

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
20 août 2020 (20.08.2020)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/165452 A1

(51) Classification internationale des brevets :

B23K 1/00 (2006.01) *H05B 3/28* (2006.01)
B23K 1/008 (2006.01) *H01L 21/687* (2006.01)
B23K 33/00 (2006.01) *B23K 35/02* (2006.01)
B23K 35/30 (2006.01) *B23K 101/20* (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01) *B23K 101/36* (2006.01)
H05B 3/10 (2006.01) *B23K 101/14* (2006.01)
H05B 3/14 (2006.01)

(30) Données relatives à la priorité :

FR1901501 14 février 2019 (14.02.2019) FR

(71) Déposant : **THERMOCOAX** [FR/FR] ; USINE DE
PLANQUIVON ATHIS-DE-L'ORNE, 61430 ATHIS-VAL
DE ROUVRE (FR).

(72) Inventeurs : **DEKERVER, Benoît** ; Le pont Guillaume,
61220 LA COULONCHE (FR). **PICHON, Laurent** ;
54 rue André Halbout, 14500 VIRE (FR). **LECHAR-
PENTIER, Denis** ; Les Buats, La Forêt AUVRAY, 61210
PUTANGES-LE LAC (FR). **CAILLAUD GAFSI, Olivier**
; 2 venelle des Rocquerets, 14110 CONDE SUR NOIREAU
(FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2020/053997

(22) Date de dépôt international :

16 février 2020 (16.02.2020)

(25) Langue de dépôt :

français

(74) Mandataire : **IPAZ** ; 16, rue Gaillon, 75002 PARIS (FR).

(26) Langue de publication :

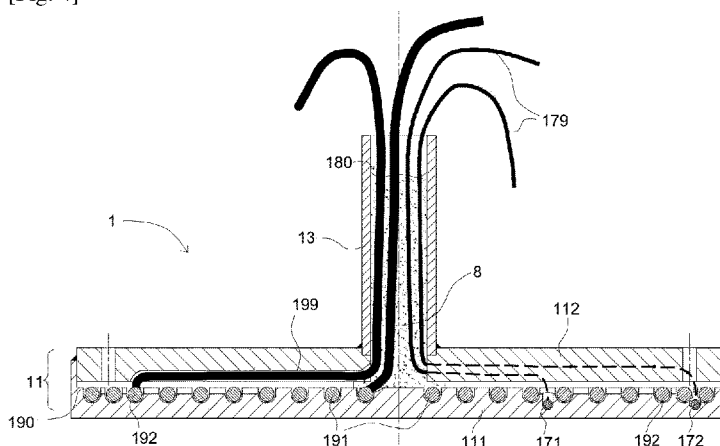
français

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,

(54) Title: METHOD FOR SOLDERING HEATING ELEMENTS TO CREATE AN ELECTRIC HEATING DEVICE OR A HEATING SOURCE; CORRESPONDING ELECTRIC HEATING DEVICE

(54) Titre : PROCÉDE DE BRASURE D'ELEMENTS CHAUFFANTS POUR REALISER UN DISPOSITIF CHAUFFANT ÉLECTRIQUE OU UNE SOURCE CHAUFFANTE; DISPOSITIF CHAUFFANT ÉLECTRIQUE CORRESPONDANT

[Fig. 4]



(57) Abstract: The invention relates to a method for creating an electric heating source, comprising a body (11) equipped with one or more housings containing mineral-insulated heating cables (192). The housings communicate with one or more reservoirs (180) which accept a purely metallic solder material (8) in solid, powder or sheet form. The device is heated in a vacuum degassing stage, followed by a flowing stage during which the solder (8) melts and fills the housing around the heating cables (192), resulting in full metal contact between the cables (192) and the body (11), providing a more uniform temperature and a shorter response time to heating or cooling. The invention also relates to a heating source obtained in this manner.

(57) Abrégé : L'invention se rapporte à un procédé de réalisation d'une source chauffante électrique, comprenant un corps (11) muni d'un ou plusieurs logements (renfermant des câbles chauffants à isolant minéral (192). Les logements communiquent avec un ou des réservoirs (180) qui reçoivent un matériau de brasure (8) purement métallique sous forme solide, poudre ou feuille. Le dispositif est chauffé en un palier de dégazage sous vide, suivi d'un palier de coulée pendant lequel la brasure (8) fond et remplit le logement autour des câbles chauffants (192). On obtient un contact métallique complet entre les câbles (192) et le corps (11), fournissant une meilleure

[Suite sur la page suivante]

AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2(h))
- avec tous renseignements concernant une requête en restauration du droit de priorité présentée en ce qui concerne une ou plusieurs revendications de priorité (règles 26bis.3 et 48.2(b)(vii))

DESCRIPTION

TITRE :

PROCEDE DE BRASURE D'ELEMENTS CHAUFFANTS POUR REALISER UN DISPOSITIF CHAUFFANT ÉLECTRIQUE OU UNE SOURCE CHAUFFANTE ; DISPOSITIF CHAUFFANT ÉLECTRIQUE CORRESPONDANT

5 L'invention se rapporte à un procédé de réalisation d'une source chauffante électrique, comprenant un corps muni d'un ou plusieurs logements renfermant des câbles chauffants à isolant minéral.

Selon l'invention, les logements communiquent avec un ou des réservoirs qui reçoivent un matériau de brasure purement métallique sous
10 forme solide, poudre ou feuille. Le dispositif est chauffé en un palier de dégazage sous vide, suivi d'un palier de coulée pendant lequel la brasure fond et remplit le logement autour des câbles chauffants. On obtient un contact métallique complet entre les câbles et le corps, fournissant une meilleure homogénéité de température et un temps de réaction plus court
15 au chauffage ou refroidissement.

L'invention porte aussi sur une source chauffante ainsi obtenue. Elle propose en particulier de réaliser une plaque chauffante pour semiconducteurs, une source infrarouge carénée pour réalisation de soudure de thermoplastique, ou un thermoplongeur pour le chauffage ou
20 maintien d'un bain de fusion.

Etat de la technique

Des sources chauffantes électriques sont utilisées dans de nombreux domaines, et en particulier dans l'industrie, pour obtenir une température pouvant approcher les 1000°C.

25 De telles sources peuvent être utilisées pour chauffer des objets avec contact par conduction ou sans contact direct, par rayonnement ou par convection gazeuse.

Un procédé classique pour fabriquer une telle source de chaleur est d'utiliser un conducteur électrique résistif parcouru par un fort courant. On
30 parle alors de source « ohmique ».

On réalise ainsi un "élément chauffant" de forme linéaire, par exemple droit ou courbé, par exemple par un conducteur replié sur lui-même ou enroulé en circuit fermé, en une ou plusieurs boucles.

Dans nombre d'applications, avec mais aussi sans contact, l'élément chauffant comprend aussi une enveloppe isolante qui renferme la résistance chauffante, et un isolant électrique. Cet isolant est par exemple une poudre ou une coque céramique, formant alors ce qu'on appelle un "câble à isolant
5 minéral".

L'isolant est souvent lui aussi entouré par une enveloppe de protection, en général une couche métallique étanche résistante à haute température, en général une couche d'alliage à base de nickel tel que celui vendu sous le nom "Inconel".

10 La configuration linéaire de ces éléments permet une mise en forme adaptée aux objets à chauffer. Ils peuvent même être directement intégrés dans un volume de métal préalablement pourvu de logements réalisés à cet effet.

Une application connue est de réaliser un "thermoplongeur", de
15 l'ordre de 10 à 30kW, utilisé pour maintenir en fusion un bain métallique, par exemple un alliage Aluminium-Etain-Zinc-Magnésium à environ 800°C servant à mouler des blocs moteurs ou des culasses de moteurs.

Un tel thermoplongeur est conventionnellement réalisé en insérant un filament chauffant à l'intérieur d'un "doigt de gant" en céramique, puis en
20 remplissant l'espace restant par un isolant électrique de type poudre d'alumine, de magnésie ou de nitrure de bore.

Une autre application connue est de réaliser une source infrarouge, à environ 850°C, utilisée pour réaliser une soudure de pièces thermoplastiques. Une telle source infrarouge est approchée à quelques
25 millimètres de chaque pièce plastique à souder pour obtenir une fusion locale du matériau, puis la ou les sources chauffantes sont retirées et les pièces à souder sont pressées l'une contre l'autre pour réaliser la soudure entre elles.

Il est connu de réaliser de telles sources avec un fil résistif à nu fixé
30 sur un support en céramique, ou une résistance chauffante protégée dans un tube de verre, ou par un câble à isolant minéral non blindé qui est fixé dans un support aluminium à la forme.

Encore une autre application connue est de réaliser un plateau chauffant ou plaque chauffante, ou "chuck" en Anglais, sur lequel est posée

une tranche de semiconducteur, ou "wafer" en Anglais, pendant une partie du processus de fabrication de composants électroniques ou photoniques.

Une telle plaque chauffante est réalisée en général par un disque au dos duquel sont formées des gorges en spirale, dans lesquelles court un
5 câble chauffant blindé à isolant minéral.

Pour un chauffage jusqu'à 400°C, la plaque est en général en aluminium, simple ou en assemblée en sandwich avec une contreplaque. Entre 400°C et 950°C, voire plus dans quelques rares cas, la plaque est réalisée en alliage à base d'acier ou de nickel, ou en céramique. Au-delà de
10 950°C, la plaque est en général réalisée en céramique. L'élément chauffant est alors lui-même en céramique conductrice.

Dans les plaques métalliques, le câble chauffant est plaqué au fond de la gorge, par exemple par simple matage par appui mécanique, ou avec une pâte intermédiaire comme proposé dans le document WO200473032.

15 Un but de l'invention est de pallier les inconvénients de l'art antérieur, et en particulier d'améliorer l'efficacité énergétique de telles sources, de diminuer leur inertie aux changements de températures, d'améliorer leur homogénéité en température, d'augmenter leur fiabilité et leur durée de vie, de faciliter et fiabiliser leur utilisation, de rendre leur
20 fabrication et leur maintenance plus simple et moins coûteuse, ainsi que d'améliorer les compromis pouvant être obtenus entre ces différents critères.

Présentation de l'invention

Selon l'invention, tout ou partie de ces objectifs est atteint par un
25 procédé de réalisation d'un dispositif chauffant électrique, ou source chauffante, du type comprenant au moins un corps muni d'au moins un logement renfermant au moins une résistance chauffante à isolant minéral (blindée ou non) formant un élément chauffant linéaire. Ce procédé comprend les étapes suivantes :

- 30 - Une étape de fourniture ou réalisation et préparation d'un corps, lequel comprend :
- au moins un logement renfermant cette résistante chauffante, et

- un ou plusieurs réceptacles ou réservoirs de coulée contenant un matériau de brasure pur, c'est-à-dire entièrement fusible à la température d'utilisation (contrairement à des mélanges comprenant une part de liant qui sera ensuite carbonisé ou gazéifié). Ce matériau est introduit sous forme solide, par exemple parcellaire telle que de la poudre ou des grains, ou possiblement aussi monobloc comme par exemple sous la forme d'une feuille métallique. Ces réservoirs de coulée communiquent avec ledit logement par un ou plusieurs canaux dits de coulée, lesquels sont agencés pour permettre audit matériau de brasure, une fois en fusion, de s'écouler par lesdits canaux de coulée pour venir remplir ledit logement autour de ladite résistante chauffante, par gravité et/ou par différence de pressions et/ou par capillarité.
- 15 - Une étape de chauffage dudit corps, notamment dans un four, à une température déterminée pour obtenir la fusion dudit matériau de brasure.

De préférence, le matériau de brasure forme un alliage métallique à base de nickel, notamment de la famille BNi.

Typiquement, le ou les éléments chauffants comprennent un blindage extérieur. De préférence, ce blindage est réalisé en un alliage à base d'acier, notamment en acier inoxydable, par exemple de type 304L selon la norme AISI, pour "American Iron & Steel Institute".

Ce choix va plutôt à l'encontre des habitudes en la matière, qui privilégient des alliages à base de nickel pour des raisons de durée de vie, et de tenue à la corrosion et à la température au-delà des 400°C et jusqu'à 800°C voire plus. Les inventeurs ont cependant constaté que le blindage à base d'acier inoxydable présentait un meilleur comportement dans ce type de procédé. En particulier il facilite l'ajustement du temps de fusion, pour obtenir un compromis entre la complétude de la coulée et la résistance du blindage au contact de la brasure liquide.

De préférence, l'étape de chauffage est réalisée sous dépression, voire sous vide secondaire, par exemple à une pression inférieure à 10^{-2} mbar (10 microbar), voire inférieure à 10^{-3} mbar (1 microbar).

Alternativement ou en combinaison, une différence de pression peut
5 aussi être provoquée pour faciliter la coulée, par exemple par poussée d'un piston dans le réservoir de coulée intégré, ou dans un réservoir de coulée temporaire rapporté sur le corps.

Plus particulièrement, l'étape de chauffage comprend :

- un palier préalable de dégazage, réalisé à une température inférieure à
10 la température de fusion de la brasure pendant au moins 5 minutes, notamment entre 700°C et 900°C ;
- un palier de coulée, réalisé à une température supérieure à la température de fusion de la brasure et comprise entre 900°C et 1200°C, et notamment déterminée en fonction de la composition de la brasure,
15 pendant une durée déterminée selon la masse à chauffer pour obtenir une durée à température d'au moins 5 minutes, notamment inférieure à 20 minutes, et par exemple de l'ordre de 10 minutes.

Selon une particularité préférée, le matériau de brasure est disposé sous forme de poudre dans le ou les réservoirs, par exemple dans une
20 quantité qui représente un volume de poudre déterminé en fonction du volume à remplir, selon un ratio compris entre 1,2 et 2,0 fois le volume à remplir, notamment lorsqu'il est calculé pour une poudre comprenant entre 20% et 45% de porosités.

Selon une autre particularité la brasure est introduite sous la forme
25 d'au moins une pièce ou feuille métallique disposée dans un volume situé au dessus d'un ou plusieurs canaux de coulée, ledit volume formant ainsi un réservoir de coulée.

Selon encore une particularité préférée. Procédé selon l'une
quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le ou les
30 logements sont réalisés selon des dimensions déterminées, en fonction des dimensions du ou des éléments chauffants, pour laisser subsister entre eux un jeu compris entre 0,2mm et 0,6mm.

On obtient ainsi un compromis particulièrement satisfaisant, qui suffit à permettre une bonne pénétration de la brasure tout en favorisant sa circulation par effet de capillarité.

5 Le procédé permet d'obtenir une continuité métallique complète, quasiment exempte de bulles ou de vides entre les éléments chauffants et le corps. Il permet ainsi un assemblage amélioré entre le corps et le ou les éléments chauffants. Ces derniers sont ainsi noyés dans la brasure liquide, laquelle est en contact intime et continu à la fois avec les éléments
10 chauffants et avec le corps. Elle remplit les vides et donc remplace les cavités gazeuses par de la matière métallique, sur la totalité des surfaces disponibles. On obtient ainsi un dispositif chauffant monobloc, au sens où il présente une matière métallique continue dans laquelle les éléments chauffants sont directement noyés.

15 Comme on le comprend, la présence d'un réservoir permet de disposer d'une "réserve" de brasure, comme défini par exemple dans le dictionnaire "Larousse". Contrairement à des techniques qui consistent à insérer la brasure de façon préalable dans le logement, il est ainsi possible d'approvisionner le logement avec une quantité de brasure qui soit
20 suffisante pour remplir le logement et noyer l'élément chauffant dans la brasure.

 On obtient ainsi un échange thermique maximal, par conduction totale entre les éléments chauffants et l'ensemble mécanique composant le corps. La durée de vie et la fiabilité en sont aussi améliorées du fait même
25 de cette continuité métallique. Le gradient thermique entre le corps et les éléments chauffants est diminué, ce qui permet d'atteindre une température élevée pour le corps avec une température modérée pour les éléments chauffants. On améliore ainsi l'efficacité énergétique ainsi que la fiabilité et la durée de vie de la source chauffante.

30 Cet échange thermique optimisé et continu dans toutes les régions permet en outre d'améliorer l'homogénéité du chauffage du corps, et donc l'uniformité de sa température. Il permet aussi de d'accélérer les transferts thermiques dans le temps et donc de diminuer le temps de réaction lors des réglages en température. Cela facilite les processus de réglage et

d'asservissement en température, favorisant le maintien d'une température stable dans le temps et permettant des modifications rapides de la température obtenue.

5 La brasure permet un bon transfert thermique, et donc un gradient thermique faible entre l'élément chauffant et le carénage. Cela permet d'atteindre une température élevée sur le carénage avec une température de l'élément chauffant modérée, par exemple 900°C pour le carénage avec un élément chauffant à moins de 1000°C.

10 Ces différentes particularités sont de préférence combinées entre elles, mais il est aussi prévu d'en mettre en œuvre seulement certaines d'entre elles.

Selon un autre aspect, l'invention propose un dispositif chauffant réalisé par un tel procédé.

15 **Plaque chauffante**

Selon une première famille de modes de réalisation, le procédé est appliqué à la réalisation d'une plaque chauffante, notamment du type utilisé pour fabriquer, cuire et/ou traiter une galette de semiconducteur. Le corps comprend une plaque de support plane (possiblement avec des reliefs
20 locaux) destinée à recevoir un objet à chauffer, dans l'épaisseur de laquelle sont réalisées une pluralité de logements linéaires qui reçoivent et entourent le ou les éléments chauffants linéaires de façon sensiblement complémentaire. Ce corps comprend un ou plusieurs réservoirs de coulée qui communiquent avec lesdits logements depuis une position qui s'étend
25 transversalement au plan de ladite plaque de support.

Typiquement, la plaque de support est réalisée de façon monobloc et dans une seule pièce initiale.

Selon une particularité préférée, la plaque de support présente une
30 région fonctionnelle de forme ovale, circulaire ou polygonale. Cette région fonctionnelle présente :

- d'un côté, une face de support destinée à recevoir la galette à chauffer, et

- de l'autre côté, une face dite interne à la surface de laquelle sont creusées une pluralité de rainures sensiblement concentriques à la région fonctionnelle, notamment circulaires ou formant une ou plusieurs spirales.

5 En outre, l'étape de réalisation du corps comprend alors :

- insertion du ou des éléments chauffants dans lesdites rainures,
- assemblage et fixation sur ladite face interne, notamment par soudure étanche, d'une contreplaque qui vient fermer lesdites rainures pour former ainsi le ou les logements renfermant lesdits éléments chauffants.

10 Selon encore une particularité préférée, la préparation du corps comprend le dépôt du matériau de brasure dans un ou plusieurs réservoirs de coulée fixés sur la contreplaque, provisoirement ou formant un pied de fixation et/ou d'amenée des conducteurs des éléments chauffants.

15 Encore selon une particularité préférée, la plaque de support est réalisée en un matériau choisi parmi :

- un acier inoxydable austénitique,
- un acier inoxydable martensitique,
- un acier inoxydable de type 304 ou 316 ou 321 ou 310 selon la norme
20 AISI,
- un alliage à base de nickel,
- un alliage à base de nickel de type nickel-chrome (notamment de la famille vendue sous le nom "Inconel"),
- un métal ou alliage de titane, ou
25 -
- un alliage à base de cuivre.

Ainsi, l'invention propose un dispositif chauffant formant une plaque chauffante, réalisé par un tel procédé et dans lequel la plaque de support comprend au moins deux éléments chauffants indépendants.

30 Plus particulièrement, ce dispositif chauffant comprend au moins un élément chauffant dit intérieur, formant au moins une spirale, et au moins un élément chauffant dit périphérique, formant une boucle circulaire ou plusieurs boucles en spirale, qui entoure ledit élément chauffant intérieur, notamment de façon plane, parallèles à la surface de support et par exemple coplanaires entre elles.

De tels plateaux chauffants métalliques sont capables d'atteindre des hautes températures, par exemple de l'ordre de 900 à 950°C, tout en garantissant une très bonne uniformité thermique. Ces plateaux chauffants
5 sont utilisés dans des machines de dépôt sous vide, par exemple de type PVD, CVD, ALD, comme porte substrat chauffant pour la fabrication de semi-conducteurs.

Une telle optimisation de l'uniformité thermique, permet d'améliorer la fiabilité, les performances et les possibilités de ces machines. Cela peut
10 permettre par exemple d'améliorer l'uniformité d'épaisseur d'une couche mince déposée sur le plateau, laquelle est liée à l'uniformité thermique du plateau chauffant. Cela permet par exemple de graver des transistors plus fins (par exemple de moins de 10nm), diminuant leur consommation d'énergie et permettant une plus grande densité d'intégration.

15 Ces améliorations permettent aussi de pouvoir déposer de nouveaux matériaux conducteurs ou isolants, directement liés à la mise à disposition d'une gamme étendue de température sur le plateau chauffant et notamment de haute température, par exemple sur un même plateau chauffant.

20 Ces différentes particularités sont de préférence combinées entre elles, mais il est aussi prévu d'en mettre en œuvre seulement certaines d'entre elles.

Source infrarouge

25 Selon une deuxième famille de modes de réalisation, le procédé est appliqué à la réalisation d'une source infrarouge carénée, notamment pour réaliser une soudure d'une ou plusieurs pièces thermoplastiques. Le corps comprend alors au moins une pièce dite carénage, linéaire ou bidimensionnelle, qui présente une face dite fonctionnelle dont la forme est
30 déterminée pour produire la forme d'un cordon de soudure que ladite source chauffante vise à réaliser, par exemple une forme linéaire qui suit dans l'espace la forme du cordon linéaire à réaliser, ou une région bidimensionnelle qui reproduit la forme d'une région de soudure à réaliser.

Dans ces modes de réalisation, cette pièce de carénage présente, dans son épaisseur, une ou plusieurs rainures linéaires qui reçoivent et entourent le ou les éléments chauffants linéaires de façon sensiblement complémentaire ; et le corps comprend un ou plusieurs réservoirs de coulée
5 qui communiquent avec lesdits logements depuis une position qui s'étend transversalement au plan de ladite plaque de support.

En particulier, il est prévu de réaliser un carénage qui présente une forme différente de celle du ou des éléments chauffants, c'est-à-dire dont le contour n'est pas homothétique du contour de l'élément chauffant ou d'un
10 groupe d'éléments chauffant. Il est ainsi plus facile de choisir la forme exacte de la zone à chauffer, indépendamment des contraintes liées à la forme linéaire, la dimension, et/ou les rayons de courbure possibles pour le ou les éléments chauffants utilisés.

Selon une particularité préférée, la pièce de carénage présente une ou plusieurs rainures qui entourent le ou les éléments chauffants, sur une
15 autre face dite interne qui fait face à une autre direction que la face fonctionnelle, typiquement sur une face opposée à la face fonctionnelle. L'ouverture de ces rainures, c'est à dire la région où elles débouchent transversalement de la face interne, reçoit le matériau de brasure avant
20 l'étape de coulée, typiquement par dépose dans ces ouvertures lorsqu'elles sont dirigées vers le haut. Ainsi, le matériau de brasure s'écoule dans les rainures pendant l'étape de coulée, ces rainures formant ainsi le logement dans lequel le matériau de brasure vient coller ou noyer lesdits éléments chauffants, de préférence en recouvrant complètement ou partiellement les
25 éléments chauffants.

Selon encore une particularité préférée, au moins une pièce de carénage est réalisée par une procédé de fabrication additive métallique directe par laser, ou "Direct Metal Laser Sintering", utilisant majoritairement un alliage de cobalt-chrome, notamment comprenant entre 60% et 65% de
30 Cobalt et entre 26% et 30% de chrome.

Encore selon une particularité préférée, le ou les éléments chauffants sont choisis d'un diamètre extérieur inférieur ou égal à 2mm.

On obtient ainsi une faible inertie thermique, qui est facilitée par la qualité du transfert thermique qui permet la dissipation d'une puissance importante sans surchauffe exagérée de l'élément chauffant

Typiquement, un thermocouple de régulation est aussi brasé
5 directement sur l'élément chauffant, de préférence noyé lui aussi dans le bain de brasure liquide produit lors du chauffage de coulée et par exemple entre l'élément chauffant et la paroi de son logement. La brasure permet un bon transfert thermique et augmente ainsi l'exactitude de la mesure. Le
10 diamètre des thermocouples est de préférence inférieur à 2 mm, ce qui se combine au faible diamètre des élément chauffant pour permettre de réduire l'impact thermique sur la source et d'avoir un temps de réponse court.

La brasure permet un bon transfert thermique, et donc un gradient thermique faible entre l'élément chauffant et le carénage. Cela permet
15 d'atteindre une température élevée sur le carénage avec une température de l'élément chauffant modérée, par exemple 900°C pour le carénage avec un élément chauffant à moins de 1000°C.

En améliorant le transfert thermique, et son uniformité sur tout le carénage, il est possible de réaliser un carénage au plus proche de la forme
20 du cordon de soudure, en s'affranchissant des contraintes de formes liées aux éléments chauffants. On peut ainsi obtenir une meilleure précision dimensionnelle de la source infrarouge, ce qui diminue les variations de distance et de position latérale entre la source et le cordon, et ainsi améliore la régularité de la chauffe du cordon de soudure.

La précision dimensionnelle des sources dépend du carénage car
25 l'élément chauffant est inséré à l'intérieur de celui-ci. Les carénages obtenus par fabrication additive permettent en particulier une bonne précision mais aussi un faible taux de contrainte résiduelle, ce qui leur donnent des dimensions et un comportement face aux dilatations qui sont
30 très proches de la théorie et permettent donc une bonne fiabilité et prévisibilité.

Le choix du Chrome Cobalt pour le matériau du carénage lui permet en particulier une bonne résistance face aux propriétés corrosives et abrasives des plastiques soudés ou de leurs additifs. Ce matériau apportant

en outre une robustesse mécanique, qui allonge la durée de vie et facilite le nettoyage, cette combinaison permet une amélioration de la durée de vie dans une production de masse.

Ces différentes particularités sont de préférence combinées entre elles, mais il est aussi prévu d'en mettre en œuvre seulement certaines d'entre elles.

Thermoplongeur

Selon une troisième famille de modes de réalisation, le procédé est appliqué à la réalisation d'un thermoplongeur, notamment pour le maintien en température d'un bain de liquide, notamment de métal fondu.

Dans ces modes de réalisation, le corps comprend un étui destiné à être immergé partiellement ou en totalité dans le liquide à chauffer, présentant un logement entouré de manière étanche vis-à-vis dudit liquide, c'est à dire par la paroi formant l'étui, et dans les parties en contact avec le liquide selon la configuration d'immersion prévue. Ce logement présente un ou plusieurs canaux d'insertion linéaires qui reçoivent et entourent le ou les éléments chauffants de façon sensiblement complémentaire, et présentent au moins une extrémité d'introduction permettant l'introduction des éléments chauffants. En outre, le ou les réservoirs de coulée sont formés par prolongement desdites extrémités d'introduction, ou raccordés auxdites extrémités d'introduction.

Typiquement, l'étui comprend ou forme un "doigt" débouchant à une seule extrémité qui forme l'extrémité d'introduction. Le doigt reçoit un élément chauffant dont les branchements sont tous situés à une même extrémité de l'élément chauffant, et sortent du corps par cette même extrémité d'introduction du doigt.

Selon une particularité préférée, l'étui formant le corps comprend une coque réalisée à base de céramique, notamment de type nitrure de silicium, carbure de silice ou encore oxyde d'aluminium, et qui forme une séparation étanche entre le canal d'insertion et le liquide à chauffer.

Brève description des dessins

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 :

- 5 - [Fig.1] : organigramme qui illustre des étapes de fabrication du procédé selon un exemple de mode de réalisation ;
- Les Fig.2 à Fig.9 illustrent un premier exemple de mode de réalisation de l'invention, portant sur une plaque chauffante pour le traitement de galettes de semi-conducteurs :
- 10 - [Fig.2] : photo en perspective qui illustre une plaque chauffante finie, selon le premier exemple de mode de réalisation ;
- [Fig.3] : schéma en coupe sagittale qui illustre une étape de fabrication de la plaque chauffante de la Fig.2,
- [Fig.4] : schéma illustrant de façon similaire une étape ultérieure,
- 15 - [Fig.5] : schéma illustrant de façon similaire une étape ultérieure,
- [Fig.6] : schéma illustrant de façon similaire une étape ultérieure,
- [Fig.7] : schéma illustrant une alternative à la Fig.4,
- [Fig.8] : schéma illustrant une alternative à la Fig.5,
- [Fig.9] : schéma en vue axiale qui illustre le tracé des éléments chauffants au sein du plateau de la plaque chauffante.
- 20 - Les Fig.10 à Fig.14 illustrent un deuxième exemple de mode de réalisation de l'invention, portant sur une source infrarouge annulaire pour la soudure de thermoplastiques :
- [Fig.10] : vue en perspective qui illustre la source infrarouge avec son élément chauffant vu en transparence,
- 25 - [Fig.11] : vue en perspective qui illustre de façon isolée l'élément chauffant, dans la forme qu'il présente à l'intérieur de la source infrarouge,
- [Fig.12] : vue en coupe transversale de partie de la partie annulaire de la source, qui illustre une étape de fabrication,
- 30 - [Fig.13] : illustre de façon similaire une étape ultérieure à la Fig.12,
- [Fig.14] : illustre de façon similaire une étape ultérieure à la Fig.13,
- [Fig.15] : illustre une alternative à la Fig.13.

- Les Fig.16 à Fig.18 sont des schémas en coupe longitudinale qui illustrent un troisième exemple de mode de réalisation de l'invention, portant sur un thermoplongeur pour le maintien en température d'un bain de fusion :
- 5 - [Fig.16] : illustre une étape de fabrication,
- [Fig.17] : illustre de façon similaire une étape ultérieure à la Fig.16,
- [Fig.18] : illustre de façon similaire une étape ultérieure à la Fig.17,
- [Fig.19] : schéma en coupe transversale qui illustre le thermoplongeur de la Fig.18,
- 10 - [Fig.20] : schéma en coupe transversale qui illustre le thermoplongeur de la Fig.18 dans une variante où l'étui comporte trois éléments chauffants.

Description des modes de réalisation

15 Plaque chauffante

La Fig. 1 illustre des étapes de fabrication du procédé selon un mode de réalisation préféré. Les Fig. 2 à Fig. 6 illustrent plus précisément l'application de ce procédé dans un premier exemple de mode de réalisation de l'invention, portant sur une plaque chauffante 1 pour le traitement de
20 galettes de semi-conducteurs.

Le procédé porte sur la réalisation d'un dispositif chauffant électrique, ou source chauffante, du type comprenant au moins un corps 11 muni d'au moins un logement 190 renfermant au moins une résistance chauffante à
25 isolant minéral (blindé ou non) formant un élément chauffant linéaire 191,

Comme illustré en Fig. 1, dans un mode de réalisation préféré ce procédé comprend les étapes suivantes :

- EA : fourniture ou réalisation et préparation d'un corps comprenant :
 - 30 ○ au moins un logement fermé renfermant ladite au moins une résistante chauffante, et
 - un ou plusieurs réceptacles ou réservoirs de coulée 180 contenant un matériau de brasure 8 sous forme de poudre.

Ce réservoir communique avec ledit logement par un ou plusieurs canaux dits de coulée 181, lesdits réservoirs étant agencés pour permettre

audit matériau de brasure, une fois en fusion, de s'écouler par lesdits canaux de coulée pour venir remplir ledit logement 190 autour de ladite résistante chauffante 191, par gravité et/ou par différence de pressions et/ou par capillarité ;

- 5 - EB : chauffage dudit corps, notamment dans un four, à une température déterminée pour obtenir la fusion dudit matériau de brasure 8.

Plus en détail, l'étape EA comprend les opérations suivantes, de préférence dans cet ordre mais non obligatoirement :

- 10 - E1 : fabrication du corps (ici : plaque 111 et contreplaque 112),
- E2 : réalisation des logements 190 et du ou des réservoirs de coulée (ici : pied 13 et son intérieur 180)
- E3 : insertion des éléments chauffants (191, 192) et des thermocouples (71, 172) ;
15 si besoin, fermeture du plateau par soudure 1119,
- E4 : remplissage des réservoirs de coulée 180 à l'aide du matériau de brasure en poudre 8, dans une quantité déterminée pour assurer le remplissage de tous les volumes accessibles au sein des logements 190, entre les éléments chauffants 191, 192, et le corps (plateau 11), ainsi
20 que les thermocouples 171, 172 et le corps.

L'étape de chauffage EB comprend les opérations suivantes :

- E5 : préchauffage au four, jusqu'à obtention d'une température uniforme au sein de l'ensemble de l'assemblage, à une température inférieure à la température de fusion du matériau de brasure. Optionnellement, le
25 préchauffage comprend un palier de dégazage qui se fait sous vide secondaire, en totalité ou pendant une partie finale du préchauffage.
- E6 : chauffage de coulée, à une température supérieure à la température de fusion du matériau de brasure, pendant une durée déterminée pour permettre le remplissage de tous les volumes
30 accessibles au sein des logements, entre les éléments chauffants et le corps. La coulée se fait sous vide secondaire, c'est-à-dire à une pression inférieure à 10^{-3} mbar (un microbar).

Le procédé comprend en outre une étape post-coulée EC. Celle-ci comprend en particulier, dans cet ordre ou dans un autre :

- E7 : une étape de contrôle, comprenant un test de chauffe jusqu'à la température d'utilisation ou approchante, incluant un contrôle de l'uniformité de la température.
- E8 : une étape de finition, notamment par reprise d'usinage jusqu'à atteindre les cotes fonctionnelles requises.
- un palier préalable de dégazage E5, réalisé à une température inférieure à la température de fusion de la brasure pendant au moins 5 minutes, notamment au dessus de 750°C et/ou au dessous de 850°C ;
- un palier de coulée E6, réalisé à une température supérieure à la température de fusion de la brasure, pendant une durée déterminée selon la masse à chauffer pour obtenir une durée à température d'au moins 5 minutes, et par exemple moins de 30 minutes.

Selon une particularité, le palier préalable de dégazage E5 sera par exemple proche des 800°C, à 20°C près voire à 10°C près, et pendant une durée de l'ordre de 15 minutes.

Selon une autre particularité, le palier de coulée E6 sera par exemple entre 940°C et 1040°C pendant une durée de l'ordre de 10 minutes.

Le matériau de brasure 8 forme un alliage métallique à base de nickel, ici choisi de la famille BNi.

Le ou les éléments chauffants 191, 192 comprennent un blindage extérieur réalisé en un alliage à base d'acier, ici en acier inoxydable et par exemple de type 304L selon la norme AISI (pour "American Iron & Steel Institute").

Le matériau de brasure est disposé dans le ou les réservoirs sous forme de poudre, dans une quantité qui représente un volume de poudre déterminé en fonction du volume à remplir, selon un ratio compris entre 1,2 et 2,0 fois le volume à remplir lorsqu'il est calculé pour une poudre comprenant entre 20% et 45% de vide.

De préférence, le ou les logements sont réalisés selon des dimensions déterminées, en fonction des dimensions du ou des éléments chauffants, pour laisser subsister un jeu compris entre 0,2mm et 0,6mm entre la surface extérieure de chaque élément chauffant et la paroi du logement qui l'accueille. On obtient ainsi un compromis particulièrement satisfaisant, qui

permet un enveloppement suffisant tout en favorisant la coulée du fait des phénomènes de capillarité.

La Fig. 2 montre un exemple d'une telle plaque chauffante 1. Elle
5 comprend un corps 11 formant un plateau, ici un plateau circulaire. La surface de support 111a de ce plateau 11 est en général plane, et servira de surface de travail pour la fabrication des semi-conducteurs.

Selon les besoins, ce plateau peut présenter tout ou partie des différents dispositifs et arrangements connus. Il peut par exemple être
10 traversé par des canaux aériens d'aspiration, qui permettront un maintien de la galette de semi-conducteur sur la surface de support par aspiration à travers ces canaux. Il peut aussi inclure un système de refroidissement d'un type connu, ou par exemple tubulaire ou en gorge. Il peut s'agir aussi de trous agencés pour accueillir un système mobile de support de la galette,
15 appelé "lift spin" en Anglais. Le plateau peut aussi recevoir une gorge anti-glissement en surface, ou une protection de type "gas line" pour protéger du dépôt le bord de la galette qui dépasse du plateau.

Sur sa face opposée, dirigée vers le bas lors de l'utilisation, le plateau 11 est fixé sur un pied 13, ici au centre du plateau. Ce pied, qui peut ne pas
20 exister dans d'autres versions en fonction des besoins de la machine de fabrication, sert ici de support de fixation du plateau et abrite le passage des différents conducteurs électriques 199, 179 jusqu'au plateau 11. Le dispositif 1 est ici illustré avec un pied 13 central, mais peut aussi être réalisé différemment comme des pieds latéraux ou aucun pied avec une
25 sortie directe par la face inférieure du plateau.

Les Fig. 3 à Fig. 6 illustrent plus en détail certaines étapes de fabrication selon une version préférée. La Fig. 3 illustre la plaque chauffante 1 en position renversée pour permettre la coulée par gravité. Le plateau 11
30 est déjà muni de ses logements 190, formés dans une plaque de support 111 et dans lesquels sont insérés les éléments chauffants, ici deux éléments chauffants 191 et 192 linéaires pouvant être commandés indépendamment l'un de l'autre. Les logements sont par exemple formés par des rainures

usinées dans la plaque de support 111 et parcourant sa surface interne 112a.

Dans une version préférée illustrée ici, la plaque de support 111 comprend deux éléments chauffants 191, 192 indépendants, c'est-à-dire aptes à être commandés de façon indépendante l'un de l'autre. Optionnellement, le plateau peut ne comprendre qu'un seul élément chauffant, ou en comprendre plus de deux et par exemple trois ou quatre.

La Fig. 9 illustre un exemple préféré de disposition des éléments chauffants. Un premier élément chauffant intérieur 191 forme une spirale à plusieurs spires, ici autour de son point d'entrée au centre du plateau 11. Un deuxième élément chauffant périphérique 192 forme une boucle circulaire ou ovale (ou optionnellement plusieurs boucles en spirale) qui entoure l'élément chauffant intérieur 191. Dans le présent exemple, les deux éléments chauffants sont disposés chacun dans un plan parallèle à la surface de support 111a, et sont coplanaires entre elles.

En commandant de façon séparée et différente les deux éléments chauffants 191 et 192, il est alors possible de régler séparément le chauffage de la partie centrale et celui de la partie périphérique, par exemple pour tenir compte de leurs pertes thermiques différentes. Il est ainsi plus facile d'obtenir une température homogène sur toute la surface de support 111a du plateau.

Dans le présent exemple, le plateau 11 comprend en outre des thermocouples 171, 172 optionnels, eux-mêmes insérés dans des logements au sein de la plaque de support 111 et de préférence noyés à la coulée. Ils permettent un contrôle localisé de température, et un ajustement du chauffage des différents éléments chauffants 191, 192.

Les éléments chauffants et les thermocouples sont alimentés et connectés par des conducteurs 199 et respectivement 179. Selon la position des éléments chauffants et des thermocouples, leurs conducteurs peuvent traverser le plateau par une rainure radiale 181a de la contreplaque 112. Ils sortent par exemple par le pied 13, ici en traversant le réservoir de coulée 180.

Comme illustré en Fig. 3, selon une version préférée et indépendamment du nombre d'éléments chauffants, une contreplaque 112 est plaquée sur la face interne 111b de la plaque de support 111, et vient ainsi refermer les logements 190. La contreplaque 112 est soudée 1119 de
5 façon étanche à la plaque de support 111 sur tout son pourtour, et lui est ici assemblée par emboîtement à l'intérieur d'un rebord 1110 formant une jupe qui dépasse de la plaque de support autour de sa face interne 111b.

L'espace entre la plaque de support 111 et la contreplaque 112 est calibré exactement par des bossages dépassant de la surface de l'une des
10 deux, d'une épaisseur déterminer pour assurer le jeu voulu autour des éléments chauffants 191, 192 dans leurs logement 190. De préférence, les dimensions des deux plaques sont ajustées pour obtenir une différence de planéité entre elle d'au plus 0,6 mm.

Le dispositif 1 comprend ici un unique réservoir de coulée, formé à titre d'exemple par un espace 180 ménagé à l'intérieur d'un cylindre vertical qui dépasse vers le haut et formera un pied 3. Alternativement ou en
15 combinaison, plusieurs réservoirs de coulées peuvent être utilisés, par exemple soudés en différentes positions au dessus du plateau, possiblement de façon provisoire.

Comme on le voit sur la figure, le réservoir de coulée 180 forme un volume séparé du logement 190, avec lequel il communique par une ouverture qui est étroite par rapport à la plus grande section du logement à remplir. Ce réservoir s'étend ainsi dans une direction perpendiculaire à cette plus grande section.

Le réservoir de coulée 180 communique avec les différents logements par des canaux de coulée. A titre d'exemple, ces canaux de coulée comprennent ici un espace 181 ménagé entre la contreplaque 112 et le haut des éléments chauffants ainsi que de la face interne 111b de la plaque de support 111. Alternativement ou en combinaison, ils peuvent aussi
25 comprendre des rainures 181b communiquant entre les différents logements, ici de façon radiale.

La partie droite de la figure illustre la plaque de support 111 seule, avec ses logements 190 mais avant insertion des éléments chauffants 191, 192 et fermeture des logements par la contreplaque 112.

La partie gauche de la figure illustre le plateau avec ses éléments chauffants et thermocouples, déjà fermé et assemblé à son pied 13 par exemple par soudure.

Comme illustré en Fig. 4, une fois l'assemblage réalisé et étanche, on
5 dépose le matériau de brasure 8 sous forme de poudre dans le réservoir de coulée 180.

Comme illustré en Fig. 5, après dégazage E5 puis chauffage de coulée E6, la brasure 8 en poudre a fondu et a rempli les canaux de coulée 181 et les logements 190, ici uniquement par gravité, formant ainsi un matériau
10 continu 82 qui noie les éléments chauffants 191, 192 dans la matière du plateau 11. Cette brasure 82 permet ainsi une bonne fixation des éléments chauffants et leur fournit un contact matériel continu avec la plaque 111 du plateau 11, et donc une excellente conduction thermique.

La Fig. 6 représente la plaque chauffante 1, remise en position
15 d'utilisation, par exemple pour contrôle et finition. Les traits mixtes sur les côtés illustrent la partie périphérique du plateau qui sera retirée lors de l'usinage de finition, et qui incluent ici la jupe 1110 de positionnement.

Les Fig. 7 et Fig. 8 illustrent une alternative dans laquelle la brasure
20 est introduite sous la forme d'une ou plusieurs feuilles métalliques 81. Ces feuilles métalliques sont choisies d'une épaisseur déterminée pour fournir le volume nécessaire au remplissage des logements 190 entre les éléments chauffants et le plateau. Elles sont disposées dans le volume situé entre le plateau 111 et la contreplaque 112, au dessus des canaux de coulée 181,
25 181a et de façon à les recouvrir.

Elles sont découpées en fonction du besoin pour couvrir tous les canaux de coulée. La Fig. 7 illustre l'étape avant coulée, où la feuille 81 est place et le plateau refermé. La Fig. 8 illustre l'étape après coulée, où la brasure fondue 82 est venue noyer les éléments chauffants en épousant les
30 parois des rainures 190.

Optionnellement, ces feuilles peuvent présenter une partie qui est disposée à l'intérieur des rainures formant les logements 190, et qui est ainsi intercalée entre le plateau 111 et les éléments chauffants 191, 192. Cette partie est de préférence d'une épaisseur inférieure à l'écart définitif à

obtenir entre les éléments chauffants et les parois de leur rainure-logement 190. De préférence, une autre partie de ces feuilles dépasse ou est disposée au dessus des logements 190, dans le volume formant le réservoir de coulée 180, pour fournir une quantité de brasure totale qui soit
5 suffisante pour assurer le remplissage des logements.

Source infrarouge carénée

Les Fig. 10 à Fig. 14 illustrent un deuxième exemple de mode de réalisation de l'invention, qui ne sera décrit que dans ses différences. Dans
10 cet exemple, la source chauffante 2 est une source infrarouge pour la soudure de thermoplastiques.

Comme illustré en Fig. 10, la source infrarouge comprend un corps 21, qui présente la forme correspondant à la soudure qu'elle devra réaliser : ici un cordon annulaire d'une largeur W2 et de diamètre intérieur D2. Ce
15 corps présente des pattes de fixation 21 qui permettent de le fixer dans sa position d'utilisation. Ce corps 21 forme un carénage muni d'une face fonctionnelle 21a, qui présente une surface continue sur toute la zone d'émission. Cette face fonctionnelle 21a est dans cet exemple une surface plane, illustrée tournée vers le haut en Fig. 10.

20 Ce carénage 21 est chauffé par un élément chauffant 291 linéaire alimenté par des conducteur 299, illustré seul en Fig. 11. Cet élément chauffant 291 est fixé sur une face dite interne 21b du carénage, opposée à la face fonctionnelle 21a, et est ici enroulé en une spirale à trois spires sur cette face interne.

25

Le carénage 21 est illustré en Fig. 12 à Fig. 14, vue partiellement en coupe sagittale selon la coupe AA notée en Fig. 10.

En Fig. 12 est illustré le carénage avec l'élément chauffant 291 en place. La face fonctionnelle 21a est ici plane, et tournée vers le bas de la
30 figure. La face interne 21b, du côté opposé, porte trois rainures parallèles entre elles et au tracé du cordon de soudure, ici agencées en spirale. Le fond de chaque rainure forme ainsi le logement 290 qui reçoit l'élément chauffant linéaire 291. La profondeur de la rainure est plus importante que le diamètre de l'élément chauffant 291, et laisse subsister au dessus de lui

un espace entouré par les parois de la rainure. Cet espace constitue ainsi une tranchée qui forme un réservoir de coulée 280.

Comme illustré en Fig. 13, la brasure en poudre 8 est ensuite déposée dans cette tranchée 280 par l'ouverture longitudinale de la rainure.

- 5 Dans ce mode de réalisation, la brasure en poudre remplit l'ouverture du logement, lequel peut ainsi être considéré comme fermé autour de l'élément chauffant.

Comme illustré en Fig. 14, après l'étape de chauffage EC et la coulée E6, la brasure a fondu et a coulé par gravité au fond du logement 280 et
10 autour de l'élément chauffant 291, cet espace formant ainsi les canaux de coulée 281 du procédé. Après refroidissement, la brasure solidifiée forme ainsi un matériau continu 82 qui noie l'élément chauffant 291 dans la matière du carénage 21, assurant sa fixation et optimisant la conduction thermique.

- 15 La Fig. 15 illustre une alternative d'apport de la brasure, dans laquelle cette brasure est introduite sous la forme d'une pièce métallique continue 81. A titre d'exemple, la rainure à gauche sur la figure contient, au dessus de l'élément chauffant 291, un ruban ou un fil de brasure sous la forme d'une pièce continue 81. Un autre exemple est visible en partie droite
20 de la figure, où plusieurs rainures contiguës sont recouvertes par une même pièce continue, ici un même ruban ou feuille 81 qui recouvre deux spires de l'élément chauffant 291.

Thermoplongeur

- 25 Les Fig. 16 à Fig. 20 illustrent un troisième exemple de mode de réalisation de l'invention, portant sur un thermoplongeur 3 pour le maintien en température d'un bain liquide de métaux fondus. Il peut s'agir par exemple d'étain, zinc, magnésium ou aluminium.

Par exemple pour réaliser des pièces par moulage en coquille ou à
30 modèle perdu, par exemple pour des blocs moteurs, un tel bain peut être maintenu à 800°C en continu, par exemple à l'aide de deux à quatre thermoplongeurs par baign, d'une puissance de 10kW à 25kW chacun.

La Fig. 16 illustre en coupe longitudinale le corps 31 formant un étui en doigt de gant, dans lequel a été introduit un élément chauffant 391

linéaire raccordé par un conducteur 399. L'étui 31 présente un volume intérieur qui forme un cylindre par exemple circulaire ou ovale. Sur la hauteur de l'élément chauffant, ce volume intérieur forme ainsi le canal d'insertion qui accueille l'élément chauffant 391, et joue alors le rôle de
5 logement 390 dudit élément chauffant. La partie haute du canal d'insertion forme l'ouverture d'introduction, et dépasse au dessus de cet élément chauffant pour présenter un volume plus important qui constitue ici le réservoir de coulée 380. Les parties inférieures de cette partie haute peuvent alors être vues comme formant les canaux de coulée 381.

10 Comme illustré en Fig. 17, ce réservoir 380 est ensuite rempli de brasure en poudre 8, dans les quantités calculées et testées pour pouvoir enrober l'élément chauffant.

Comme illustré en Fig. 18 et Fig. 19 à l'issue de l'étape de chauffage EC, la brasure liquéfiée est venue emplir le logement 390 autour de
15 l'élément chauffant 391, et forme ainsi un enrobage métallique 82 continu entre la surface de l'élément chauffant 391 et la paroi intérieure du corps 31.

La Fig. 20 illustre une variante d'un tel thermoplongeur, dans laquelle plusieurs éléments chauffants sont disposés dans un même étui 31, ici trois
20 élément chauffants 391, 392 et 393, par exemple alimentés par les trois phases d'une tension en triphasée. Ils sont ici chacun disposés dans une région commune du volume, cette région formant le logement 390 et constituant un canal d'insertion commun aux éléments chauffants. Alternativement, le logement peut aussi être formé par plusieurs régions
25 distinctes, entièrement ou ne communiquant que sur une partie de leur longueur, et formant ainsi plusieurs canaux d'insertion distincts.

En améliorant les transferts thermique au sein du thermoplongeur, on augmente l'efficacité énergétique et diminue le gradient thermique entre l'intérieur et l'extérieur, ce qui augmente permet une amélioration de la
30 fiabilité et de la durée de vie du thermoplongeur.

Liste des signes de référence - Nomenclature

- | | |
|----|-------------------|
| 1 | plaque chauffante |
| 11 | corps - plateau |

	110	rebord de la plaque de support
	111	plaque de support
	111a, 111b	face de support, face interne
	112	contreplaque
5	1119	soudure étanche de fermeture du plateau
	13	pied
	171, 172	thermocouples
	179	conducteurs des thermocouples
	190	logements - rainures
10	191, 192	éléments chauffants
	199	conducteurs des éléments chauffants
	180	réservoir de coulée
	181	canaux de coulée
	181a	(canal de coulée) espace discal entre plaque support et contre
15	plaque	
	181b	(canaux de coulée) canaux radiaux inter-rainures
	182	cheminées de dégazage
	2	source infrarouge carénée
	21	corps, pièce de carénage
20	21a, 21b	face fonctionnelle, face interne
	290	logement - creux et fond des rainures
	291	éléments chauffants
	299	conducteurs des éléments chauffants
	280	réservoir de coulée - ouverture des rainures
25	281	canaux de coulée - tranchée des rainures
	3	thermoplongeur
	31	corps - étui
	381	canaux de coulée - extrémités d'introduction
	380	réservoir de coulée - ouverture de l'étui
30	390	logement - canaux d'insertion
	391, 392, 393	éléments chauffants
	399	conducteurs des éléments chauffants
	8	matériau de brasure en poudre

- 81 matériau de brasure en feuille
- 82 matériau de brasure après coulée

REVENDEICATIONS

1. Procédé de réalisation d'un dispositif chauffant électrique, ou source
5 chauffante, du type comprenant au moins un corps (11, 21, 31) muni d'au moins un logement (190, 290, 390) renfermant au moins une résistance chauffante formant un élément chauffant linéaire (19, 29, 39), ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :
- fourniture ou réalisation et préparation (EA) d'un corps (11)
10 comprenant :
 - o au moins un logement (190, 290, 390) renfermant au moins un câble à isolant minéral formant ladite au moins une résistante chauffante, et
 - o un ou plusieurs réceptacles formant réservoirs de coulée (180,
15 280, 380) contenant un matériau de brasure (8) pur introduit sous forme solide, parcellaire ou monobloc, lesdits réservoirs de coulée 180 communiquant avec ledit logement par un ou plusieurs canaux dits de coulée (181, 281, 381), lesquels sont agencés pour permettre audit matériau de brasure, une fois en
20 fusion, de s'écouler par lesdits canaux de coulée pour venir remplir ledit logement autour de ladite résistante chauffante (191, 192, 29, 391) et noyer ledit câble à isolant minéral, au moins par gravité et/ou par différence de pressions ;
 - chauffage (EB) dudit corps, notamment dans un four, à une température
25 déterminée pour obtenir la fusion dudit matériau de brasure (8), provoquant ainsi une coulée (E6) de la brasure par lesdits canaux de coulée.
2. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le
30 matériau de brasure (8) forme un alliage métallique à base de nickel, notamment de la famille BNi.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisé en ce que le ou les éléments chauffants (191, 192, 29, 391) comprennent un blindage extérieur réalisé en un alliage à base d'acier, notamment en acier inoxydable.

- 5 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape de chauffage (EB) comprend une étape de coulée (E6) qui est réalisée sous dépression, et notamment sous un vide secondaire.
- 10 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape de chauffage (EB) comprend au moins :
- un palier préalable de dégazage (E5), réalisé à une température inférieure à la température de fusion de la brasure pendant au moins 5 minute, notamment entre 700°C et 900°C et par exemple 800°C à plus
 - 15 ou moins 10°C ;
 - un palier de coulée (E6), réalisé à une température supérieure à la température de fusion de la brasure et comprise entre 900°C et 1200°C, pendant une durée déterminée selon la masse à chauffer pour obtenir une durée à température d'au moins 5 minutes.
- 20
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le matériau de brasure est disposé dans le ou les réservoirs sous forme de poudre, dans une quantité qui représente un volume de poudre déterminé en fonction du volume à remplir, selon un
- 25 ratio compris entre 1,2 et 2,0 fois le volume à remplir.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la brasure est introduite sous la forme d'au moins une pièce ou feuille métallique continue (81) disposée dans un volume situé au
- 30 dessus d'un ou plusieurs des canaux de coulée (181, 181a, 281), ledit volume formant ainsi un réservoir de coulée (180, 280).
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé

en ce que le ou les logements (190, 290, 390) sont réalisés selon des dimensions déterminées, en fonction des dimensions du ou des éléments chauffants, pour laisser subsister entre eux un jeu compris entre 0,2mm et 0,6mm.

5

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est appliqué à la réalisation d'une plaque chauffante (1), notamment pour galette de semiconducteur ;

10 en ce que le corps (11) comprend une plaque de support (111) plane destinée à recevoir un objet à chauffer, dans l'épaisseur de laquelle sont réalisées une pluralité de logements (190) linéaires qui reçoivent et entourent le ou les éléments chauffants (191, 192) linéaires de façon sensiblement complémentaire ;

15 et en ce que ledit corps (11) comprend un ou plusieurs réservoirs de coulée (180) qui communiquent avec lesdits logements (190) depuis une position qui s'étend transversalement au plan de ladite plaque de support (111).

20 10. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la plaque de support (111) présente une région fonctionnelle de forme ovale, circulaire ou polygonale, laquelle présente :

- d'un côté, une face de support destinée à recevoir la galette à chauffer, et
 - de l'autre côté, une face dite interne à la surface de laquelle sont
- 25 creusées une pluralité de rainures (190) sensiblement concentriques à la région fonctionnelle, notamment circulaires ou formant une ou plusieurs spirales ;

l'étape de réalisation du corps comprenant :

- insertion du ou des éléments chauffants (191, 192) dans lesdites
- 30 rainures,
- assemblage et fixation sur ladite face interne, notamment par soudure étanche, d'une contreplaque (112) qui vient fermer lesdites rainures pour former ainsi le ou les logements renfermant lesdits éléments chauffants (191, 192).

11. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la préparation du corps (11) comprend le dépôt du matériau de brasure (8) dans un ou plusieurs réservoirs de coulée (180) fixés sur la contreplaque (112), provisoirement ou formant un pied (13) de fixation et/ou d'amenée des conducteurs (199) des éléments chauffants (191, 192).

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que la plaque de support (111) est réalisée en un matériau choisi parmi :

- un acier inoxydable austénitique,
- un acier inoxydable martensitique,
- un acier inoxydable de type 304 ou 316 ou 321 ou 310 selon la norme AISI,
- un alliage à base de nickel,
- un alliage à base de nickel de type nickel-chrome,
- un métal ou alliage de titane, ou
- un alliage à base de cuivre.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il est appliqué à la réalisation d'un thermoplongeur (3) pour chauffer un bain de liquide, notamment de métal fondu ;

en ce que le corps comprend un étui (31) destiné à être immergé partiellement ou en totalité dans le liquide à chauffer, présentant un logement entouré de manière étanche vis-à-vis dudit liquide ;

en ce que ledit logement présente un ou plusieurs canaux d'insertion (390) linéaires qui reçoivent et entourent le ou les éléments chauffants (391, 392) de façon sensiblement complémentaire, et présentent au moins une extrémité d'introduction (381) permettant l'introduction des éléments chauffants ;

et en ce que le ou les réservoirs de coulée (380) sont formés par prolongement desdites extrémités d'introduction, ou raccordés auxdites extrémités d'introduction.

14. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'étui (31) formant le corps comprend une coque réalisée à base de céramique, notamment de type nitrure de silicium, carbure de silice ou encore oxyde d'aluminium, qui forme une séparation étanche entre le canal d'insertion (390) et le liquide à chauffer.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il est appliqué à la réalisation d'une source infrarouge carénée (2), notamment réaliser une soudure d'une ou plusieurs pièces thermoplastiques,

en ce que le corps comprend au moins une pièce dite carénage (21), linéaire ou bidimensionnelle, qui présente une face dite fonctionnelle (21a) dont la forme est déterminée pour produire la forme d'un cordon de soudure que ladite source chauffante vise à réaliser,

ladite pièce de carénage présentant, dans son épaisseur, une ou plusieurs rainures (290) linéaires qui reçoivent et entourent le ou les éléments chauffants (291) linéaires de façon sensiblement complémentaire ;

et en ce que ledit corps (21) comprend un ou plusieurs réservoirs de coulée (280) qui communiquent avec lesdits logements depuis une position (280) qui s'étend transversalement au plan de ladite plaque de support.

16. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la pièce de carénage (21) présente, sur une autre face dite interne (21b) qui fait face à une autre direction que la face fonctionnelle (typiquement sur une face opposée), une ou plusieurs rainures qui entourent le ou les éléments chauffants ;

et en ce que l'ouverture desdites rainures reçoit le matériau de brasure avant l'étape de coulée, de façon à ce que ledit matériau de brasure s'écoule dans lesdites rainures pendant l'étape de coulée, lesdites rainures réalisant ainsi le logement dans lequel le matériau de brasure vient coller ou noyer lesdits éléments chauffants.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 16, caractérisé en ce qu'au moins une pièce de carénage est réalisée par une procédé de fabrication additive métallique directe par laser, ou "Direct Metal
5 Laser Sintering" en Anglais, utilisant majoritairement un alliage de cobalt-chrome, notamment comprenant : entre 60% et 65% de Cobalt et entre 26% et 30% de chrome.

18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 à 17,
10 caractérisé en ce que le ou les éléments chauffants sont choisis d'un diamètre extérieur inférieur ou égal à 2mm.

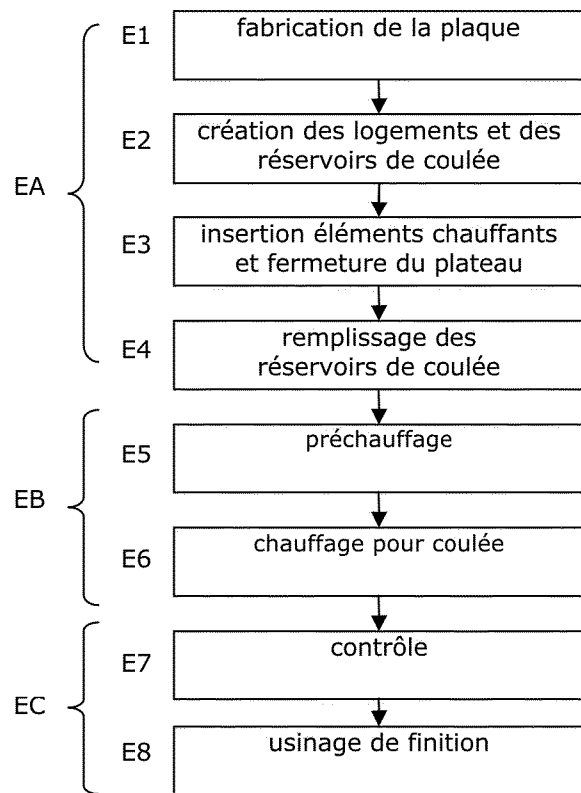
19. Dispositif chauffant (1, 2, 3) réalisé par un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.
15

20. Dispositif chauffant formant une plaque chauffante (1), réalisé par un procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, caractérisé en ce que la plaque de support (111) comprend au moins deux éléments chauffants (191, 192) indépendants.

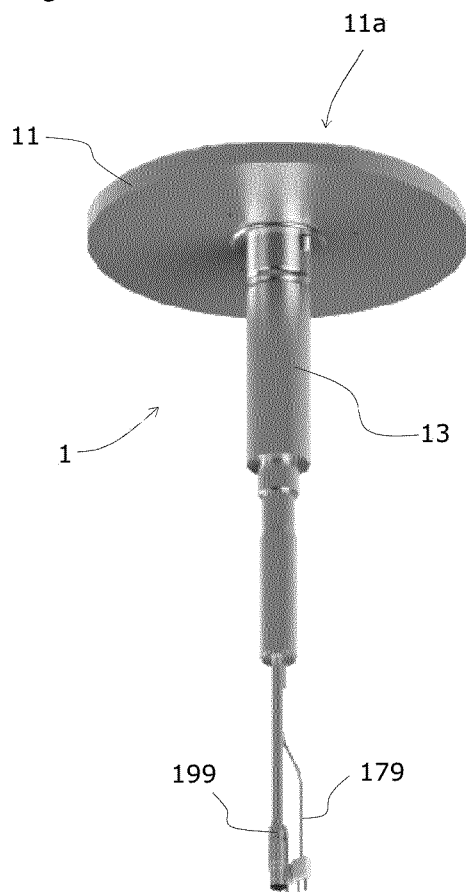
20

21. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un élément chauffant dit intérieur (191), formant au moins une spirale, et au moins un élément chauffant dit périphérique (192), formant une boucle circulaire ou plusieurs boucles en spirale, qui entoure
25 ledit élément chauffant intérieur (191), notamment de façon plane, parallèles à la surface de support (111a) et par exemple coplanaires entre elles.

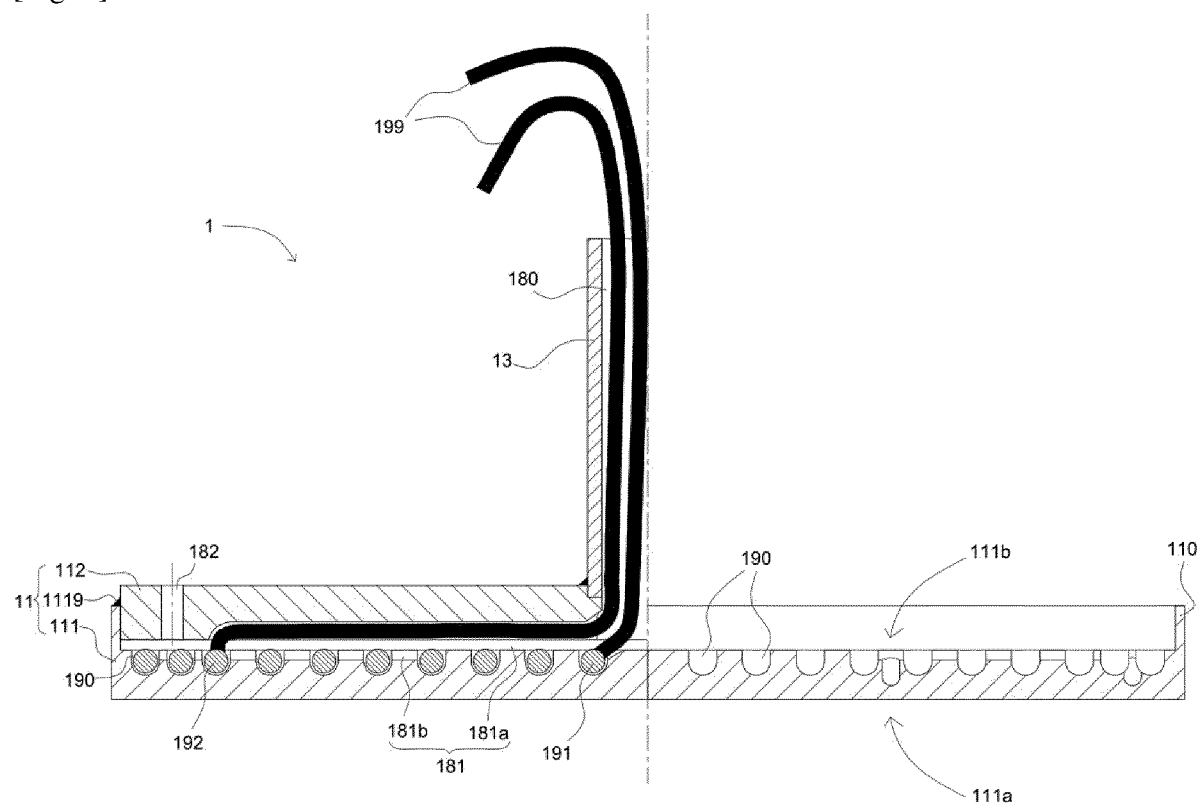
[Fig. 1]



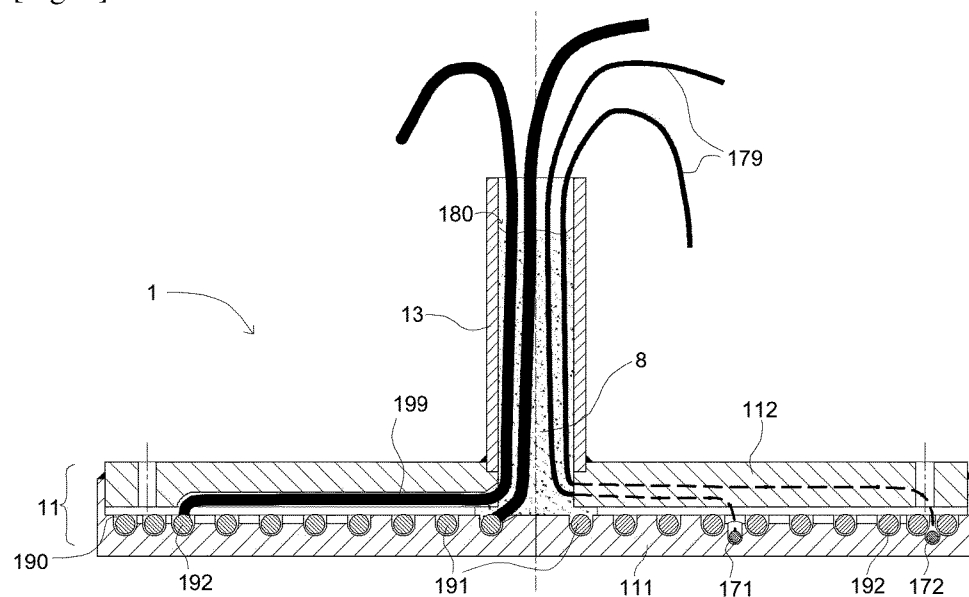
[Fig. 2]



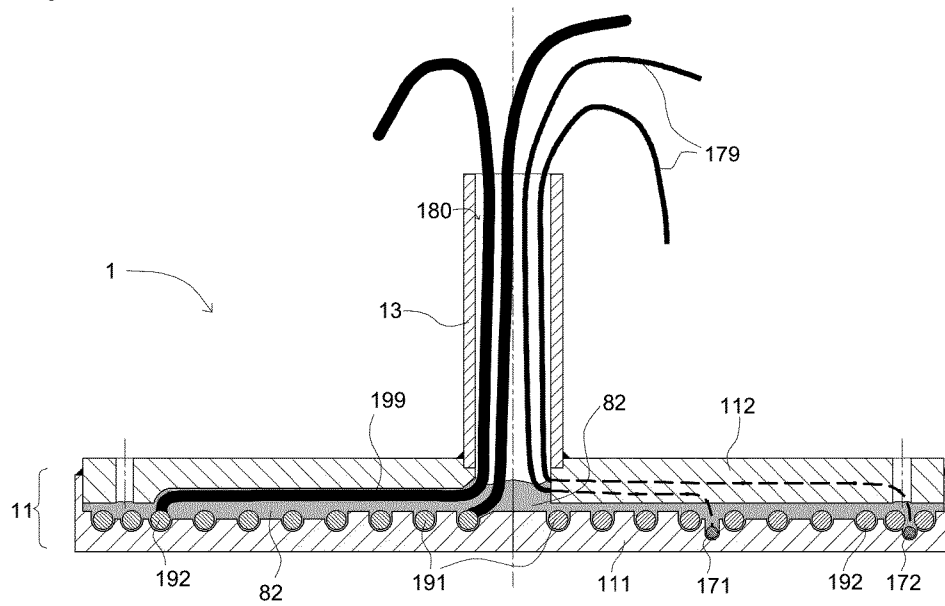
[Fig. 3]



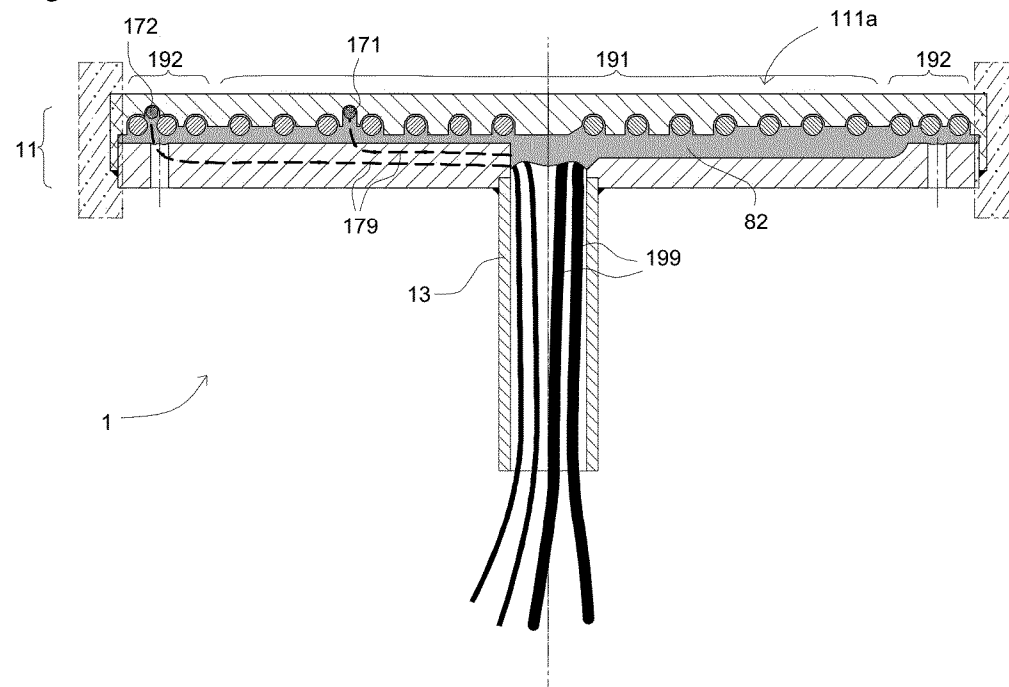
[Fig. 4]



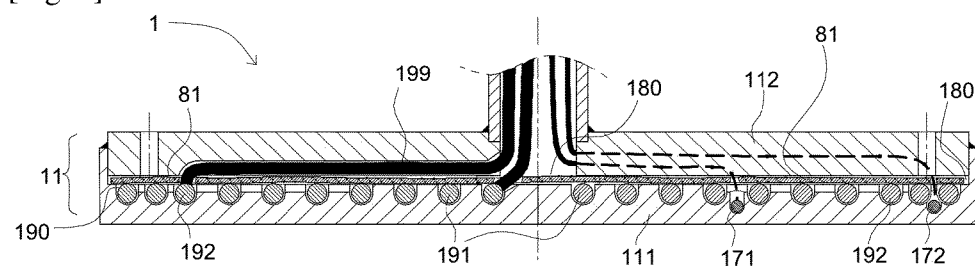
[Fig. 5]



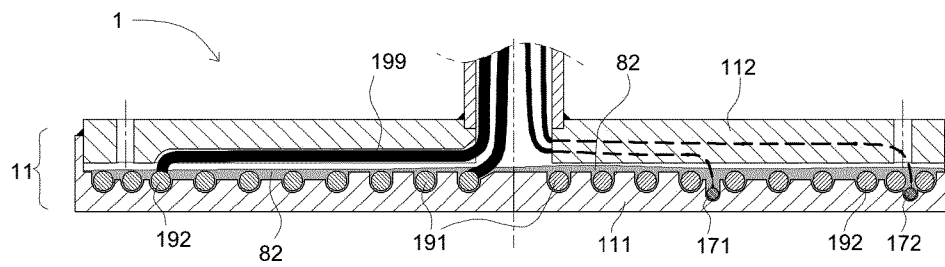
[Fig. 6]



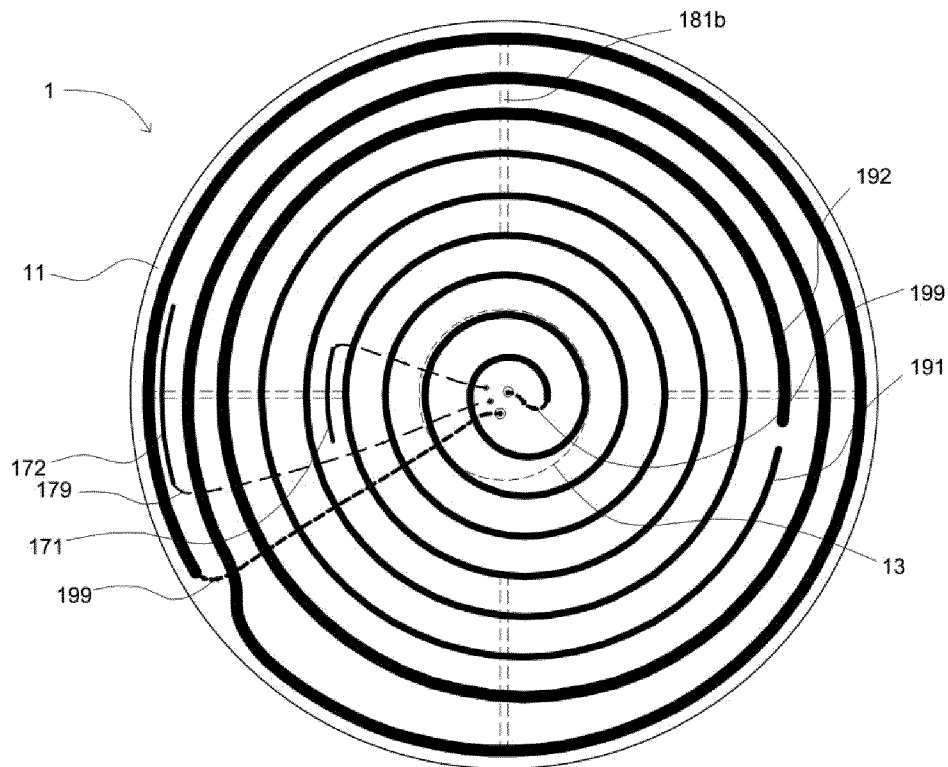
[Fig. 7]



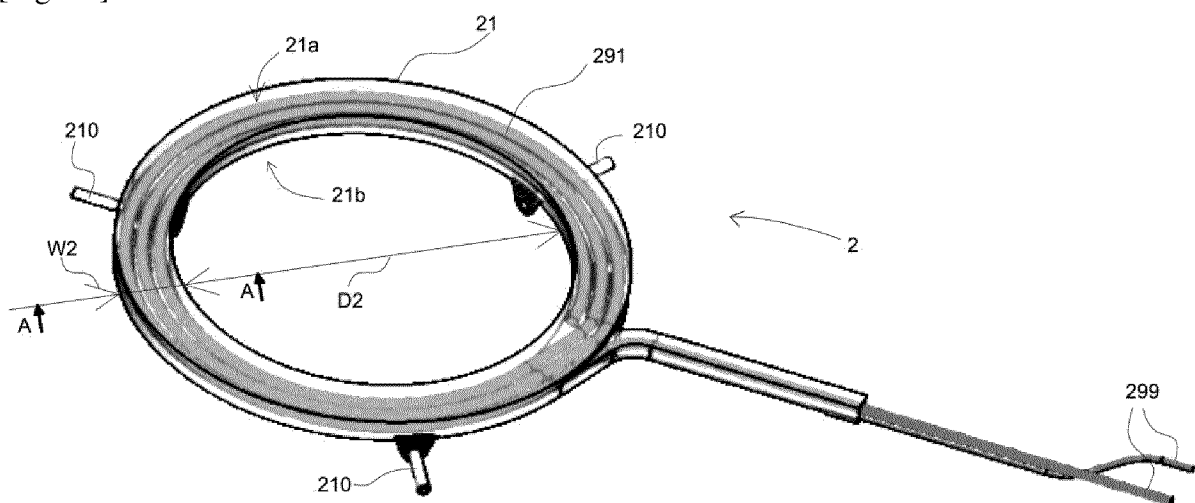
[Fig. 8]



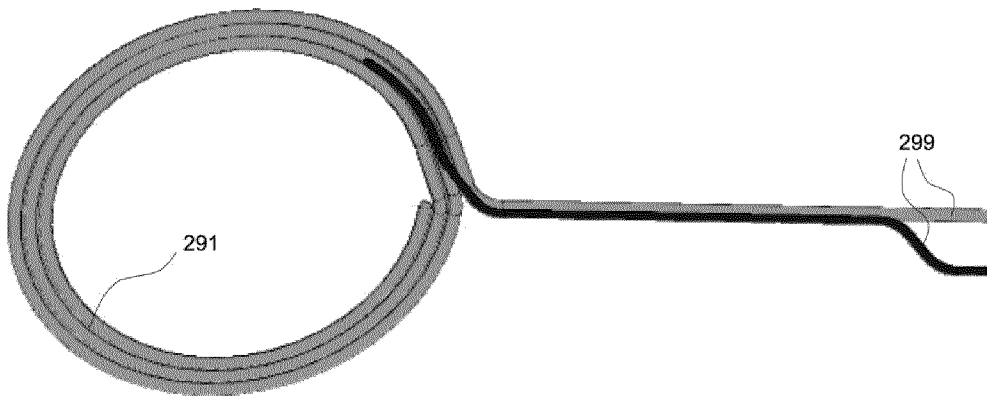
[Fig. 9]



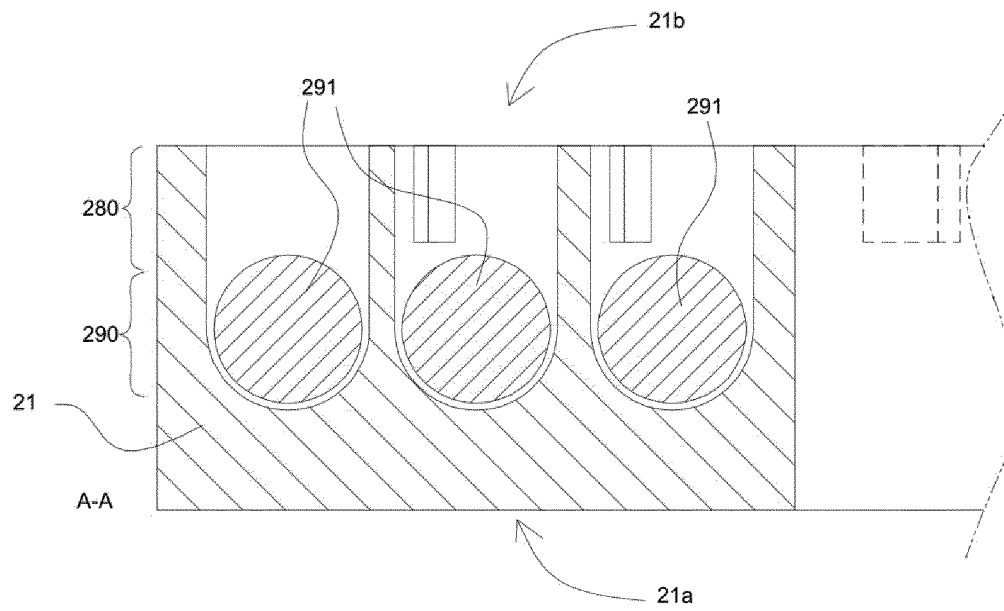
[Fig. 10]



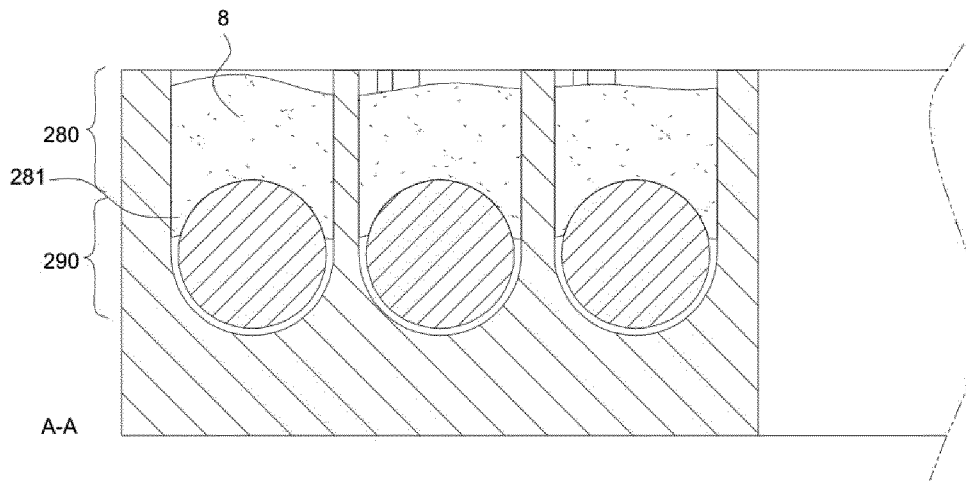
[Fig. 11]



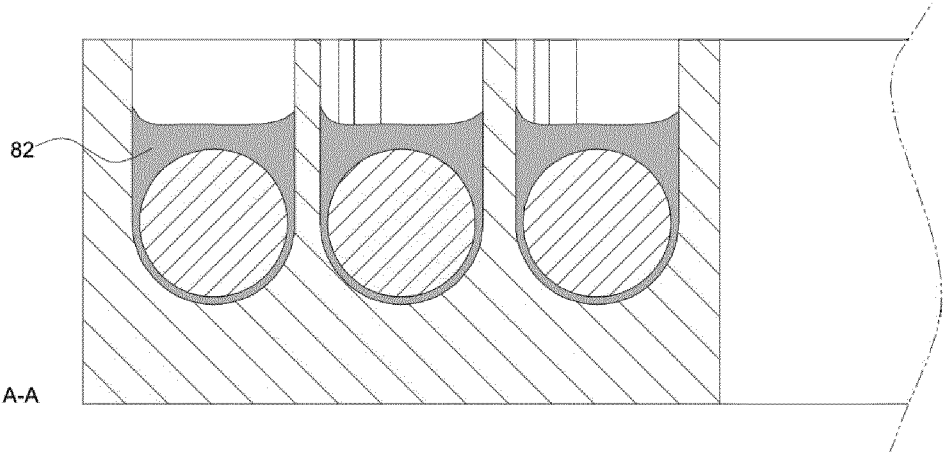
[Fig. 12]



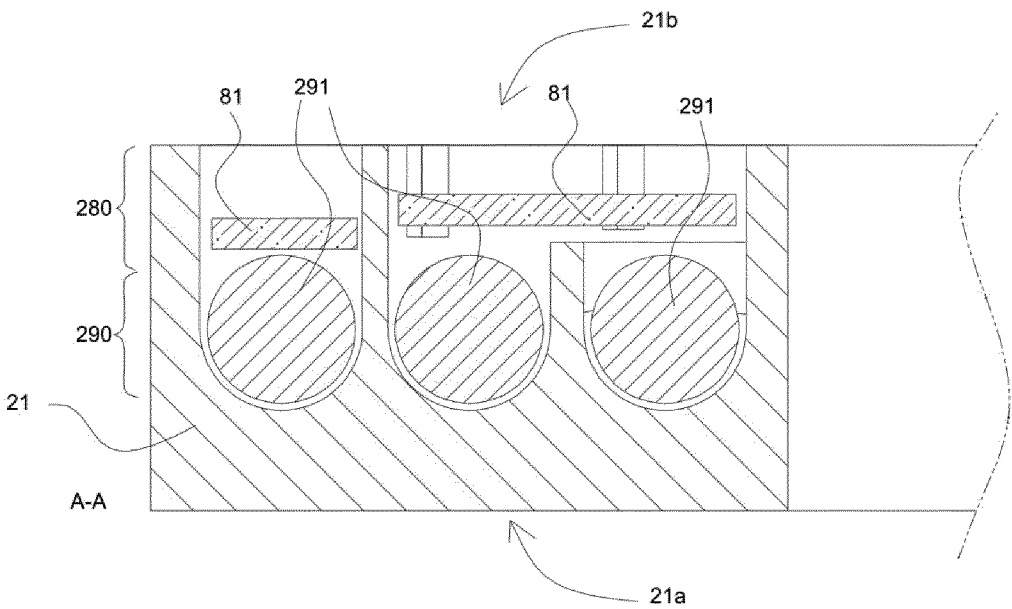
[Fig. 13]



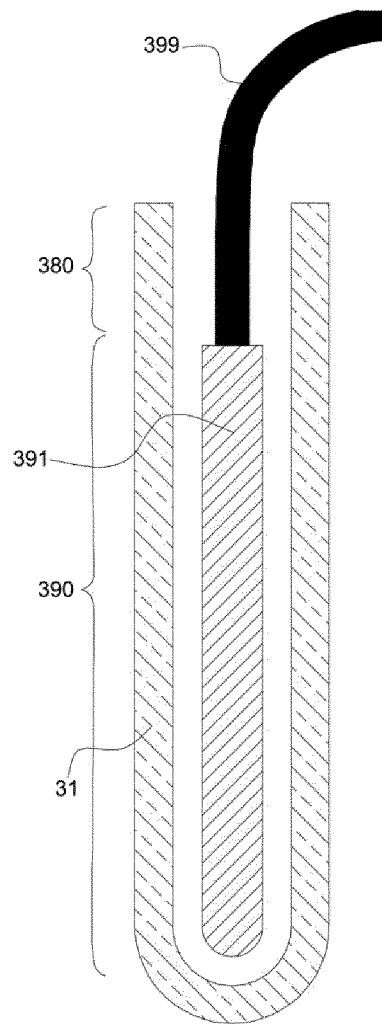
[Fig. 14]



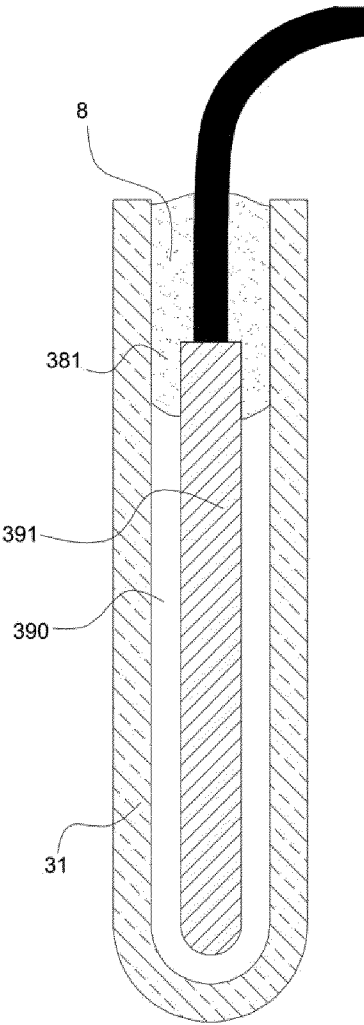
[Fig. 15]



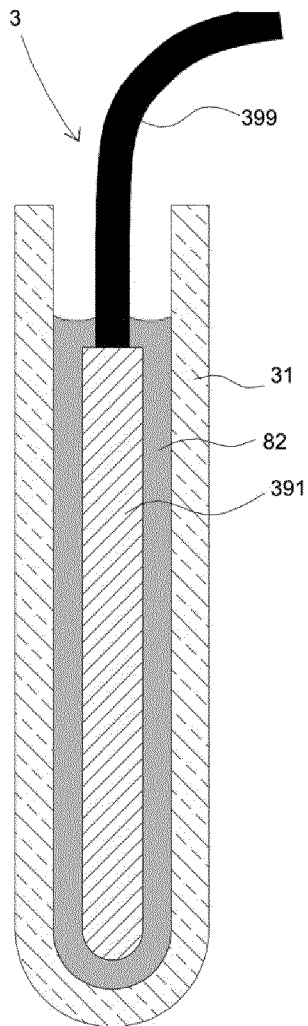
[Fig. 16]



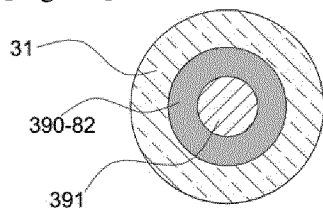
[Fig. 17]



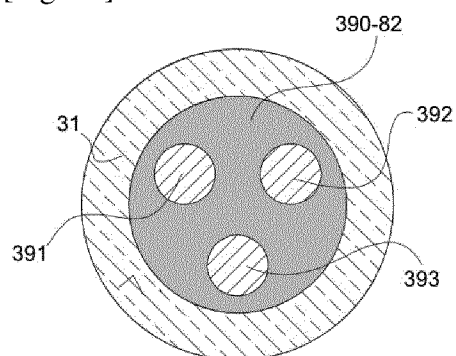
[Fig. 18]



[Fig. 19]



[Fig. 20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/053997

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 1/00(2006.01)i; **B23K 1/008**(2006.01)i; **B23K 33/00**(2006.01)i; **B23K 35/30**(2006.01)i; **H01L 21/67**(2006.01)i; **H05B 3/10**(2006.01)i; **H05B 3/14**(2006.01)i; **H05B 3/28**(2006.01)i; **H01L 21/687**(2006.01)i; **B23K 35/02**(2006.01)i; **B23K 101/20**(2006.01)n; **B23K 101/36**(2006.01)n; **B23K 101/14**(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23K; H05B; H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3110795 A (R. D. BREMER) 12 November 1963 (1963-11-12)	19-21
Y	column 3, lines 15-27; figures	2,6,8
X	US 5189271 A (R. L. DERBYSHIRE) 23 February 1993 (1993-02-23)	19-21
	abstract; figures 1,7	
Y	WO 2004073032 A2 (ASML HOLDING B V ; R. P. MANDAL) 26 August 2004 (2004-08-26)	1-21
	cited in the application	
	abstract; claims; figures	
Y	JP S59190468 U (XXX) 17 December 1984 (1984-12-17)	1-21
	figures 1-2	
A	US 2009280299 A1 (M. FERRATO) 12 November 2009 (2009-11-12)	1-21
	paragraphs [0081] - [0083]; figures 1-4	

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 June 2020

Date of mailing of the international search report

03 July 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Jeggy, Thierry

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/053997

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	3110795	A	12 November 1963	NONE			
US	5189271	A	23 February 1993	NONE			
WO	2004073032	A2	26 August 2004	CN	1762040	A	19 April 2006
				JP	2006517745	A	27 July 2006
				KR	20060034623	A	24 April 2006
				TW	I333231	B	11 November 2010
				US	2004155026	A1	12 August 2004
				WO	2004073032	A2	26 August 2004
JP	S59190468	U	17 December 1984	JP	S6344218	Y2	17 November 1988
				JP	S59190468	U	17 December 1984
US	2009280299	A1	12 November 2009	AT	456416	T	15 February 2010
				EP	2066474	A1	10 June 2009
				ES	2339407	T3	19 May 2010
				FR	2905754	A1	14 March 2008
				US	2009280299	A1	12 November 2009
				WO	2008031966	A1	20 March 2008

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2020/053997

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B23K1/00 B23K1/008 B23K33/00 B23K35/30 H01L21/67 H05B3/10 H05B3/14 H05B3/28 H01L21/687 B23K35/02 ADD. B23K101/20 B23K101/36 B23K101/14					
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB					
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) B23K H05B H01L					
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche					
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data					
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS					
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées			
X	US 3 110 795 A (R. D. BREMER) 12 novembre 1963 (1963-11-12)	19-21			
Y	colonne 3, lignes 15-27; figures -----	2,6,8			
X	US 5 189 271 A (R. L. DERBYSHIRE) 23 février 1993 (1993-02-23) abrégé; figures 1,7 -----	19-21			
Y	WO 2004/073032 A2 (ASML HOLDING B V ; R. P. MANDAL) 26 août 2004 (2004-08-26) cité dans la demande abrégé; revendications; figures -----	1-21			
Y	JP S59 190468 U (XXX) 17 décembre 1984 (1984-12-17) figures 1-2 -----	1-21			
	-/-				
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe					
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets					
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 16 juin 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 03/07/2020			
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Jeggy, Thierry			

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 2009/280299 A1 (M. FERRRATO) 12 novembre 2009 (2009-11-12) alinéas [0081] - [0083]; figures 1-4 -----</p>	1-21

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2020/053997

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3110795	A	12-11-1963	AUCUN	
US 5189271	A	23-02-1993	AUCUN	
WO 2004073032	A2	26-08-2004	CN 1762040 A	19-04-2006
			JP 2006517745 A	27-07-2006
			KR 20060034623 A	24-04-2006
			TW I333231 B	11-11-2010
			US 2004155026 A1	12-08-2004
			WO 2004073032 A2	26-08-2004
JP S59190468	U	17-12-1984	JP S6344218 Y2	17-11-1988
			JP S59190468 U	17-12-1984
US 2009280299	A1	12-11-2009	AT 456416 T	15-02-2010
			EP 2066474 A1	10-06-2009
			ES 2339407 T3	19-05-2010
			FR 2905754 A1	14-03-2008
			US 2009280299 A1	12-11-2009
			WO 2008031966 A1	20-03-2008