

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

①1 N° de publication : **3 094 247**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **19 03155**

⑤1 Int Cl⁸ : **B 21 D 39/00** (2019.01), B 23 K 26/20, B 21 D 53/16

①2

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 Procédé de sertissage par déformation plastique obtenue par des impacts laser.

②2 Date de dépôt : 26.03.19.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 02.10.20 Bulletin 20/40.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 26.03.21 Bulletin 21/12.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *Société d'Assemblages par
Faisceaux d'Electrons et Laser (SAFEL) Société A
Responsabilité Limitée — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : HOURDIN Pascal, CLEMENT
Sébastien et PETREL Jean-Baptiste.

⑦3 Titulaire(s) : Société d'Assemblages par Faisceaux
d'Electrons et Laser (SAFEL) Société A Responsabilité
Limitée.

⑦4 Mandataire(s) : IPAZ.

FR 3 094 247 - B1



Description

Titre de l'invention : Procédé de sertissage par déformation plastique obtenue par des impacts laser

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention concerne un procédé de sertissage par déformation plastique obtenue par des impacts laser. Elle concerne en particulier un procédé de sertissage d'un support autour d'un capteur, en particulier un capteur de température, par exemple un élément de thermocouple.

Etat de la technique antérieure

[0002] La connaissance du comportement thermique de pièces métalliques est primordiale, par exemple pour des pièces internes de moteur à combustion. Pour cela, il existe différents dispositifs de mesure de la température présentant au moins un capteur de température et un support dudit capteur. Dans le domaine métallurgique, il est connu d'utiliser des thermocouples afin de connaître précisément la température d'un four, afin de contrôler la température là où le contrôle thermique est indispensable.

[0003] En outre, afin de connaître le comportement thermique d'une pièce, une méthode de mesure de la température, utilisée en laboratoire, consiste à placer ladite pièce à mesurer ou à contrôler dans un dispositif de mesure de température dit « cage d'oiseau » délimitée par des thermocouples. Ladite cage est placée dans un four et ladite pièce est placée dans l'enceinte de ladite cage. Un exemple de cage d'oiseau est représenté en figure 1, sur laquelle une cage d'oiseau 100 présente plusieurs disques 101 portant chacun plusieurs thermocouples filaires 102. Les thermocouples sont disposés de manière à former une armature tubulaire.

[0004] Il est également connu, selon un premier mode de réalisation, une méthode d'assemblage de thermocouples dans leur logement de support consistant à sertir chaque thermocouple dans leur logement par appui mécanique par un outil mécanique venant exercer un effort sur et/ou autour de la surface externe du logement de support de façon que la surface interne du logement vienne en appui sur la surface externe du thermocouple. Or ce procédé de sertissage a pour inconvénient de fissurer ou casser le thermocouple.

[0005] En outre, selon un second mode de réalisation, il est connu une méthode d'assemblage de thermocouples dans leur logement de support consistant à brasier les thermocouples dans leur logement de support. Or, lors d'utilisation à haute température, par exemple 1000 degrés Celsius, la matière utilisée pour le brasage fond et coule sur le thermocouple qui devient inutilisable.

[0006] Les thermocouples sont connus pour être très fragiles. De plus, il est connu que la «

cage d'oiseau » présente une structure fragile et est sensible aux vibrations si bien qu'elle n'est pas ou peu utilisée dans un environnement industriel.

[0007] Un but de l'invention est de pallier tout ou partie des inconvénients et limites de l'art antérieur, et en particulier de proposer un procédé d'assemblage de capteur, par exemple thermocouple, dans son support permettant de fournir un dispositif de mesure de température fiable, présentant une durée de vie accrue, résistant aux vibrations et résistant à des températures supérieures à 1000 degrés Celsius et/ou des milieux agressifs et corrosifs. Un autre but de l'invention est de proposer un procédé de fabrication d'un dispositif de mesure de température.

Présentation de l'invention

[0008] Cet objectif est atteint, selon un premier aspect de l'invention, par un procédé de sertissage d'un capteur dans un support de capteur, comprenant les étapes suivantes :

[0009] - fournir un capteur présentant au moins une portion d'assemblage en forme de tige,

[0010] - fournir un support de capteur réalisé en matériau métallique réfractaire, ledit support de capteur comprenant un logement de capteur, ledit logement étant en forme de tube d'épaisseur non-nulle et comprend une surface extérieure et une surface intérieure, ladite surface intérieure étant agencée pour recevoir ladite portion d'assemblage en forme de tige,

[0011] - insérer ladite portion d'assemblage en forme de tige à l'intérieur du logement de capteur.

[0012] En outre, le procédé d'assemblage comprend l'étape suivante : appliquer au moins un faisceau laser sur la surface extérieure dudit logement jusqu'à déformer plastiquement ledit logement et que la surface intérieure du logement appuie sur la portion d'assemblage du capteur de manière que ledit capteur est serti dans ledit logement de capteur.

[0013] Le procédé d'assemblage selon l'invention a pour avantages de maintenir en position le capteur sans risque de détérioration de celui-ci, par exemple fissure ou endommagement d'une gaine de protection, et de permettre une utilisation du capteur dans des milieux à très hautes températures. L'assemblage obtenu est ainsi plus fiable et présente une durée accrue par rapport aux assemblages capteur/support de capteur de l'art antérieur. Cette fiabilité d'assemblage se traduit par une sûreté supplémentaire sur l'exactitude des données récoltées.

[0014] Pour ce qui précède et pour la suite de la description, on entend par :

[0015] - très haute température, une température supérieure à 1000 degrés Celsius, par exemple 1300 degrés Celsius,

[0016] - sertir un capteur, l'opération consistant à assujettir ou maintenir en position ledit capteur dans un logement du support de capteur sans ajout de matière,

- [0017] - tige, un élément présentant une forme mâle et une section transversale cylindrique, en particulier circulaire, ou rectangulaire, ou triangulaire ou une autre forme géométrique à contour fermé,
- [0018] - tube, un élément présentant une forme femelle et une section transversale cylindrique, en particulier circulaire, ou rectangulaire, ou triangulaire ou une autre forme géométrique à contour fermé, ledit tube présentant une paroi d'épaisseur non-nulle.
- [0019] Selon des perfectionnements optionnels de l'invention :
- [0020] - l'au moins un faisceau laser est appliqué par un poste de soudage par faisceau laser ; bien qu'un poste de soudage par faisceau laser nécessite un réglage très précis, le faisceau laser permet de déformer le logement de capteur de façon que la surface intérieure dudit logement se déplace radialement vers ledit capteur et exerce sur ce dernier un effort suffisant pour sertir le capteur sans le détériorer. On entend par effort suffisant quelques déca-newtons. L'effort de sertissage diminue en fonction de l'augmentation de l'épaisseur du logement du support de capteur.
- [0021] - l'au moins un faisceau laser appliqué présente une puissance d'émission et une durée d'émission déterminées en fonction de l'épaisseur du logement de capteur en forme de tube,
- [0022] - la durée d'émission et/ou la puissance d'émission est(sont) proportionnelle(s) à l'épaisseur du logement en forme de tube,
- [0023] - l'au moins un faisceau laser appliqué est un faisceau laser pulsé,
- [0024] - l'au moins un faisceau laser appliqué est un faisceau laser pulsé provenant d'une source laser YAG pulsé,
- [0025] - l'au moins un faisceau laser pulsé présente un signal d'impulsion de forme rectangulaire ; cette caractéristique permet d'appliquer la même valeur de puissance pendant toute la durée de chaque impulsion,
- [0026] - l'au moins un faisceau laser est appliqué sur la surface extérieure radialement à l'axe du logement de capteur,
- [0027] - le procédé d'assemblage prévoit l'application de deux faisceaux laser en deux points distincts sur la surface extérieure dudit logement,
- [0028] - les au moins deux points d'application sont espacés longitudinalement,
- [0029] - une seule impulsion de faisceau laser est nécessaire pour réaliser un point d'application,
- [0030] - l'application de l'au moins un faisceau laser est réalisé sous atmosphère contrôlée en présence d'un gaz neutre, par exemple de l'argon,
- [0031] - le procédé d'assemblage prévoit d'utiliser un support en matériau Zircaloy 4,
- [0032] - le capteur utilisé est un thermocouple filaire, de préférence un thermocouple de type K.
- [0033] Selon d'autres perfectionnements, un autre type de laser, que le laser type YAG, peut

être utilisé s'il se situe dans la gamme de longueur d'onde provoquant un processus thermique sur le support de capteur. Les types de laser suivants peuvent être utilisés selon l'ordre de grandeur de la durée d'impulsion proposé :

[0034] [Tableaux1]

Type de laser	Gamme de longueur d'onde	Temps d'impulsion	Processus
CO2	IR	$\mu\text{s} - \text{ms}$	Thermique
YAG/fibre	IR	$\text{ns} - \text{ms}$	
YAG 2w	Visible	$\text{ns} - \text{ms}$	
YAG 3/4w	UV	ns	Photochimique
Excimer	UV	ns	
Pico/Femto	IR	$\text{ps} - \text{fs}$	ultrabref

[0035] Selon un deuxième aspect de l'invention, en particulier conforme au premier aspect, il est prévu un procédé de fabrication d'un dispositif de mesure de température du type « cage d'oiseau » comprenant les étapes suivantes :

[0036] - fournir au moins deux supports de capteur en forme d'anneau, un premier support et un second support, réalisés en matériau métallique réfractaire, chaque support de capteur comprenant au moins deux logements de capteur, chaque logement étant en forme de tube d'épaisseur non-nulle et comprend une surface extérieure et une surface intérieure, ladite surface intérieure étant agencée pour recevoir ladite portion d'assemblage en forme de tige, chaque support de capteur comprenant en outre des alésages d'entretoise, lesdits logements et alésages étant agencés dans l'épaisseur des supports en forme d'anneau,

[0037] - fournir au moins deux entretoises tenant à distance axialement les au moins deux supports,

[0038] - fournir au moins deux capteurs présentant au moins deux portions d'assemblage en forme de tige,

[0039] - assembler chaque entretoise dans un alésage d'entretoise du premier support et du deuxième support, de manière à réaliser une armature,

[0040] - assembler chaque capteur dans un logement de capteur du premier support et du deuxième support selon le procédé d'assemblage du premier aspect de l'invention, de manière à réaliser un dispositif de mesure de température du type « cage d'oiseau ».

[0041] Selon des perfectionnements optionnels du deuxième aspect de l'invention :

[0042] - les entretoises sont soudées aux supports de capteurs par faisceau laser,

[0043] - le procédé de fabrication prévoit de fournir au moins un support intermédiaire d'entretoise et au moins quatre entretoises, positionner et assembler un support d'entretoise entre deux supports de capteur par l'intermédiaire des au moins quatre en-

tretoises, deux entretoises reliant le premier support au support intermédiaire d'entretoise et deux entretoises reliant le support intermédiaire d'entretoise au second support.

[0044] Selon un troisième aspect de l'invention, en particulier conforme au deuxième aspect, il est prévu un dispositif de mesure de température comprenant :

[0045] - au moins deux capteurs présentant au moins deux portions d'assemblage en forme de tige,

[0046] - au moins deux supports de capteur en forme d'anneau, un premier support et un second support, réalisés en matériau métallique réfractaire, chaque support de capteur comprenant au moins deux logements de capteur, chaque logement étant en forme de tube d'épaisseur non-nulle et comprend une surface extérieure et une surface intérieure, ladite surface intérieure étant agencée pour recevoir ladite portion d'assemblage en forme de tige, chaque support de capteur comprenant en outre des alésages d'entretoise, les axes des logements de capteur étant plus éloignés radialement que les axes des alésages d'entretoise par rapport à l'axe du support de capteur,

[0047] - au moins deux entretoises tenant à distance axialement les au moins deux supports de capteur.

[0048] Selon des perfectionnements optionnels du deuxième aspect de l'invention :

[0049] - au moins un support d'entretoise est disposé entre les deux supports de capteur, ledit support d'entretoise comprenant des alésages d'entretoise, mais ne comprenant pas de logement de capteur, de manière à rigidifier le dispositif,

[0050] - lesdits logements et alésages sont agencés dans l'épaisseur des supports en forme d'anneau,

[0051] - l'au moins un support d'entretoise comprend uniquement des alésages d'entretoise,

[0052] - chaque entretoise présentant la forme d'une tige et comprend une partie centrale et deux parties de raccordement, chaque partie de raccordement étant disposée à une extrémité de la partie centrale.

Brève description des dessins

[0053] D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée d'un mode de mise en œuvre nullement limitatif, et des dessins annexés sur lesquels :

[0054] [fig.1]

est une vue en perspective d'un dispositif de mesure de température du type « cage d'oiseau » de l'art antérieur.

[0055] [fig.2a]

est une vue en perspective d'un support de capteur en forme d'anneau selon un exemple de mode de réalisation, comprenant douze logements de capteur et trois

alésages d'entretoise.

[0056] [fig.2b]

est une vue en perspective d'un support d'entretoise en forme d'anneau selon un exemple de mode de réalisation, comprenant trois alésages d'entretoise.

[0057] [fig.2c]

est une vue en perspective d'un support de capteur en forme d'anneau, identique au support de capteur de la figure 2a, comprenant douze logements de capteur et trois alésages d'entretoise.

[0058] [fig.2d]

est une vue plan d'une entretoise selon un exemple de mode de réalisation, comprenant une partie centrale en forme de tige et deux parties de raccordement, chaque partie de raccordement étant disposée à une extrémité de la partie centrale.

[0059] [fig.2e]

est une vue plan schématique d'un thermocouple filaire.

[0060] [fig.3]

est une vue plan d'un assemblage, de la gauche vers la droite, d'un support de capteur, de deux entretoises et d'un support d'entretoise conformes respectivement aux figures 2a, 2d et 2b.

[0061] [fig.4a]

est une vue plan d'une partie d'un dispositif de mesure de température du type « cage d'oiseau » selon un mode de réalisation, montrant, de la gauche vers la droite, un premier support d'entretoise, un premier support de capteur, un second support d'entretoise et un second support de capteur, le tout espacés longitudinalement par plusieurs entretoises.

[0062] [fig.4b]

est une vue en coupe transversale du dispositif de mesure de température de la figure 4a, montrant un support de capteur et un support d'entretoise disposés de manière coaxiale, le support de capteur ne portant pas de capteur.

[0063] [fig.4c]

est une vue en coupe transversale du dispositif de mesure de température de la figure 4a, montrant un support de capteur et un support d'entretoise disposés de manière coaxiale, le support de capteur portant un capteur dans chacun de ses logements de capteur et le support d'entretoise portant une pièce à contrôler.

[0064] [fig.5]

est une vue en perspective d'un support de capteur conforme à la figure 4a et des portions de thermocouples filaire, chacune étant insérée dans un logement de capteur du support.

[0065] [fig.6]

est une vue en coupe d'un support de capteur, le plan de coupe passant par l'axe dudit support, lequel portant deux thermocouples filaires, ladite vue montrant l'application de deux faisceaux laser sur la surface extérieure du logement de capteur dudit support.

[0066] [fig.7]

est un graphique montrant la puissance de l'impulsion du faisceau laser en fonction du temps.

[0067] Ces modes de réalisations n'étant nullement limitatifs, on pourra notamment considérer des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites ou illustrées par la suite isolées des autres caractéristiques décrites ou illustrées (même si cette sélection est isolée au sein d'une phrase comprenant ces autres caractéristiques), si cette sélection de caractéristiques est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure. Cette sélection comprend au moins une caractéristique, de préférence fonctionnelle sans détails structurels, et/ou avec seulement une partie des détails structurels si cette partie uniquement est suffisante pour conférer un avantage technique ou différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure.

[0068] Description détaillée des modes de réalisation

[0069] On va décrire, en référence aux figures 2a à 7, un exemple de procédé de fabrication d'un dispositif de mesure de température du type « cage d'oiseau ». Ce dernier est destiné à mesurer précisément l'évolution de la température d'une pièce présente dans l'enceinte définie par ledit dispositif dit cage d'oiseau ou, à mesurer précisément l'évolution de la température du milieu dans lequel celui-ci est placé.

[0070] En référence aux figures 2a, 2c, 2d et 2e, le procédé de fabrication prévoit tout d'abord de fournir les différents éléments constitutifs du dispositif de mesure de température à cage d'oiseau, c'est-à-dire au moins deux supports 3 de capteur de température en forme d'anneau (voir figures 2a et 2c), au moins deux entretoises 6 en forme de tige (une seule entretoise est représenté en figure 2d) tenant à distance axialement les au moins deux supports 3 de capteur de température et au moins deux capteurs de température 2 (un seul capteur est représenté en figure 2e).

[0071] Tout d'abord, les capteurs de température fournis sont des thermocouples filaires 2. En particulier, ils sont choisis afin de mesurer des températures d'au moins 1000 degrés Celsius, de préférence d'au moins 1300 degrés Celsius, et pouvant être placés dans des milieux agressifs, voire corrosifs. La figure 2e montre un thermocouple filaire de manière générale car la totalité de la gamme des thermocouples est utilisable : type T, J, E, K, N, S, R, B et C. Selon un mode de réalisation préféré, les thermocouples filaires utilisés sont du type K. Chaque thermocouple présente au moins une portion d'assemblage 2a agencée et configurée pour être insérée dans un logement de capteur

du support de capteur. Selon un mode de réalisation, chaque thermocouple filaire présente autant de portion d'assemblage que de support de capteur. La portion d'assemblage 2a présente une forme de tige, de préférence à section transversale circulaire.

[0072] Puis, il est fourni au moins deux supports de capteur 3, un premier support de capteur 31 et un second support de capteur 32. De préférence, les premier 31 et second 32 supports de capteur sont identiques. En référence à la figure 2a, chaque support de capteur comprend 12 logements de capteur 4 en forme de tube. Les logements de capteur 4 sont réalisés le long du pourtour du support de capteur 31 en forme d'anneau. Ils sont disposés parallèlement entre eux et parallèlement à l'axe du support de capteur. Selon un mode de réalisation préféré, chaque logement de capteur 4 présente une section transversale circulaire. Chaque logement de capteur 4 présente une surface intérieure 42 correspondant à l'intérieur du logement et agencée pour recevoir une portion d'assemblage 2a du thermocouple 2. Chaque logement de capteur 4 présente en outre une surface extérieure 41 correspondant à une partie de la surface périphérique extérieure du support de capteur 31. De préférence, la surface extérieure 41 s'étend longitudinalement sur toute la largeur du support de capteur et s'étend transversalement selon un arc de cercle d'un angle strictement inférieur à 180 degrés le long de la périphérie du logement 4, voir figure 5. En outre, chaque logement de capteur en forme de tube présente une paroi d'épaisseur non-nulle. De préférence, l'épaisseur de chaque paroi de logement 4 est sensiblement égale à l'épaisseur d'un tronçon de support de capteur ne comportant pas de logement de capteur ou autre alésage, donnant une forme extérieure nervurée au support de capteur.

[0073] De plus, en référence à la figure 2c, chaque support de capteur comprend de préférence trois alésages d'entretoise 8, chaque alésage d'entretoise étant agencé pour recevoir une entretoise. Les entretoises avec les supports de capteur permettent de réaliser une armature afin de porter les thermocouples filaires. En particulier, les entretoises permettent de rigidifier l'armature du dispositif de mesure de température. De préférence, les alésages d'entretoise sont disposés parallèlement aux logements de capteur. En outre, ils sont disposés le long du pourtour du support de capteur 32 en forme d'anneau. En référence aux figures 2a, 2c, 4b, 4c et 5, ils sont espacés angulairement de 120 degrés l'un par rapport à l'autre. Par rapport aux logements de capteur 4, les alésages d'entretoise 8 sont décalés radialement vers l'intérieur du support de capteur.

[0074] Il est aussi fourni des entretoises 6 en forme de tige tenant à distance axialement ou longitudinalement les supports de capteur 3. De préférence, il est au moins prévu trois entretoises 6, chaque extrémité d'entretoise 6 étant agencée pour s'insérer dans un alésage d'entretoise 8, voir par exemple la partie gauche de la figure 3. Selon un mode

de réalisation et en référence à la figure 2d, chaque entretoise 6 présente une partie centrale 6b et deux parties de raccordement 6a. Chaque partie de raccordement 6a est située à une extrémité de la partie centrale 6b. Chaque partie de raccordement 6a forme un tourillon qui est agencée pour être inséré dans un alésage d'entretoise.

[0075] Selon un mode de réalisation particulier, le procédé de fabrication prévoit de fournir un support d'entretoise 5 en forme d'anneau agencé pour recevoir des entretoises 6, sans recevoir de capteurs, voir figure 2b. Chaque support d'entretoise 5 comprend trois alésages d'entretoise 7 disposés parallèlement l'un par rapport à l'autre et parallèlement à l'axe du support d'entretoise. Les alésages d'entretoise 7 sont disposés sur la périphérie extérieure du support d'entretoise. Le support d'entretoise 5 et la disposition des alésages d'entretoise 7 sont agencés pour que les alésages d'entretoise 7 du support d'entretoise 5 s'alignent avec les alésages d'entretoise 8 du support de capteur 3. En outre, chaque alésage d'entretoise 7 du support d'entretoise est relié à une entretoise 6 de la même manière que pour un support de capteur 3, voir ci-dessus et aussi la partie droite de la figure 3. Le support d'entretoise 5 permet de rigidifier l'armature du dispositif de mesure, notamment lorsque ce dernier s'étend d'une longueur axiale supérieure à un mètre, voir par exemple un dispositif de mesure de température en figure 4a. En outre, lorsqu'il est prévu de mesurer la température d'une pièce P à l'intérieur du dispositif de mesure de température, le support d'entretoise 5 permet de supporter la pièce à contrôler P, voir par exemple la figure 4c.

[0076] Les supports de capteur, les entretoises et les supports d'entretoise sont réalisés en matériau métallique réfractaire. De préférence, les supports de capteur, les entretoises et les supports d'entretoise sont constitués en matériau métallique réfractaire. Par exemple, le matériau métallique réfractaire est du Zircaloy 4. Selon d'autres modes de réalisation, le matériau métallique réfractaire peut être en acier inoxydable, en titane et ses alliages ou des alliages à base de nickel, par exemple inconel.

[0077] Ensuite, les entretoises 6 sont soudées aux supports de capteur 3 et/ou aux supports d'entretoise 5. De préférence, les extrémités des parties centrales 6b des entretoises sont appliquées contre lesdits supports, puis soudées par pointage laser de manière à réaliser l'armature du dispositif de mesure, voir références sw sur la figure 3. Selon un mode de réalisation préféré, les soudures sont effectuées sous atmosphère contrôlée en présence de gaz neutre, par exemple de l'argon.

[0078] Il va maintenant être décrit l'assemblage des capteurs, en particulier des thermocouples, dans les logements de capteur des supports de capteur. Le procédé d'assemblage propose ici de sertir les thermocouples filaires, ou d'autres capteurs, en utilisant la machine de soudage par laser.

[0079] Par la suite, le procédé d'assemblage est décrit pour un seul thermocouple. Les opérations décrites ci-après sont à multiplier en fonction du nombre de thermocouples.

- [0080] Tout d'abord, il est prévu de calibrer le thermocouple à sertir. Cette opération vise à vérifier le diamètre intérieur du logement de capteur du support de capteur. Par exemple, lorsque le diamètre du thermocouple est égal à 0,5 millimètre, le diamètre du logement de capteur est égal à 0,51 millimètre. Il est prévu d'insérer une tige en acier d'un diamètre égal à 0,51 millimètre dans le logement de capteur.
- [0081] Ensuite, le thermocouple filaire 2 est inséré manuellement dans le logement de capteur, voir figure 5, de façon qu'une portion d'assemblage 2a se situe dans le logement 4 du support de capteur, voir figure 6.
- [0082] Puis, dans une enceinte d'une machine de soudage par laser et en présence de buses de protection gazeuses délivrant de l'argon (non représenté), un premier faisceau laser F1 est appliqué sur la surface extérieure 41 du logement de capteur considéré, voir figure 6. Ensuite, l'ensemble support de capteur 3 et thermocouple 2 est déplacé axialement par rapport à la tête de soudage, ou inversement, et un second faisceau laser F2 est appliqué sur la surface extérieure 41 du logement de capteur considéré, voir figure 6. Les faisceaux lasers F1 et F2 sont appliqués sur la surface extérieure 41 radialement par rapport à l'axe du logement de capteur. Chaque faisceau est appliqué en un point.
- [0083] Afin de clarifier la compréhension du lecteur, il est indiqué ci-après les notions d'optique suivantes :
- [0084] - un faisceau laser est caractérisé par sa longueur d'onde, sa puissance moyenne exprimée en W, sa cadence de tir en Hz et sa durée d'impulsion : à partir de ces données, on peut calculer son énergie par impulsion et sa puissance crête :
- [0085] Formule mathématique générée à l'aide de l'éditeur mathématique de MS Word :
- [0086] Énergie par impulsion :
- [0087] [Math.1]

$$E [J] = \frac{P [W]}{v [Hz]}$$

- [0088] avec P : la puissance moyenne
- [0089] et v : la cadence de répétition
- [0090] Si le faisceau laser est focalisé, on peut en déduire la fluence. Le diamètre du faisceau focalisé et la profondeur de champ sont dépendantes de la longueur d'onde d'émission du laser et de la distance de focalisation de la lentille utilisée.
- [0091] Fluence ou densité d'énergie :
- [0092]

[Math.2]

$$F[\text{J} \cdot \text{cm}^{-2}] = \frac{E[\text{J}]}{S[\text{cm}^{-2}]}$$

[0093] avec E : l'énergie de l'impulsion

[0094] et S : la section du faisceau

[0095] Diamètre du faisceau au point focal :

[0096] [Math.3]

$$d = M^2 \frac{4\lambda F}{\pi D}$$

[0097] Avec lambda : la longueur d'onde [μm]

[0098] F : la distance focale de la lentille [μm]

[0099] D : le diamètre du faisceau sur l'optique de focalisation [μm]

[0100] M^2 : le facteur qualité du faisceau

[0101] Quantité d'énergie déposée :

[0102] Nous allons considérer une relation simplifiée représentant la quantité d'énergie déposée Q sur le matériau.

[0103] Soit :

[0104] - Energie par impulsion : Eimp en J

[0105] - Fluence : F en J/cm^2

[0106] - Diamètre du faisceau focalisé : d en mm

[0107] - Cadence de répétition : v en Hz

[0108] - Vitesse de balayage du faisceau : V en mm/s

[0109] - Pas: dhatch en mm

[0110] - Nombre de passes : N

[0111] Dans le cas d'un choc sur une largeur L supérieure à la largeur du faisceau laser, la quantité d'énergie s'exprime par :

[0112]

[Math.4]

$$Q = \frac{E_{imp} * v}{\frac{V}{N} * d}$$

[0113] La quantité d'énergie déposée sur la pièce doit être comprise entre 30 et 50 MW/mm² pour obtenir une déformation plastique.

[0114] L'application des faisceaux lasers est telle que le logement de capteur se déforme et/ou se rétracte très localement de façon que la surface intérieure 42 appuie sur la portion d'assemblage 2a du thermocouple de manière que ledit thermocouple est serti dans le logement de capteur.

[0115] Les faisceaux lasers utilisés proviennent d'une source laser du type YAG pulsé. La forme d'impulsion utilisée est de forme rectangulaire de largeur Di, voir figure 7. L'énergie est ainsi répartie uniformément lors de l'impulsion. Chaque faisceau laser impulsif crée une onde de choc acoustique et génère un plasma, réalisant une déformation plastique.

[0116] Dans le cadre de l'exemple d'un logement de capteur de 0,51 millimètre, les paramètres de soudage sont détaillés dans le tableau suivant :

[0117] [Tableaux2]

Caractérisation des impulsions					
Nb de points	Fréquence (Hz)	Durée d'impulsion (ms)	Energie (J)	Puissance utile (W)	Puissance crête (Energie/durée d'impulsion) (kW)
2	10	5	3	50	0,6

[0118] Selon cet exemple, chaque faisceau laser agit sur un volume de matière de l'épaisseur du logement de capteur compris entre 0,1 et 0,3 millimètre cube, de sorte que le logement de capteur se rétracte de quelques centièmes de millimètre vers la surface extérieure du thermocouple, de façon à serti ledit thermocouple dans ledit logement. La force de serrage est ainsi d'environ 4 déca-Newtons.

[0119] En outre, les paramètres invariables lors du soudage et assemblage du thermocouple sont : débit du gaz neutre (argon) : 40 litres par minute et la distance focale est de 150 millimètres.

[0120] La puissance d'émission augmentera proportionnellement en fonction de l'augmentation de l'épaisseur de la paroi du logement.

[0121] Le procédé d'assemblage proposé évite tout endommagement structurel et/ou fonctionnel des capteurs en général, et des thermocouples en particulier.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de sertissage d'un capteur (2) dans un support de capteur (3), comprenant les étapes suivantes :
- fournir un capteur (2) présentant au moins une portion d'assemblage (2a) en forme de tige,
 - fournir un support de capteur (3) réalisé en matériau métallique réfractaire, ledit support de capteur (3) comprenant un logement de capteur (4), ledit logement (4) étant en forme de tube d'épaisseur non-nulle et comprend une surface extérieure (41) et une surface intérieure (42), ladite surface intérieure (42) étant agencée pour recevoir ladite portion d'assemblage (2a) en forme de tige,
 - insérer ladite portion d'assemblage (2a) en forme de tige à l'intérieur du logement de capteur (4),
 - appliquer au moins un faisceau laser sur la surface extérieure (41) dudit logement (4) jusqu'à déformer plastiquement ledit logement et que la surface intérieure (42) du logement appuie sur la portion d'assemblage (2a) du capteur de manière que ledit capteur (2) est serti dans ledit logement de capteur (4).
- [Revendication 2] Procédé de sertissage selon la revendication 1, dans lequel l'au moins un faisceau laser est appliqué par un poste de soudage par faisceau laser.
- [Revendication 3] Procédé de sertissage selon la revendication 1 ou 2, dans lequel l'au moins un faisceau laser présente une puissance d'émission et une durée d'émission déterminées en fonction de l'épaisseur du logement de capteur (4) en forme de tube.
- [Revendication 4] Procédé de sertissage selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel l'au moins un faisceau laser est un faisceau laser pulsé provenant d'une source laser YAG pulsé.
- [Revendication 5] Procédé de sertissage selon la revendication précédente, dans lequel le signal d'impulsion est de forme rectangulaire.
- [Revendication 6] Procédé de sertissage selon l'une des revendications 1 à 5, dans lequel l'au moins un faisceau laser est appliqué sur la surface extérieure (41) radialement à l'axe du logement de capteur (4).
- [Revendication 7] Procédé de sertissage selon l'une des revendications 1 à 6, dans lequel deux faisceaux laser sont appliqués en deux points distincts sur la surface extérieure (41) dudit logement.
- [Revendication 8] Procédé de sertissage selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel l'application de l'au moins un faisceau laser est réalisé sous atmosphère

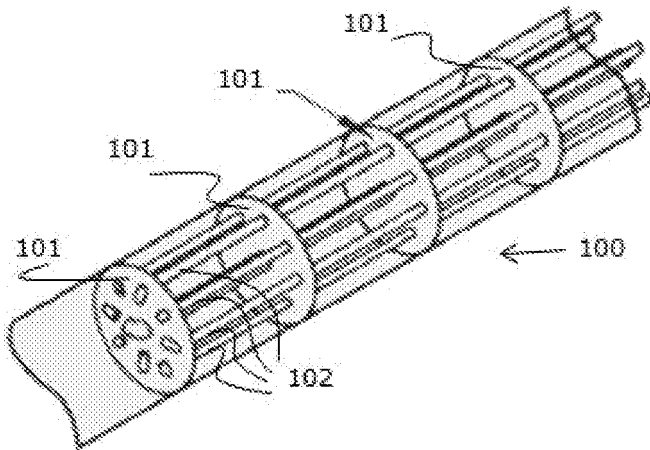
contrôlée en présence d'un gaz neutre.

[Revendication 9] Procédé de sertissage selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel le capteur fourni est un thermocouple filaire.

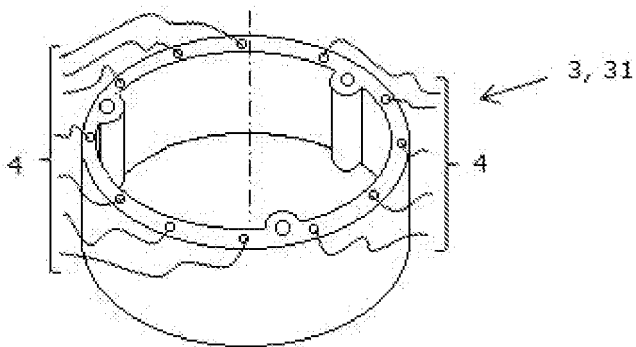
[Revendication 10] Procédé de fabrication d'un dispositif de mesure de température du type « cage d'oiseau » comprenant les étapes suivantes :

- fournir au moins deux capteurs (2) présentant au moins deux portions d'assemblage (2a) en forme de tige,
- fournir au moins deux supports de capteur (3) en forme d'anneau, un premier support (31) et un second support (32), réalisés en matériau métallique réfractaire, chaque support de capteur comprenant au moins deux logements de capteur (4), chaque logement étant en forme de tube d'épaisseur non-nulle et comprenant une surface extérieure (41) et une surface intérieure (42), ladite surface intérieure étant agencée pour recevoir ladite portion d'assemblage (2a) en forme de tige, chaque support de capteur (31, 32) comprenant en outre des alésages d'entretoise (8),
- fournir au moins deux entretoises (6) tenant à distance axialement les au moins deux supports de capteur (3),
- assembler chaque entretoise (6) dans un alésage de d'entretoise (8) du premier support (31) et du deuxième support (32), de manière à réaliser une armature,
- assembler chaque capteur (2) dans un logement de capteur (4) du premier support de capteur (31) et du deuxième support de capteur (32) selon le procédé de sertissage selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, de manière à réaliser un dispositif de mesure de température (1) du type « cage d'oiseau ».

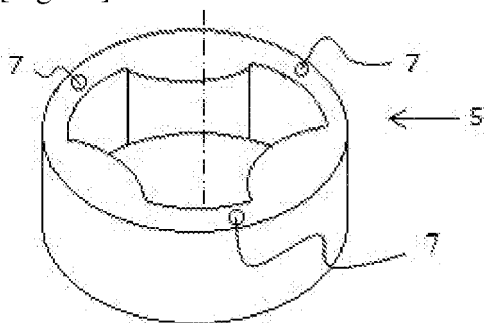
[Fig. 1]



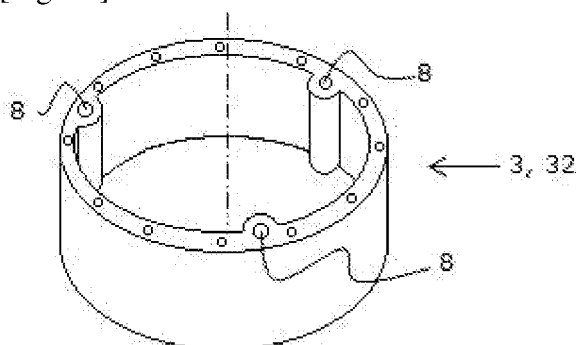
[Fig. 2a]



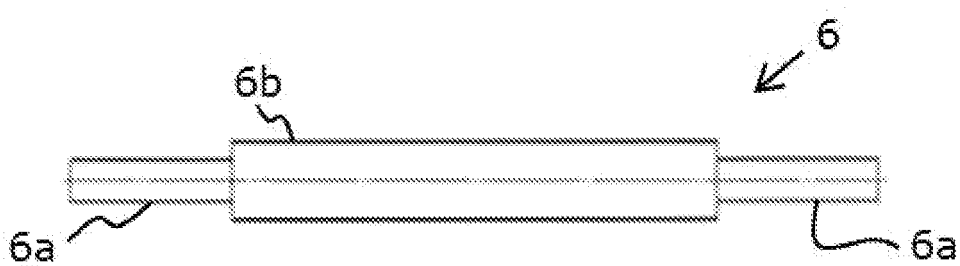
[Fig. 2b]



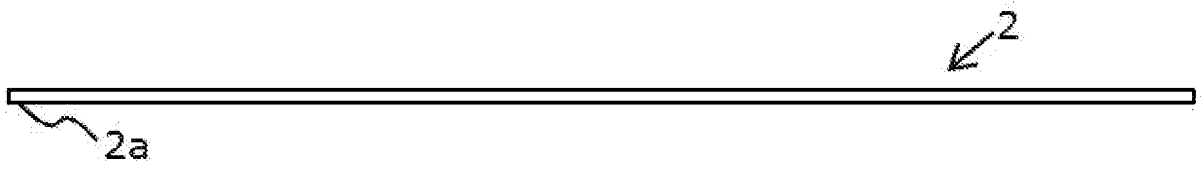
[Fig. 2c]



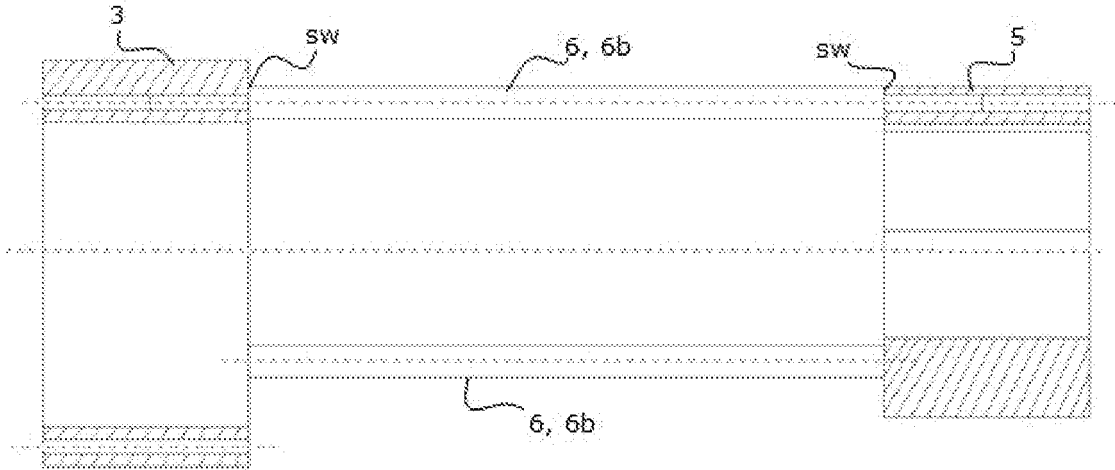
[Fig. 2d]



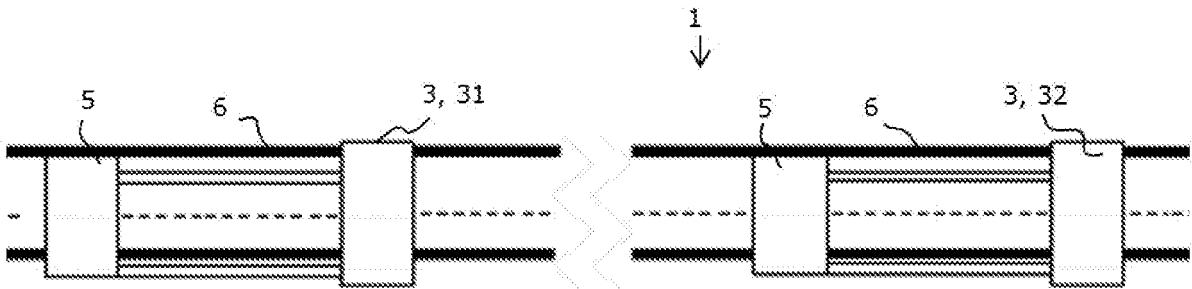
[Fig. 2c]



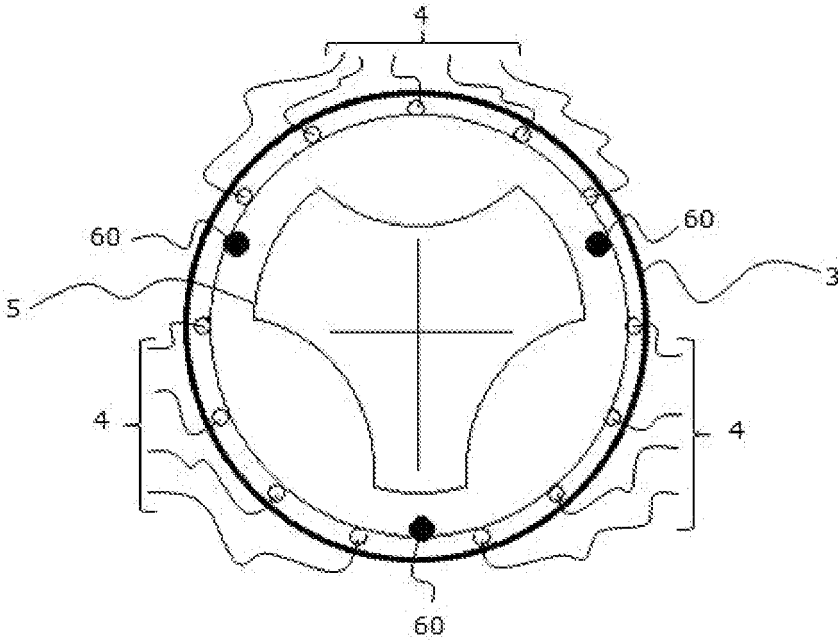
[Fig. 3]



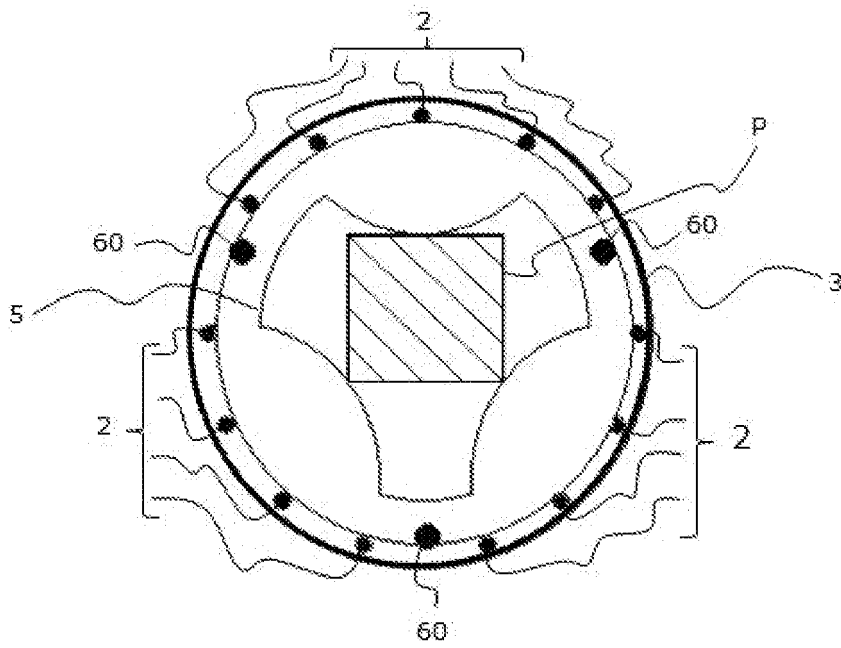
[Fig. 4a]



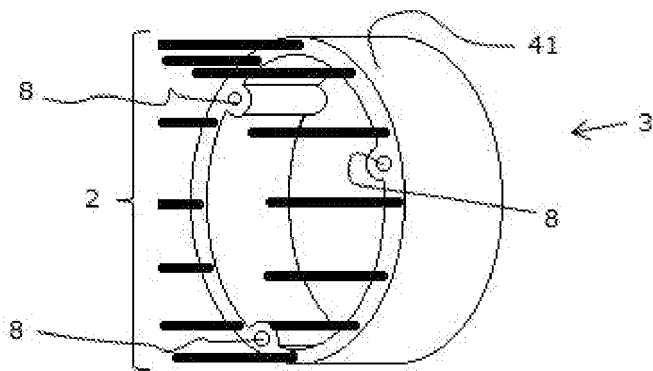
[Fig. 4b]



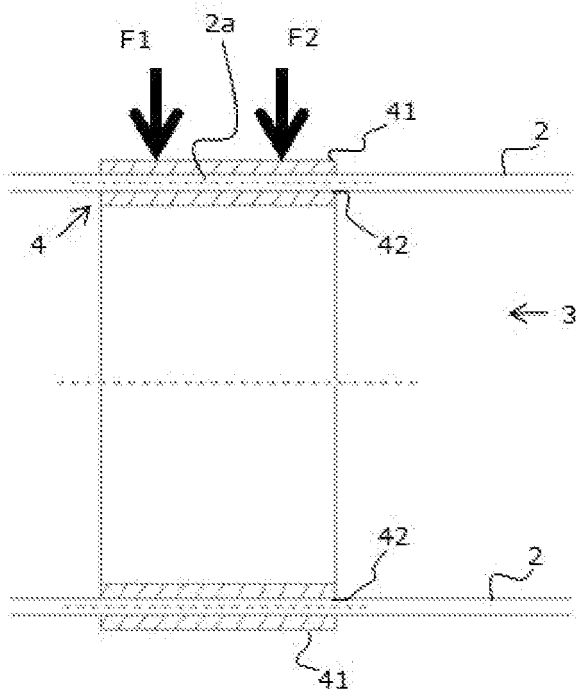
[Fig. 4c]



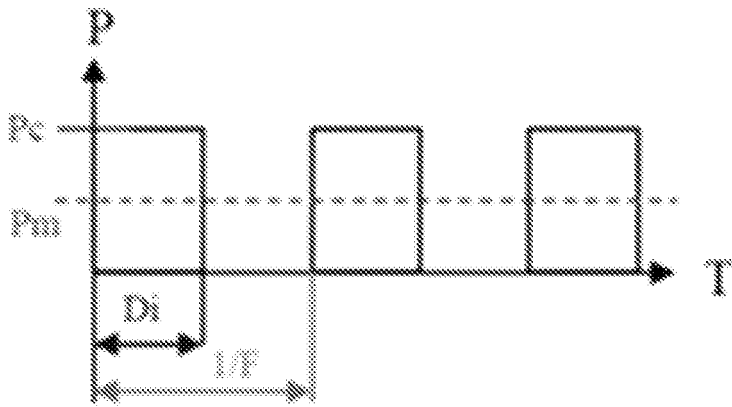
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

NEANT

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

US 2015/217416 A1 (NGUYEN TOM T [US])
6 août 2015 (2015-08-06)

CN 204 269 245 U (ANHUI WANKONG INSTR &
CABLE CO LTD) 15 avril 2015 (2015-04-15)

DE 10 2009 050911 A1 (BERU AG [DE])
28 avril 2011 (2011-04-28)

JP S60 87987 A (TOSHIBA KK)
17 mai 1985 (1985-05-17)

US 2006/104331 A1 (DREHER DAVID [CH] ET
AL) 18 mai 2006 (2006-05-18)

JP S59 210333 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND
CO LTD) 29 novembre 1984 (1984-11-29)

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

NEANT