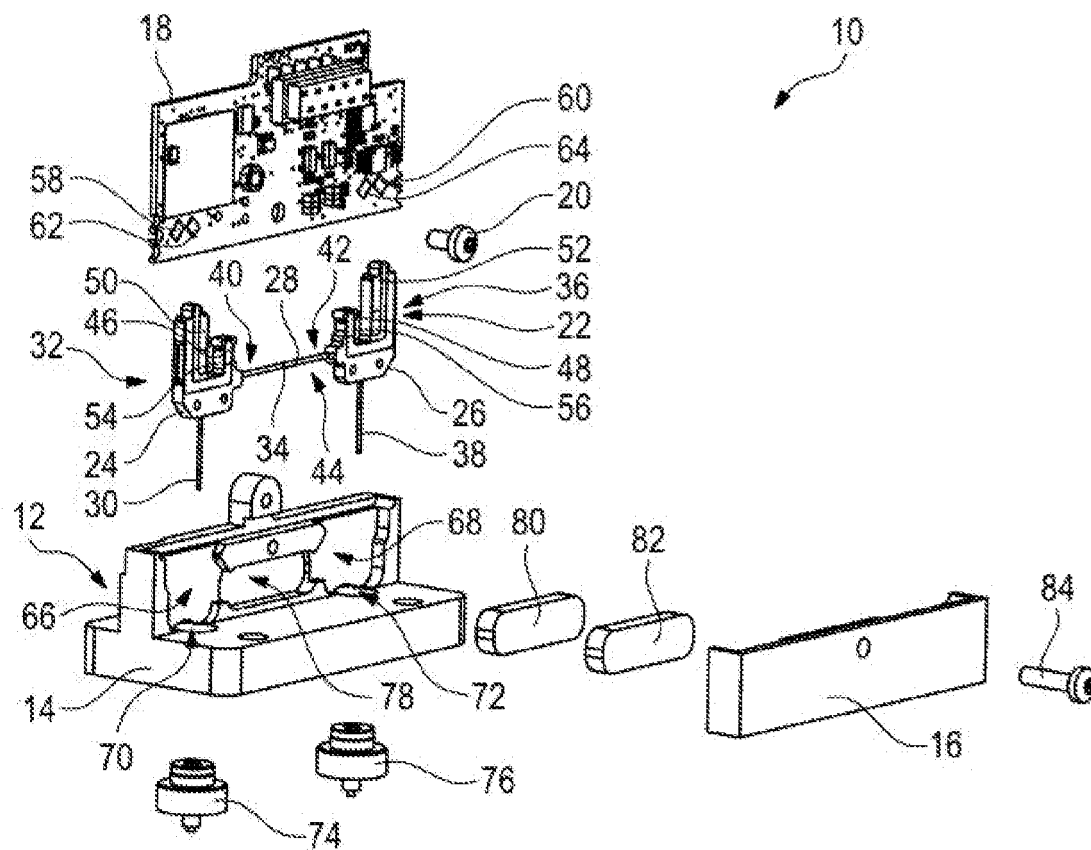
[Revendication 9]

Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'entre autre les deux supports d'angle (24, 26) sont fabriqués dans un flan commun (92).

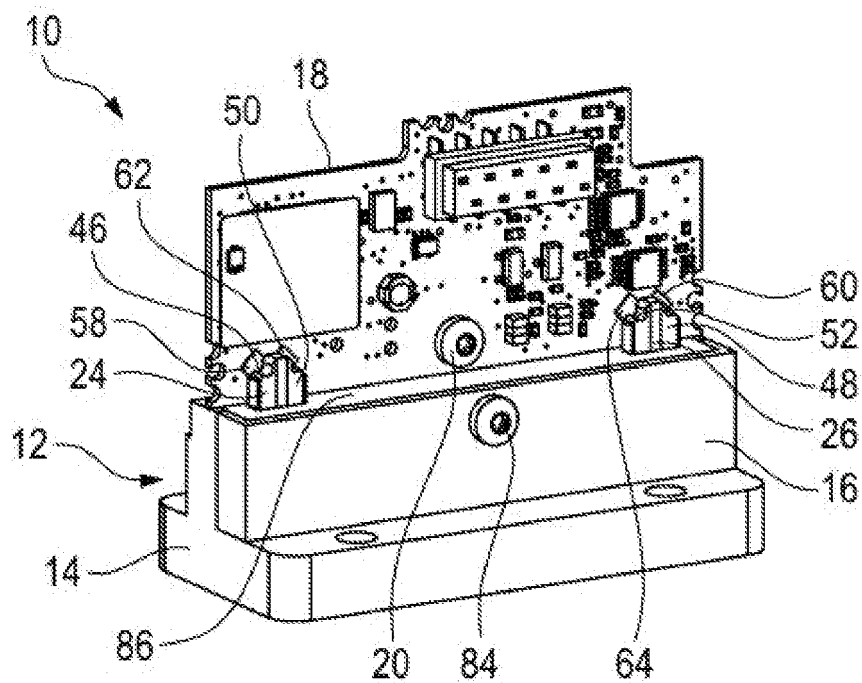
[Revendication 10]

Procédé selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce qu'une première bobine de capteur (40) et une deuxième bobine de capteur (42) qui sont associées au premier support d'angle (24) et au deuxième support d'angle (26), respectivement, sont enroulées autour du tronçon capteur (34).

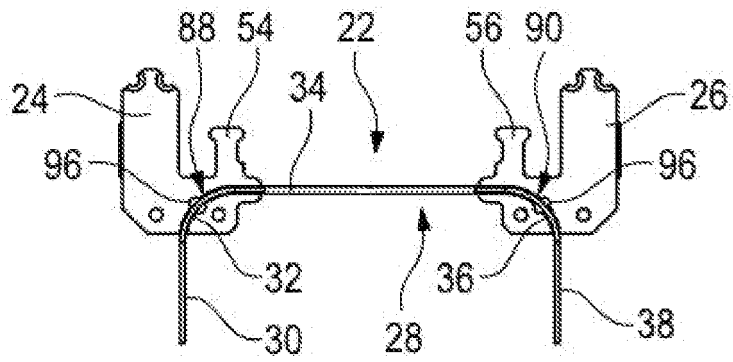
[Fig. 1]



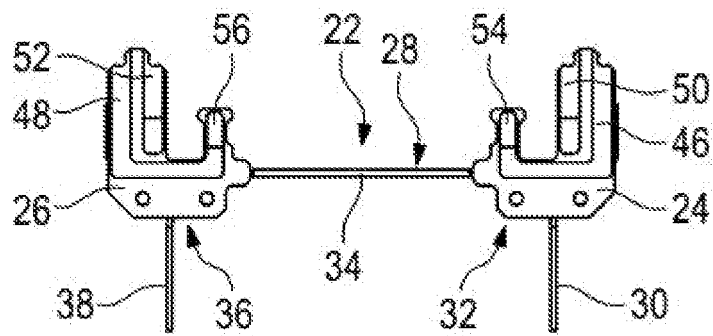
[Fig. 2]



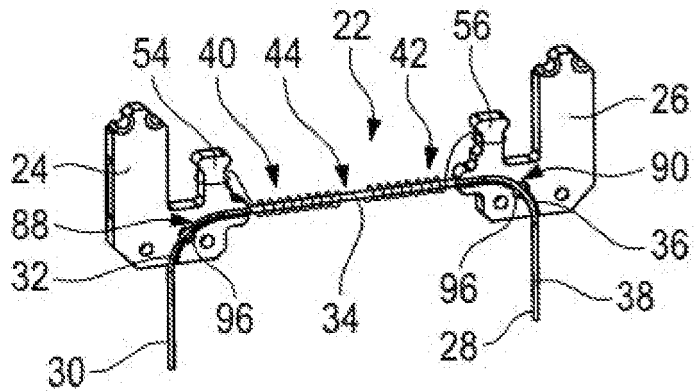
[Fig. 6]



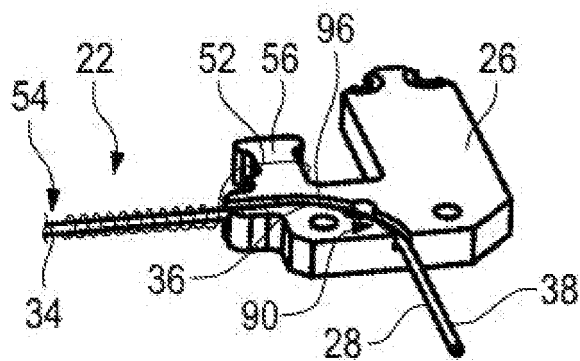
[Fig. 7]



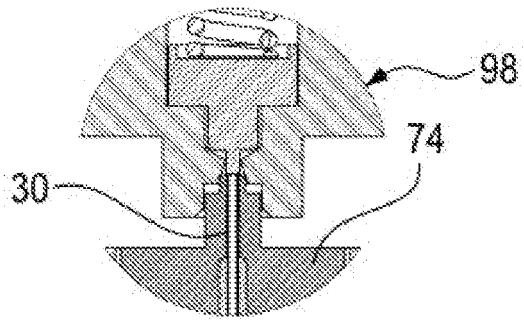
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 13]



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 870003
FR 1905379

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	EP 0 809 090 A1 (VARIAN ASSOCIATES [US]) 26 novembre 1997 (1997-11-26) * figures 3, 4 *	1,2,6-10	G01F1/76
X	EP 1 867 962 A1 (BERKIN BV [NL]) 19 décembre 2007 (2007-12-19) * figures 1, 2 * * alinéa [0003] *	1,3-5,8	
X	US 5 191 793 A (DREXEL CHARLES F [US] ET AL) 9 mars 1993 (1993-03-09) * figures 1, 2, 3 *	1,8	
X	US 2008/196494 A1 (SUZUKI ISAO [JP]) 21 août 2008 (2008-08-21) * figures 1, 2, 3 *	1,8	
X	US 6 318 171 B1 (SUZUKI ISAO [JP]) 20 novembre 2001 (2001-11-20) * figures 2, 3 *	1,8	
X	JP S57 110920 A (STANDARD TECHNOLOGY) 10 juillet 1982 (1982-07-10) * figures 2-6 *	1,8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G01F
A	WO 2011/035048 A1 (ADVANCED ENERGY IND INC [US]; ZOLOCK MICHAEL J [US] ET AL.) 24 mars 2011 (2011-03-24) * figure 1 *	6,7	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 mars 2020		Régert, Tamás	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1905379 FA 870003

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **06-03-2020**
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0809090 A1	26-11-1997	EP 0809090 A1	26-11-1997
		JP H1068646 A	10-03-1998
		KR 970075849 A	10-12-1997
		US 5792952 A	11-08-1998

EP 1867962 A1	19-12-2007	AT 461432 T	15-04-2010
		DK 1867962 T3	28-06-2010
		EP 1867962 A1	19-12-2007
		ES 2340724 T3	08-06-2010
		JP 2007333735 A	27-12-2007
		NL 1032007 C2	17-12-2007
		US 2007295079 A1	27-12-2007

US 5191793 A	09-03-1993	AUCUN	

US 2008196494 A1	21-08-2008	AUCUN	

US 6318171 B1	20-11-2001	JP 2000227354 A	15-08-2000
		US 6318171 B1	20-11-2001

JP S57110920 A	10-07-1982	AUCUN	

WO 2011035048 A1	24-03-2011	TW 201129782 A	01-09-2011
		US 2011061841 A1	17-03-2011
		WO 2011035048 A1	24-03-2011
