

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 076 602

②1 N° d'enregistrement national : 18 50147

⑤1 Int Cl⁸ : F 27 B 14/10 (2018.01), F 27 D 9/00

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 09.01.18.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 12.07.19 Bulletin 19/28.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : CENTRE NATIONAL DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE Etablissement public —
FR.

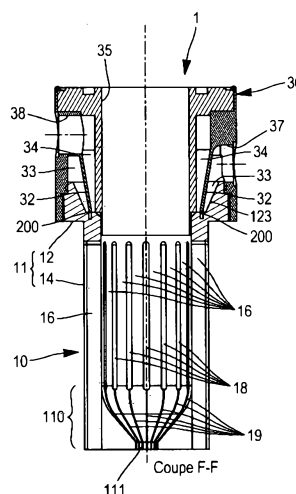
⑦2 Inventeur(s) : HAETTEL RICHARD.

⑦3 Titulaire(s) : CENTRE NATIONAL DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE Etablissement public.

⑦4 Mandataire(s) : IPAZ.

⑤4 CREUSET FROID ET COLLECTEUR DE REFOUILLISSEMENT ASSOCIE POUR DISPOSITIF DE CHAUFFAGE
PAR INDUCTION.

⑤7 La présente invention concerne un creuset froid pour
dispositif de chauffage par induction pour chauffer et fondre
des matériaux tels que des métaux. Le creuset comprend
un corps de creuset qui présente la forme générale d'un
tube ou d'une éprouvette, dont la cloison périphérique com-
prend plusieurs tronçons en forme d'arcs de cercle séparés
l'un de l'autre par une lame d'air. Chaque tronçon renferme
une canalisation de refroidissement faisant circuler un li-
quide de refroidissement afin de refroidir le creuset en fonc-
tionnement. La présente invention concerne également un
collecteur de refroidissement qui, en fonctionnement, est
raccordé au corps de creuset et qui permet de distribuer le
liquide de refroidissement dans les différentes canalisations.
L'invention porte aussi sur un procédé de fabrication
du creuset. Le domaine de l'invention est en particulier celui
de la métallurgie et la fonderie.



FR 3 076 602 - A1



« Creuset froid et collecteur de refroidissement associé pour dispositif de chauffage par induction »

La présente invention concerne un creuset froid pour dispositif de chauffage par induction pour chauffer et fondre des matériaux tels que des métaux. Le creuset comprend un corps de creuset qui présente la forme générale d'un tube ou d'une éprouvette, dont la cloison périphérique comprend plusieurs tronçons en forme d'arcs de cercle séparés l'un de l'autre par une lame d'air. Chaque tronçon renferme une canalisation de refroidissement faisant circuler un liquide de refroidissement afin de refroidir le creuset en fonctionnement. La présente invention concerne également un collecteur de refroidissement qui, en fonctionnement, est raccordé au corps de creuset et qui permet de distribuer le liquide de refroidissement dans les différentes canalisations. L'invention porte aussi sur un procédé de fabrication du creuset. Le domaine de l'invention est en particulier celui de la métallurgie et la fonderie.

Etat de la technique antérieure

Dans le domaine des matériaux, il est très souvent nécessaire de faire fondre des matériaux, par exemple réaliser des alliages contenant plusieurs métaux ou autres matériaux. Une méthode connue est d'utiliser un dispositif de chauffage par induction, formé de conducteurs électriques qui entourent un creuset dit "froid", dans lequel on place le ou les matériaux à chauffer, appelés « la charge ». Le dispositif comprend un bobinage inducteur, entourant le creuset, afin de générer un champ magnétique à l'intérieur du creuset et ainsi chauffer la charge par induction. Le creuset est refroidi pour évacuer la chaleur en provenance de la charge et de l'effet joule du au courant induit dans celui-ci. Le creuset présente une forme générale de tube de sorte qu'il comprend une cloison périphérique formant enveloppe. Cette cloison est découpée longitudinalement de sorte que le creuset est formé de plusieurs tronçons en forme de secteurs, le long de la majorité de la longueur du creuset ; la cloison étant agencée suivant une continuité de matière à une extrémité du creuset. Cette sectorisation du creuset est nécessaire afin d'isoler électriquement les tronçons entre eux, d'induire des courants de Foucault dans la charge et éviter que le champ

magnétique fourni par l'inducteur ne soit écranté par le creuset. Le dispositif comprend aussi un collecteur de refroidissement, ou boîte à eau, distribuant de l'eau de refroidissement vers des canalisations agencées dans la cloison périphérique du creuset. Des canalisations sont en outre raccordées par
5 brasures au creuset et au collecteur de refroidissement.

Or, ces brasures ont tendance à se détériorer dans le temps, ce qui a pour conséquence une source de contamination potentielle pour la charge contenue dans le creuset, des défauts importants d'étanchéité et donc une durée de vie limitée.

10 Le document EP0398821 propose de braser des tubes de refroidissement sur un anneau ajouré pour l'écoulement de l'eau entre un collecteur à eau et le creuset ; un passage de refroidissement étant agencé dans chaque secteur du creuset pour recevoir respectivement un tube. Ce mode de réalisation permet donc de réduire le nombre de brasures mais ne
15 répond pas au problème de défauts d'étanchéité. En outre, il est difficile de réaliser des brasures sans altérer les brasures des tubes ou canalisations adjacentes, notamment lors de la maintenance du creuset.

De plus, il est nécessaire de décontaminer le creuset après chaque utilisation, ou au moins entre des charges de natures différentes, ce qui est
20 une opération complexe et réduit encore sa durée de vie. La contamination intervient du fait que des résidus et impuretés se sont déposés sur les parois du creuset. En cas de fuite d'eau, une réaction violente de l'eau avec le matériau à chauffer peut se produire allant même jusqu'à l'explosion.

25 Un but de l'invention est de remédier à tout ou partie des inconvénients de l'état de la technique. Un autre but de l'invention est de proposer un dispositif de chauffage à creuset froid limitant les problèmes de durée de vie, de défauts d'étanchéité. Elle a encore pour but de proposer un dispositif facilitant la maintenance par rapport aux dispositifs connus. Elle a aussi
30 pour but de proposer des conditions opérationnelles de fabrication permettant de réaliser des matériaux de grande pureté. Elle a enfin pour but de faciliter l'utilisation d'un dispositif de chauffage en creuset froid.

Exposé de l'invention

Selon un premier aspect de l'invention, on atteint au moins l'un des buts précités avec un creuset froid pour dispositif de chauffage par induction comprenant un corps de creuset comprenant :

5 - un anneau de raccordement comprenant une région annulaire de distribution,

10 - une enveloppe tubulaire s'étendant depuis l'anneau de raccordement pour définir un volume de chauffe, l'enveloppe étant découpée longitudinalement de façon à réaliser plusieurs secteurs séparés afin d'induire des courants de Foucault dans la charge placée dans le volume de chauffe et d'éviter que le champ magnétique fourni par un inducteur ne soit écranté par le creuset,

- des canaux de liquide de refroidissement disposés longitudinalement dans l'épaisseur du corps de creuset de façon que chaque secteur comprend au moins un canal de liquide de refroidissement.

15 Chaque secteur comprend au moins deux trajets de liquide de refroidissement : un trajet dit « aller » et un trajet dit « retour » du liquide de refroidissement. Les trajets de liquide de refroidissement de chaque secteur sont formés par l'au moins un canal de liquide de refroidissement. Lesdits trajets débouchent dans la région annulaire de distribution de sorte
20 que ladite région présente, pour chaque secteur, un orifice dit « d'entrée » et un orifice dit « de sortie », les orifices étant écartés l'un de l'autre le long d'une direction radiale du creuset.

L'ensemble forme ainsi le long du pourtour de la région annulaire de distribution deux régions distinctes concentriques autour de l'axe
25 longitudinal du creuset dont l'une communique seulement avec le trajet aller des canaux et l'autre communique seulement avec le trajet retour des canaux.

30 Le corps de creuset est destiné à être assemblé de manière amovible avec un collecteur de refroidissement via l'anneau de raccordement, le collecteur comprenant des éléments de distribution de liquide de refroidissement se raccordant aux canaux de liquide de refroidissement, du fait de cet assemblage, pour faire circuler ledit liquide entre le collecteur et les canaux.

Le corps de creuset présente une structure monobloc composée d'un seul et même matériau présentant une continuité de matière sur au moins deux secteurs.

5 Le creuset froid selon l'invention permet une utilisation plus aisée, par rapport au creuset de l'art antérieur, en limitant voire supprimant, les opérations de brasures réalisées sur le creuset et en permettant un raccordement avec un collecteur sans indexation angulaire lors de l'accouplement ou système de détrompage. Dès lors le creuset selon l'invention limite voire supprime les défauts d'étanchéité et propose une
10 durée de vie accrue. La maintenance est également facilitée par rapport aux dispositifs connus.

Pour la suite et pour ce qui précède, on entend par « longitudinal », une direction sensiblement parallèle à l'axe du corps de creuset, plus ou moins 15 degrés angulaire. Cet axe est généralement vertical lorsque le
15 creuset est en position d'utilisation et prévu pour une introduction ou extraction verticale. Il correspond typiquement au centre de l'enveloppe tubulaire, et/ou de l'enroulement d'induction qui entoure le creuset.

De préférence, chaque canal comprend une cloison de canal rapportée
20 insérée longitudinalement dans ledit canal. La cloison forme un contact longitudinal étanche ou sensiblement étanche avec au moins deux régions distinctes de la paroi périphérique dudit canal, de façon à définir le trajet aller et le trajet retour de part et d'autre de ladite cloison et s'étendant longitudinalement à l'intérieur d'un même canal. La cloison rapportée
25 permet de former simplement et dans un encombrement réduit deux trajets de liquide de refroidissement. La cloison est par exemple en tissu de verre époxy ou en composite de fibre de verre.

Selon un mode de réalisation, chaque cloison de canal présente une forme plane. Sa section transversale est sensiblement linéique et rectiligne
30 selon une seule direction. Selon un autre mode de réalisation, chaque cloison de canal présente une forme bidimensionnelle. On entend par bidimensionnelle une forme dont la section transversale est non rectiligne, par exemple incurvée, ou comprenant au moins un élément d'épaisseur non nulle sur une face de la cloison.

Chaque cloison de canal est disposée dans son canal de façon qu'un plan géométrique imaginaire compris dans l'épaisseur de la cloison est sensiblement tangentiel à un cylindre de révolution imaginaire concentrique au creuset. Cette caractéristique permet de former dans la zone de
5 raccordement de l'anneau de raccordement deux régions distinctes concentriques autour de l'axe longitudinal du creuset dont l'une communique seulement avec le trajet aller des canaux et l'autre communique seulement avec le trajet retour des canaux. Le raccordement entre le collecteur et le creuset peut être réalisé sans indexation.

10 Selon un mode de réalisation, chaque cloison de canal présente une longueur sensiblement égale ou inférieure à la longueur des canaux, et est prévue pour être insérée dans un canal en laissant un écart non nul entre le fond du canal et l'extrémité longitudinale dite de passage de la cloison de canal. De cette manière le liquide de refroidissement peut passer du trajet
15 aller au trajet retour. Par exemple, chaque cloison de canal présente une longueur au moins égale à 75% de la longueur d'un canal.

De préférence, chaque canal comprend dans sa paroi deux rainures distinctes agencées et configurées pour recevoir et positionner chaque cloison dans ledit canal. Cette caractéristique permet un maintien fiable des
20 cloisons de canal en position, et permet de les guider dans ledit canal, améliorant la fiabilité du refroidissement du creuset.

Selon un second aspect de l'invention, on atteint au moins l'un des buts précités avec un creuset froid pour dispositif de chauffage par induction,
25 caractérisé en ce qu'il comprend un corps de creuset comprenant :

- un anneau de raccordement comprenant une région annulaire de distribution,
- une enveloppe tubulaire s'étendant depuis l'anneau de raccordement pour définir un volume de chauffe, l'enveloppe étant découpée
30 longitudinalement de façon à réaliser plusieurs secteurs séparés,
- des canaux de liquide de refroidissement disposés longitudinalement dans l'épaisseur du corps de creuset de façon que chaque secteur comprend au moins un canal de liquide de refroidissement.

Le corps de creuset est destiné à être assemblé de manière amovible
35 avec un collecteur de refroidissement via l'anneau de raccordement, le

collecteur comprenant des éléments de distribution de liquide de refroidissement pouvant se raccorder aux canaux de liquide de refroidissement pour faire circuler ledit liquide.

5 Selon le second aspect de l'invention, ledit corps de creuset présente une structure monobloc composée d'un seul et même matériau présentant une continuité de matière sur au moins deux secteurs.

10 Le creuset froid, selon le second aspect de l'invention, permet une utilisation plus aisée, par rapport au creuset de l'art antérieur, en limitant, voire supprimant, les opérations de brasures réalisées sur le creuset. Dès lors le creuset selon l'invention limite voire supprime les défauts d'étanchéité et propose une durée de vie accrue. La maintenance est également facilitée par rapport aux dispositifs connus.

15 Selon une variante du premier ou du second aspect de l'invention, le corps de creuset est constitué essentiellement en :

- un anneau de raccordement comprenant une région annulaire de distribution,
- une enveloppe tubulaire s'étendant depuis l'anneau de raccordement pour définir un volume de chauffe, l'enveloppe étant découpée longitudinalement de façon à réaliser plusieurs secteurs séparés, et
- des canaux de liquide de refroidissement disposés longitudinalement dans l'épaisseur du corps de creuset de façon que chaque secteur comprend au moins un canal de liquide de refroidissement.

25 Selon une autre variante, le creuset est formé par plusieurs éléments monoblocs, comprenant chacun plusieurs secteurs formés dans une même pièce. Ces éléments monoblocs multi-secteurs forment chacun une portion angulaire du creuset et sont assemblés ensemble par des moyens mécaniques démontables, par exemple des vis individuelles ou une bride commune les maintenant tous contre le collecteur de refroidissement.

30 Même dans cette variante, on limite grandement le nombre de fixations mécaniques, et on conserve de bonnes qualités de fiabilité et de non contamination.

35 De préférence, selon n'importe quel aspect ou variante, le corps de creuset présente une structure monobloc composée d'un seul et même matériau présentant une continuité de matière entre l'anneau de

raccordement, les secteurs de l'enveloppe et les canaux. Cette caractéristique a pour avantage d'améliorer encore la tenue mécanique du creuset et de conserver la géométrie du corps de creuset lors de son utilisation. Ce paramètre permet d'avoir un champ électromagnétique plus homogène et donc un chauffage plus homogène de la charge. Lorsqu'il s'agit de fondre un matériau, une meilleure stabilité du bain de métal de fusion est obtenue. Cette stabilité est particulièrement importante lorsqu'il s'agit de fabriquer un alliage et de laisser se dissoudre, par diffusion dans le liquide, chacun des éléments constitutifs de l'alliage. Si l'instabilité du bain de métal en fusion devient trop importante, le métal liquide est projeté contre les parois du creuset et se solidifie aussitôt ce qui empêche son homogénéisation.

Selon le premier ou le second aspect de l'invention, le corps du creuset est constitué d'un matériau conducteur de l'électricité et conducteur thermique.

Selon un mode de réalisation préféré, le corps du creuset est constitué de cuivre fabriqué par écrouissage. Dans l'art antérieur l'opération de brasure sur le creuset engendre le recuit du cuivre ce qui rend le creuset malléable. Sans brasure réalisée sur le corps de creuset en cuivre selon l'invention, ce dernier ne subit pas de recuit et reste ainsi rigide (sans déformation). En outre le cuivre présente une très bonne conductivité thermique ce qui permet le refroidissement par conduction depuis les canaux de refroidissement jusqu'aux extrémités des secteurs. Alternativement, le corps du creuset pourrait être en acier inoxydable.

Selon un mode de réalisation compatible avec le premier aspect comme le second aspect, l'anneau de raccordement comprend sur son pourtour un filetage de creuset agencé pour permettre un assemblage par vissage de façon qu'un collecteur de refroidissement, muni d'un filetage de collecteur qui lui est complémentaire, puisse se visser sur le creuset ou inversement. Cette caractéristique permet de monter et démonter le collecteur de refroidissement du creuset facilement et rapidement afin d'améliorer la décontamination du creuset après chaque utilisation.

Ainsi, le corps de creuset comprend un élément monobloc, formant plusieurs secteurs qui sont tous séparés entre eux par des découpes

longitudinales jusqu'à leur extrémité distale et sur toute leur longueur sauf dans la région de l'anneau de raccordement, dite région proximale. Typiquement, chaque secteur ainsi délimité ne comprend qu'un seul canal de refroidissement. Ce canal de refroidissement forme un trou borgne, c'est
5 à dire avec une seule extrémité débouchant longitudinalement, lequel trou borgne est séparé en deux trajets longitudinaux par une cloison rapportée qui est insérée par cette extrémité débouchante. De préférence, un seul élément monobloc forme tous les secteurs, et constitue ainsi la totalité de l'enveloppe du corps de creuset.

10 Pour la suite et pour ce qui précède, on entend par extrémité distale, une extrémité située près du fond du corps de creuset, et on entend par extrémité proximale, une extrémité située près de l'anneau de raccordement du creuset.

15 Selon un troisième aspect de l'invention, pouvant être conforme en tout ou partie au premier aspect ou tout ou partie du second aspect de l'invention, on atteint au moins l'un des buts précités avec un collecteur de refroidissement destiné à coopérer avec un creuset froid pour dispositif de chauffage par induction, le creuset comprenant :

20 - un anneau de raccordement comprenant une région annulaire de distribution,

- une enveloppe tubulaire s'étendant depuis l'anneau de raccordement pour définir un volume de chauffe, l'enveloppe étant découpée longitudinalement de façon à réaliser plusieurs secteurs séparés,

25 - des canaux de liquide de refroidissement disposés longitudinalement dans l'épaisseur du creuset de façon que chaque secteur comprend au moins un canal de liquide de refroidissement comprenant une cloison de canal, formant dans chaque canal au moins deux trajets débouchant respectivement par deux orifices écartés l'un de l'autre le long d'une
30 direction radiale du creuset sur la région annulaire de l'anneau de raccordement.

Le collecteur est caractérisé en ce qu'il présente deux cavités de collecteur qui sont sensiblement circulaires et sont agencées sur une même face venant en vis-à-vis de l'anneau de raccordement, les cavités de
35 collecteur étant décalées selon une direction radiale par rapport à l'axe du

collecteur de façon que chaque cavité de collecteur se situe au-dessus d'un seul orifice de chaque canal une fois le collecteur et le creuset assemblés.

Le collecteur de refroidissement selon l'invention permet une utilisation plus aisée, par rapport au collecteur de l'art antérieur, en permettant un
5 raccordement avec un collecteur sans indexation. Dès lors le collecteur selon l'invention limite voire supprime les défauts d'étanchéité et propose une durée de vie accrue. La maintenance est également facilitée par rapport aux dispositifs connus.

Les deux cavités sont agencées de manière à réaliser une chambre
10 d'entrée et une chambre de sortie pouvant être raccordées à un circuit de circulation de liquide de refroidissement.

De préférence, le collecteur comprend une cloison circulaire de collecteur séparant lesdites deux cavités de collecteur. Avantageusement, une seule cloison de collecteur sépare lesdites deux cavités de collecteur, ce
15 qui permet de limiter l'encombrement et de faciliter le montage par rapport au corps de creuset. Par exemple ladite cloison de collecteur vient en appui contre des extrémités dites d'étanchéité des cloisons de canal. Selon un mode de réalisation, la cloison de collecteur a une forme de cône.

Selon un mode de réalisation, le collecteur comprend, autour des
20 cavités de collecteur, un filetage de collecteur agencé pour permettre un assemblage par vissage de façon qu'un corps de creuset comprenant également un filetage de creuset complémentaire puisse se visser sur le collecteur ou inversement. Cette caractéristique permet de raccorder très facilement le collecteur de refroidissement à un corps du creuset.

25 De préférence, le collecteur de refroidissement est constitué d'acier inoxydable.

Selon un quatrième aspect de l'invention, on atteint l'un des buts précités par un dispositif de chauffage par induction comprenant un corps
30 de creuset froid selon tout ou partie du premier aspect ou tout ou partie du second aspect et un collecteur de refroidissement selon tout ou partie du troisième aspect de l'invention. Selon ce quatrième aspect, ils sont agencés pour que, lorsqu'ils sont assemblés ensemble, les éléments de distribution de liquide de refroidissement du collecteur se raccordent au canaux de
35 liquide de refroidissement du corps de creuset

Selon un cinquième aspect de l'invention il est prévu un procédé de fabrication d'un creuset froid pour dispositif de chauffage par induction, le creuset comprenant un corps de creuset communiquant avec un collecteur de refroidissement, le corps de creuset comprenant une enveloppe tubulaire s'étendant depuis le collecteur de refroidissement et entourant une chambre de chauffe comprise dans un volume de chauffe, l'enveloppe étant découpée longitudinalement de façon à réaliser plusieurs secteurs séparés, des canaux de liquide de refroidissement disposés longitudinalement dans l'épaisseur du creuset de façon que chaque secteur comprend au moins un canal de liquide de refroidissement, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- fournir une ou plusieurs pièces de départ monoblocs ou ébauches, en un matériau conducteur thermique et électrique, de préférence en cuivre, par exemple un rond plein ou un tube,

- pour chaque pièce de départ, usiner la pièce aux dimensions extérieures et intérieures souhaitées, suivant la taille de creuset souhaitée, pour réaliser un corps de creuset formant un anneau de raccordement duquel s'étend l'enveloppe tubulaire.

Le procédé de fabrication comprend, dans cet ordre ou dans un autre, les étapes suivantes :

- réaliser un filetage de creuset sur le pourtour de l'anneau de raccordement,

- réaliser des alésages correspondant aux canaux de liquide de refroidissement et débouchant dans la surface de l'anneau de raccordement,

- réaliser deux rainures, diamétralement opposées, dans la paroi de chaque canal.

- réaliser des découpes longitudinales sur l'enveloppe à travers toute l'épaisseur de l'enveloppe, les découpes s'étendant entre l'anneau de raccordement et jusqu'à l'extrémité du corps de creuset opposée à l'anneau.

Le procédé de fabrication selon l'invention permet de réaliser un corps de creuset proposant des conditions opérationnelles de fabrication permettant de réaliser des matériaux de grande pureté.

5 De préférence, on choisit un rond de cuivre de haute pureté. Les nuances de cuivre préférées sont comprises entre les gammes Cu-A1 et Cu-C2 selon la norme AFNOR, c'est-à-dire :

- 10 - Cu-A1 : utilisé pour la fabrication de fils, barres et tubes à usage électrique, haute conductibilité électrique, bonne résistance aux agents chimiques,
- Cu-C2 : cuivre de très grande pureté, usage électrique et électronique, bonne aptitude au soudage, cuivre raffiné exempt d'oxygène ; la catégorie CU-C2, avec sa plus grande pureté et surtout son oxygène limité à 5ppm convient mieux aux applications
15 nécessitant un vide poussé.

La nuance Cu-C2 est la nuance préférée car la plus pure et celle qui dégage le moins, et est particulièrement adaptée pour une utilisation sous ultravide.

20 Les grandes dimensions sont de préférence usinées par tournage et fraisage.

Les canaux sont de préférence réalisés avec une machine de forage profond. Les alésages doivent être particulièrement soignés afin de respecter une déviation par rapport à l'axe de 0,1 millimètre maximum pour une profondeur de 100 millimètres. Ensuite, les alésages doivent être usinés
25 avec une tolérance H7 (selon le système ISO), c'est-à-dire permettant un assemblage glissant, afin de permettre l'introduction d'un outil calibré pour réaliser les deux rainures diamétralement opposées.

Une fois l'usinage terminé, on peut introduire une cloison de canal dans chaque canal. Par exemple, la cloison de canal est constituée de matériaux
30 composites à base de résine et de fibres de verre. Elle est par exemple usinée par fraisage et est ajustée afin d'obtenir un ajustement glissant dans les rainures de chaque canal.

Pour introduire les cloisons de canal plus facilement, il est possible d'utiliser un maillet.

Selon un mode de réalisation, les rainures peuvent être réalisées de manière à présenter une profondeur longitudinale légèrement inférieure à la profondeur de chaque canal de sorte que, lorsque la cloison de canal est mise en place, le fond du canal corresponde à une zone de passage entre le
5 trajet aller et le trajet retour du canal.

Selon un premier mode de réalisation des cloisons de canal, les extrémités distales des rainures réalisent une butée axiale pour la mise en position de ladite cloison ce qui permet de faciliter l'assemblage. Les
10 cloisons de canal présentent des dimensions identiques sur toutes leurs longueurs. Les longueurs des cloisons sont identiques aux longueurs des profondeurs des rainures de façon à ce que l'extrémité supérieur ou proximale de chaque cloison affleure la surface de l'anneau de raccordement.

Selon un deuxième mode de réalisation des cloisons de canal, celles-ci présentent, près de leur extrémité proximale, un ou deux épaulements. Dans ce mode de réalisation, les canaux peuvent être réalisés avec ou sans rainures. En outre, une entaille est réalisée dans une rainure (ou les deux rainures, ou près de l'ouverture) de chaque canal et sur la région annulaire
15 de façon à ce que chaque épaulement repose sur une entaille.

Selon une variante du second mode de réalisation, on réalise un usinage circulaire sur la face transversale sur laquelle débouchent les canaux de liquide de refroidissement de manière à former une gorge de raccordement circulaire, lorsque les alésages ne sont pas encore réalisés, et
20 une succession de gorges entre les ouvertures des alésages lorsque les alésages sont réalisés.

De manière optionnelle, une résine durcissante est introduite dans lesdites gorges de raccordement ou les entailles de façon à les remplir pour
30 assurer l'étanchéité entre deux canaux. La résine est appliquée jusqu'à atteindre la hauteur de l'extrémité proximale des cloisons de canal. La résine permet d'améliorer l'étanchéité d'une part entre l'orifice d'entrée et l'orifice de sortie de chaque canal et d'autre part plus généralement entre le corps de creuset et le collecteur de refroidissement. La résine est de
35 préférence du type suffisamment rigide pour pouvoir être usinée et pouvoir

résister au liquide de refroidissement. Par exemple, la résine est du Stycast® 2850FT.

Afin d'appliquer la résine, on utilise des bouchons obstruant les orifices de chaque canal. De préférence, chaque bouchon présente une fente dont la
5 forme et l'épaisseur sont complémentaires de la forme et de l'épaisseur des cloisons de canal. Par exemple, les bouchons sont constitués de polytétrafluoroéthylène dit « PTFE ».

Une fois la résine appliquée, il peut être nécessaire de retirer par usinage le surplus de résine de façon à réaliser une portée plane continue
10 entre les extrémités proximales des cloisons et la résine, lorsque des gorges de raccordement (entre chaque paire de canaux le long du pourtour de la région annulaire) sont réalisées, ou entre les extrémités proximales des cloisons, la résine et la surface de la région annulaire de l'anneau de raccordement, lorsque des entailles sont réalisées.

Une portée plane le long du diamètre comprenant les cloisons de canal
15 est nécessaire de manière à ce qu'une cloison de collecteur, séparant les cavités aller et retour du collecteur de refroidissement, vienne en appui sur ladite portée plane (comprenant les cloisons de canal) et réalise un contact continu de manière à former étanchéité lorsque le collecteur de
20 refroidissement est raccordé au corps de creuset. Ainsi le liquide de refroidissement peut circuler entre ledit collecteur de refroidissement et ledit corps de creuset sans que le liquide de refroidissement traverse l'un des trajets en dehors du passage prévu à cet effet.

En outre, ledit corps de creuset présente une deuxième portée réalisée
25 sur la région annulaire de l'anneau de raccordement entre le volume de chauffe et les orifices des canaux. La deuxième portée délimite la frontière entre le volume de chauffe et les canaux. Elle est réalisée de manière à ce qu'une barrière de collecteur vienne en appui sur ladite deuxième portée et réalise un contact continu de manière à former étanchéité par rapport au
30 volume de chauffe. De préférence, la deuxième portée est un chanfrein. Cette caractéristique a pour avantage de faciliter le centrage et donc la mise en position du collecteur de refroidissement par rapport au corps de creuset. Le chanfrein a aussi pour avantage d'être compact.

De préférence, chaque extrémité de la cloison de collecteur et de la
35 barrière de collecteur comprend un joint torique afin de réaliser l'étanchéité.

Le procédé de fabrication selon l'invention permet de réaliser tout type de creuset ; par exemple des creusets droits sans fond, dit « à coulée continue » ou aussi bien des creusets du type « poche » dit « à semi-lévitation » par exemple hémisphérique et conique.

5

De préférence, on réalise :

- des découpes longitudinales dites « hautes » sur l'enveloppe à travers toute l'épaisseur de l'enveloppe, les découpes s'étendant entre l'anneau de raccordement vers l'extrémité du corps de creuset opposée à l'anneau sans atteindre l'extrémité distale du corps de creuset,

- des découpes longitudinales dites « basses » par électroérosion formant des fentes, chaque fente traversant toute l'épaisseur de l'enveloppe, étant suffisamment étroite pour ne pas laisser s'échapper un matériau à chauffer, et s'étendant dans le prolongement des découpes hautes jusqu'à l'extrémité distale opposée à l'anneau de raccordement.

Le découpage des fentes est réalisé suivant les étapes suivantes :

- placer un noyau à l'intérieur du corps de creuset,
- obturer l'extérieur des découpes hautes au moins dans leur partie se raccordant avec les fentes, par exemple en plaçant un ruban d'obturation adhésif autour de l'enveloppe du corps de creuset,
- remplir les découpes hautes par de la résine,
- découper les fentes par électroérosion, notamment à fil,
- retirer ou dissoudre la résine.

Par exemple, chaque fente présente une largeur de 0,35 millimètre.

Lors de la découpe des fentes par électroérosion, il est impératif de maintenir en position les secteurs entre eux, sans quoi ils se déformeraient lors de la découpe (relâchement des contraintes internes dans le cuivre).

Pour maintenir en position les secteurs, on insère un noyau cylindrique à l'intérieur du creuset, le noyau étant ajusté au diamètre interne du corps de creuset. Par exemple, le noyau est constitué de polytétrafluoroéthylène dit « PTFE ». De préférence, le noyau est placé dans le corps du creuset au niveau des découpes hautes et à distance de la zone où seront réalisées les fentes. Ensuite, un ruban adhésif est inséré sur l'extérieur du corps du creuset en vis-à-vis du noyau. Enfin, une résine est appliquée dans les

découpes hautes. Cette mise en œuvre permet de solidariser les secteurs entre eux.

Lors de la découpe par électroérosion, il est primordial que le fil permettant la découpe ne puisse pas venir en contact avec de la résine, afin
5 que la découpe des fentes ne soit pas perturbée.

Une fois les fentes réalisées, la résine est dissoute à l'aide d'un solvant approprié.

Le collecteur de refroidissement est de préférence réalisé en deux
10 parties. Ces deux parties sont usinées séparément par tournage et fraisage puis assemblées par soudure. Une fois assemblé, le collecteur définit deux cavités circulaires.

Description des figures et des modes de réalisation

15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée de mises en œuvre et de modes de réalisation nullement limitatifs, au regard de figures annexées sur lesquelles :

- les figures 1a, 1b, 1c et 1d sont des vues d'un dispositif de chauffage
20 par induction comprenant un creuset dit « poche » raccordé à un collecteur de refroidissement selon un mode de réalisation de l'invention, ledit creuset comprenant des découpes longitudinales dans l'enveloppe du creuset formant des secteurs séparés, chaque secteur comprenant un canal de liquide de refroidissement, la figure 1a étant une vue de face dudit
25 dispositif, la figure 1b étant une vue en coupe du dispositif de la figure 1a selon un plan de coupe longitudinal passant par l'axe dudit dispositif et par des découpes diamétralement opposées, la figure 1c étant une vue en perspective et légèrement en contre-plongée du dispositif conforme à la figure 1a, la figure 1d étant une vue en perspective et en coupe du
30 dispositif de la figure 1a selon un plan de coupe longitudinal passant par l'axe dudit dispositif et par des canaux diamétralement opposés ;

- les figures 2a et 2b sont des vues d'un creuset montrant un corps de creuset comprenant un anneau de raccordement et une enveloppe selon un
35 mode de réalisation de l'invention conformes aux figures 1a à 1d, la figure 2a étant une vue de face du corps de creuset, la figure 2b étant une vue en

coupe d'un corps de creuset conforme à la figure 2a selon un plan de coupe longitudinal passant par l'axe dudit corps de creuset et par des découpes diamétralement opposées ;

5 - la figure 3 est une vue en coupe d'un corps de creuset conforme à la figure 2a selon une coupe à plans perpendiculaires dont le premier plan passe par l'axe et par des découpes diamétralement opposées du corps de creuset et dont le second plan passe par l'enveloppe, la figure 3 montrant en particulier des secteurs séparés de l'enveloppe, chaque secteur comprenant un canal selon un mode de réalisation de l'invention,

10 - la figure 4 est un agrandissement d'une partie de l'anneau de raccordement du corps de creuset de la figure 2b, montrant une partie d'une région annulaire dudit anneau, ladite région comprenant une gorge de raccordement ;

15 - la figure 5 est un agrandissement d'un secteur vu en coupe de la figure 3, montrant des découpes au fond du corps de creuset ;

- la figure 6a est une vue en coupe d'un corps de creuset conforme à la figure 2a selon un plan de coupe longitudinal passant par l'axe dudit corps de creuset et par des canaux diamétralement opposés, une cloison de canal rapportée étant visible dans chaque canal ;

20 - la figure 6b montre un exemple de cloison de canal rapportée vue de face ;

- les figures 7a, 7b montre une première pièce tubulaire du collecteur de refroidissement selon un mode de réalisation, destiné à être reliée à une seconde pièce dudit collecteur, la figure 7a étant une vue de face de ladite première pièce, la figure 7b étant une vue en coupe de la pièce de la figure 7a montrant un alésage prévu pour le passage des matériaux à chauffer ;

25 - la figure 8 est une vue en coupe d'une seconde pièce du collecteur de refroidissement comprenant une cloison de séparation de collecteur, un orifice d'entrée d'un liquide de refroidissement et un orifice de sortie du liquide de refroidissement ;

30 - la figure 9 est une vue en perspective d'un corps de creuset comprenant des canaux de liquide de refroidissement dans lesquels sont insérées des cloisons de canal rapportées dont les extrémités proximales sont visibles ;

-la figure 10 est une vue en perspective d'un bouchon de canal selon un mode de réalisation, le bouchon comprenant une fente destinée à recevoir une extrémité proximale d'une cloison de canal rapportée ;

5 - les figures 11a et 11b montrent un corps de creuset dit « sans fond », selon un mode de réalisation, comprenant un anneau de raccordement et une enveloppe, la figure 11a étant une vue de face, la figure 11b étant une vue en coupe du corps de creuset de la figure 11a selon un plan de coupe passant par l'axe et des découpes diamétralement opposées du corps de creuset ;

10 - la figure 12 un agrandissement d'un dispositif de chauffage par induction vu en coupe de la figure 1d, montrant la communication du liquide de refroidissement entre le collecteur de refroidissement et le corps du creuset.

15 **Description d'un exemple de mode de réalisation**

Les modes de réalisation qui seront décrits dans la suite ne sont nullement limitatifs ; on pourra notamment mettre en œuvre des variantes de l'invention ne comprenant qu'une sélection de caractéristiques décrites par la suite isolées des autres caractéristiques décrites, 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 antérieure. Cette sélection comprend au moins une caractéristique de préférence fonctionnelle sans détails structurels, ou avec seulement une partie des détails structurels si cette partie uniquement est suffisante pour conférer un avantage technique ou pour différencier l'invention par rapport à l'état de la technique antérieure.

En particulier toutes les variantes et tous les modes de réalisation décrits sont combinables entre eux si rien ne s'oppose à cette combinaison sur le plan technique.

30 Les figures 1a, 1b, 1c et 1d illustrent un dispositif de chauffage par induction 1 destiné à faire fondre des matériaux pour réaliser des alliages ou fondre des métaux purs pour réaliser des coulées dans des moules, ou affiner en atmosphère particulière lors de la fusion. Le dispositif de chauffage comprend un creuset 10 dit « froid » destiné à contenir lesdits matériaux à chauffer, aussi appelés « la charge » (non visible sur les

35

figures). La charge est chauffée grâce à un inducteur bobiné (non représenté) autour du creuset 10 et d'un générateur (non représenté). De manière connue, le dispositif de chauffage comprend également un collecteur de refroidissement 30 distribuant un liquide de refroidissement dans le creuset 10 raccordé à ce dernier.

On va tout d'abord décrire un creuset 10 du type « poche » ou « à semi-lévitation ». En référence aux figures 1a, 1b, 1c, 1d, 2a, 2b, 6a et 9, le creuset 10 comprend un corps de creuset 11 contenant le matériau à chauffer.

Le corps de creuset 11 comprend un anneau de raccordement 12 destiné à permettre le raccordement d'une part mécanique et d'autre part des flux de liquide de refroidissement entre le corps de creuset et le collecteur de refroidissement. L'anneau de raccordement est une portion circulaire du corps de creuset et est continu de matière le long de sa circonférence. L'anneau de raccordement sera décrit plus en détail par la suite.

Le corps de creuset 11 comprend une enveloppe tubulaire 14 s'étendant axialement depuis l'anneau de raccordement 12 pour définir un volume de chauffe. Dans le cas d'un creuset du type « poche » ou « à semi-lévitation », le corps de creuset 11 comprend un fond de creuset 110 sensiblement conique. L'enveloppe 14 est découpée longitudinalement de façon à réaliser plusieurs secteurs séparés 16. En référence aux figures 1b, 2b, 3 et 5, des découpes longitudinales dites « hautes » ou interstices 18 sont réalisées dans des directions radiales par rapport à l'axe longitudinal du corps de creuset et dans l'épaisseur de l'enveloppe tubulaire 14 de sorte que les portions d'enveloppe restantes forment des secteurs angulaires d'enveloppe le long de la circonférence de l'enveloppe 14 (voir en particulier les figures 3 et 5). En référence aux figures 1b, 2b et 3, les découpes longitudinales 18 sont réalisées avec une profondeur transversale égale jusqu'à l'extrémité distale du corps du creuset de façon que le fond 110 du corps du creuset n'est pas découpé sur toute son épaisseur mais selon une découpe présentant une largeur pouvant être sensiblement identique à la largeur d'une découpe 18 ; étant donné que le fond du creuset 110 est conique. Selon un autre mode de réalisation, la largeur de découpe au niveau du fond 110 du corps du creuset peut être légèrement différente,

soit pour augmenter le rendement du creuset, soit pour améliorer le refroidissement.

Les découpes hautes 18 présentent une largeur sensiblement égale à 3 à 4 millimètres. Cela permet de limiter les pertes de charges notamment
5 dans le cas de réalisation sous vide.

Le fond du creuset 110 présente également des découpes longitudinales. En référence aux figures 1b, 2b et 5, des découpes longitudinales ou fentes 19 sont réalisées dans des directions radiales par rapport à l'axe longitudinal du corps de creuset et dans l'épaisseur du fond
10 du corps de creuset 110 de sorte que les portions de fond du corps restantes forment des secteurs angulaires d'enveloppe le long de la circonférence du fond 110 du corps de creuset. Les fentes 19 sont réalisées sensiblement dans le prolongement des découpes hautes 18 de façon que les secteurs 16 sont séparés depuis l'anneau de raccordement jusqu'à
15 l'extrémité distale du corps de creuset. Les fentes 19 présentent une largeur sensiblement égale à 0,35 millimètre.

Selon l'exemple représenté, le corps de creuset présente un diamètre intérieur de 50 millimètres et comporte 16 secteurs. Le corps de creuset représenté aux figures 1b, 1d, 2b et 6a présente à son extrémité distale
20 une ouverture de coulée 111 permettant de faire une coulée de la charge par gravité dans une lingotière se trouvant en-dessous. Lors de l'utilisation, un doigt escamotable (non représenté) obstrue l'extrémité du corps de creuset, par exemple un doigt lui-même refroidi.

Le corps de creuset comprend un canal de liquide de refroidissement
25 15 dans chaque secteur 16. En référence aux figures 1d, 3 et 6a, chaque canal de refroidissement 15 est disposé longitudinalement dans l'épaisseur de chaque secteur. Les canaux 15 présentent une forme tubulaire.

En référence aux figures 1d et 6a, les canaux 15 s'étendent jusqu'au fond du corps de creuset 110 de manière à former un trou borgne dont le
30 fond appelé fond de canal est désigné par la référence 151. En référence aux figures 3 et 6a, les canaux 15 débouchent sur la surface supérieure de l'anneau de raccordement 12 comprenant une région annulaire 120.

Le corps de creuset comprend plusieurs cloisons de canal rapportées 20 de sorte que chaque cloison est prévue pour être insérée dans un canal 15.
35 En outre, chaque canal 15 est agencé et configuré pour recevoir une cloison

de canal 20. Elle est insérée longitudinalement dans chaque canal et forme un contact longitudinal étanche avec au moins deux régions distinctes de la paroi interne périphérique dudit canal. Du point de vue du fond du canal 151, l'extrémité distale de la cloison de canal 20 est à distance du fond de canal 151 de manière à laisser un passage. Par exemple, la largeur du passage est sensiblement égale au rayon du canal. Une fois insérée dans un canal et en référence aux figures 6a et 12, chaque canal 15 présente, à l'intérieur de celui-ci et de part et d'autre de la cloison de canal 20, un trajet dit « aller » 22 et un trajet dit « retour » 21 pour la circulation du liquide de refroidissement dans chaque secteur du corps de creuset. Le liquide de refroidissement peut circuler depuis le trajet aller vers le trajet retour en passant par le passage, prévu à cet effet, près du fond du canal 151. Du côté de l'anneau de raccordement (voir figure 3 côté gauche, 2b, 11b), les trajets débouchent dans la région annulaire 120. Pour chaque canal 15, la région annulaire présente un orifice dit « d'entrée » 24, correspondant à l'entrée d'un trajet aller 22, et un orifice dit « de sortie » 23, correspondant à la sortie d'un trajet retour 21. Les orifices d'entrée 24 et de sortie 23 doivent être disposés l'un à côté de l'autre et alignés le long d'une direction radiale du creuset.

Selon un mode de réalisation préféré, chaque canal présente en outre deux rainures diamétralement opposées de façon à recevoir et positionner chaque cloison de canal 20. Les rainures forment deux régions distinctes s'étendant longitudinalement dans chaque canal et forment un contact longitudinal étanche avec la cloison de canal 20 insérée dans ledit canal.

Les cloisons de canal rapportées présentent une forme rectangulaire dont l'épaisseur est très largement inférieure à sa longueur ou sa largeur de sorte qu'elles forment respectivement un plan. En référence à la figure 6b, la cloison de canal 20 présente à son extrémité proximale, prévue pour être proche de l'anneau de raccordement, un élargissement de largeur 210 formant épaulement. L'élargissement de largeur 210 est prévu pour venir en appui contre une entaille réalisée à la surface de la région annulaire 120. De préférence, deux entailles diamétralement opposées sont réalisées sur la région annulaire 120 afin de recevoir les épaulements des cloisons de canal.

En référence aux figures 3 et 9, chaque cloison de canal 20 est disposée dans son canal 15 de façon qu'un plan géométrique imaginaire

compris dans l'épaisseur de la cloison est sensiblement tangentiel à un cylindre de révolution imaginaire concentrique au creuset. Cette caractéristique permet de délimiter radialement deux régions de distribution du liquide de refroidissement, une première région d'entrée du liquide de refroidissement comprenant tous les orifices d'entrée 24 et une deuxième région de retour du liquide de refroidissement comprenant tous les orifices de sortie 23. Il est alors possible de raccorder un collecteur de refroidissement présentant aucune indexation par exemple angulaire afin de relier les flux d'entrée et de sortie de liquide de refroidissement entre le collecteur de refroidissement et le corps de creuset.

En référence aux figures 2b, 3 et 4, la région annulaire 120 comprend plusieurs gorges de raccordement 121 reliant les ouvertures des canaux, ou les entailles prévues pour les cloisons de canal, de façon à former une rainure circulaire. Les gorges de raccordement 121 sont prévues pour être remplies de résine réalisant un joint d'étanchéité, délimitant radialement, avec les extrémités proximales 200 des cloisons de canal, les deux régions de distribution du liquide de refroidissement. En référence aux figures 9 et 10, les orifices des canaux de refroidissement sont bouchés par des bouchons 40 (voir figure 9 montrant un bouchon bouchant un canal). Chaque bouchon 40 présente une forme extérieure sensiblement cylindrique dont le diamètre extérieur est sensiblement égal au diamètre intérieur de chaque canal. Chaque bouchon 40 comprend une fente de cloison 41 destinée à recevoir une extrémité proximale d'une cloison de canal (voir figure 10), permettant ainsi l'introduction du bouchon dans le canal comprenant une cloison de manière à boucher les orifices du canal. Une fois les canaux bouchés, les gorges de raccordement 121 sont remplies de résine. Une fois que la résine a durci, les bouchons 40 sont enlevés et le surplus de résine est retiré, par exemple par usinage, afin d'obtenir une portée plane et ainsi servir de surface de jonction avec une cloison circulaire de collecteur de refroidissement. De préférence, la réalisation de la portée plane peut comprendre l'usinage de l'extrémité proximale des cloisons de canal.

En référence aux figures 2a, 2b, 6a, l'anneau de raccordement 12 présente sur son pourtour une surface de raccordement 13 comprenant un filetage de creuset agencé pour permettre un assemblage par vissage avec

un collecteur de refroidissement comprenant un filetage de collecteur complémentaire de façon que le creuset puisse se visser sur un collecteur ou inversement.

5 Les figures 11a et 11b montre un autre type de creuset dit « sans fond » ou « à coulée continue ». Dans ce mode de réalisation, le corps de creuset ne comporte pas de fond de creuset 110 conique, mais présente un volume de chauffe présentant un diamètre interne constant jusqu'à l'extrémité du corps du creuset. Pour le reste, le corps de creuset des
10 figures 11a et 11b comprend les mêmes caractéristiques qu'un creuset dit « poche » ou « à semi-lévitation » tel que décrit aux autres figures.

On va maintenant décrire un collecteur de refroidissement 30 agencé et configuré pour être raccordé à la fois mécaniquement et par rapport à la
15 circulation des flux de liquide de refroidissement entre ledit collecteur et un corps de creuset décrit au-dessus. D'un point de vue mécanique et en référence à la figure 8, le collecteur de refroidissement comprend une première partie périphérique 30a qui présente sur une face interne un filetage de collecteur 31 complémentaire au filetage de creuset de façon à
20 ce qu'ils puissent s'assembler par vissage.

En référence aux figures 1b et 12, le collecteur de refroidissement 30 comprend deux cavités de collecteur formant les éléments de distribution : une cavité dite « aller » 34 et une cavité dite « retour » 33 qui sont sensiblement circulaires et qui sont agencées en regard de la région
25 annulaire 120 de l'anneau de raccordement. Les cavités 33, 34 sont décalées selon une direction radiale par rapport à l'axe du collecteur de façon que la cavité aller 34 est en regard des orifices d'entrée 24, et la cavité retour 33 est en regard des orifices de sortie 23. Les cavités 33, 34 sont séparées par une cloison circulaire de collecteur 32. La cloison de
30 collecteur 32 est prévue pour venir en appui contre les extrémités proximales dites « d'étanchéité » 200 des cloisons de canal (voir figure 1b et 12). En référence aux figures 1b, 1d et 12 la cloison de collecteur 32 présente une forme conique.

Le collecteur comprend également un orifice d'entrée 38 du liquide de
35 refroidissement communiquant avec la cavité aller 34, et un orifice de sortie

37 du liquide de refroidissement communiquant avec la cavité retour 33 (voir figures 1b et 8). La cavité retour 33 est délimitée radialement par la cloison de collecteur 32 et par une bordure interne 123 de l'anneau de raccordement 12 (voir figures 1b et 12).

5 En référence aux figures 7a, 7b, le collecteur comprend une seconde pièce de collecteur 30b qui comprend un tube 35 dont l'extrémité supérieure comprend une collerette 350. Le volume délimité par le tube 35 correspond à un passage d'insertion 36 via lequel la charge est insérée avant d'être introduite dans le volume de chauffe délimité par l'enveloppe
10 tubulaire (figures 1b et 1d). La seconde pièce de collecteur 30b est destinée à être soudée sur la première pièce de collecteur 30a (voir figure 8). De préférence, la première pièce de collecteur 30a comprend un lamage 301 sur son extrémité supérieure. Le collecteur de refroidissement est réalisé en soudant la collerette 350 de la seconde pièce de collecteur 30b dans le
15 lamage 301 de la première pièce de collecteur 30a, de manière à obtenir le collecteur de refroidissement 30 représenté sur les figures 1b et 1d.

La cavité aller 34 est ainsi délimitée radialement par la cloison de collecteur 32 et par la paroi du tube 35, voir figure 12.

En référence à la figure 12, une fois le collecteur de refroidissement 30
20 raccordé au corps de creuset 11, la cloison de collecteur 32 appuie sur les extrémités proximales des cloisons de canal et la résine formant joint d'étanchéité, et le tube 35 appuie sur un chanfrein 124 réalisé sur la région annulaire 120.

En référence aux figures 1b et 1d, le collecteur 30 est agencé de
25 manière concentrique par rapport au corps de creuset 11. Le collecteur de refroidissement 30 comprend un passage d'insertion 36 via lequel la charge est insérée avant d'être introduite dans le volume de chauffe délimité par l'enveloppe tubulaire.

Revendications

1. Creuset froid (10) pour dispositif de chauffage par induction (1),
5 **caractérisé en ce qu'il** comprend un corps de creuset (11)
comprenant :
- un anneau de raccordement (12) comprenant une région annulaire de distribution (120),
 - une enveloppe tubulaire (14) s'étendant depuis l'anneau de
10 raccordement (12) pour définir un volume de chauffe, l'enveloppe
étant découpée longitudinalement de façon à réaliser plusieurs
secteurs (16) séparés,
 - des canaux de liquide de refroidissement (15) disposés
longitudinalement dans l'épaisseur du corps de creuset de façon que
15 chaque secteur (16) comprend au moins un canal de liquide de
refroidissement (15),
- chaque secteur comprenant au moins deux trajets de liquide de
refroidissement, un trajet aller (22) et un trajet retour (21) du liquide de
refroidissement, formés par l'au moins un canal de liquide de
20 refroidissement (15), lesdits trajets débouchant dans la région annulaire de
distribution (120) de sorte que ladite région (120) présente, pour chaque
secteur, un orifice d'entrée (24) et un orifice de sortie (23), les orifices
étant écartés l'un de l'autre le long d'une direction radiale du creuset,
formant ainsi le long du pourtour de la région annulaire de distribution
25 deux régions distinctes concentriques autour de l'axe longitudinal du creuset
dont l'une communique seulement avec le trajet aller des canaux et l'autre
communique seulement avec le trajet retour des canaux,
- le corps de creuset étant destiné à être assemblé de manière amovible
avec un collecteur de refroidissement (30) via l'anneau de raccordement
30 (12), le collecteur (30) comprenant des éléments de distribution de liquide
de refroidissement se raccordant aux canaux de liquide de refroidissement
(15), du fait de cet assemblage, pour faire circuler ledit liquide entre le
collecteur et les canaux,

et en ce que ledit corps de creuset (11) présente une structure monobloc composée d'un seul et même matériau présentant une continuité de matière sur au moins deux secteurs.

5 **2.** Creuset (10) selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque canal comprend une cloison de canal rapportée (20) insérée longitudinalement dans ledit canal (15) et formant un contact longitudinal étanche avec au moins deux régions distinctes de la paroi périphérique dudit canal, de façon à définir le trajet aller (22) et le trajet retour (21) de
10 part et d'autre de ladite cloison (20) et s'étendant longitudinalement à l'intérieur d'un même canal (15).

15 **3.** Creuset (10) selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque cloison (20) de canal présente une forme plane ou bidimensionnelle et est disposée dans son canal (15) de façon qu'un plan géométrique imaginaire compris dans l'épaisseur de la cloison est sensiblement tangentiel à un cylindre de révolution imaginaire concentrique au creuset.

20 **4.** Creuset (10) selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que chaque cloison (20) de canal présente une longueur sensiblement égale ou inférieure à la longueur des canaux, et est prévue pour être insérée dans un canal en laissant un écart non nul entre le fond (151) du canal et l'extrémité longitudinale dite de passage de la cloison de canal.

25 **5.** Creuset (10) selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que chaque canal (15) comprend dans sa paroi deux rainures distinctes agencées et configurées pour recevoir et positionner chaque cloison (20) dans ledit canal.

30 **6.** Creuset (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'anneau de raccordement (12) comprend sur son pourtour un filetage de creuset (13) agencé pour permettre un assemblage par vissage de façon qu'un collecteur de refroidissement (30) muni d'un filetage de collecteur (31) qui lui est complémentaire puisse se visser sur le
35 creuset ou inversement.

7. Collecteur de refroidissement (30) destiné à coopérer avec un creuset froid (10) pour dispositif de chauffage par induction (1), le creuset comprenant :

- 5 - un anneau de raccordement (12) comprenant une région annulaire de distribution (120),
- une enveloppe tubulaire (14) s'étendant depuis l'anneau de raccordement (12) pour définir un volume de chauffe, l'enveloppe étant découpée longitudinalement de façon à réaliser plusieurs
- 10 secteurs (16) séparés,
- des canaux de liquide de refroidissement (15) disposés longitudinalement dans l'épaisseur du creuset de façon que chaque
- secteur (16) comprend au moins un canal de liquide de refroidissement comprenant une cloison (20) de canal, formant dans
- 15 chaque canal au moins deux trajets (21, 22) débouchant respectivement par deux orifices (23, 24) écartés l'un de l'autre le
- long d'une direction radiale du creuset,

le collecteur étant **caractérisé en ce qu'il** présente deux cavités (33, 34) de collecteur qui sont sensiblement circulaires et sont agencées sur une

20 même face venant en vis-à-vis de l'anneau de raccordement, les cavités de collecteur étant décalées selon une direction radiale par rapport à l'axe du collecteur de façon que chaque cavité de collecteur (33, 34) se situe au-dessus d'un seul orifice (23, 24) de chaque canal une fois le collecteur et le creuset assemblés.

25

8. Collecteur (30) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend une cloison circulaire de collecteur (32) séparant lesdites deux cavités de collecteur (33, 34), ladite cloison de collecteur (32) venant en appui contre des extrémités dites d'étanchéité (200) des cloisons de canal.

30

9. Collecteur (30) selon la revendication 7 ou 8, caractérisée en ce qu'il comprend, autour des cavités de collecteur, un filetage de collecteur (31) agencé pour permettre un assemblage par vissage de façon qu'un corps de creuset (10) comprenant également un filetage de creuset (13)

35 complémentaire puisse se visser sur le collecteur (30) ou inversement.

10.Dispositif de chauffage par induction (1) comprenant un corps de creuset froid (10) selon l'une des revendications 1 à 6 et un collecteur de refroidissement (30) selon l'une des revendications 7 à 9 agencés pour que, lorsqu'ils sont assemblés ensemble, les éléments de distribution de liquide de refroidissement (33, 34) du collecteur (30) se raccordent au canaux de liquide de refroidissement (15) du corps de creuset (10).

11.Procédé de fabrication d'un creuset froid (10) pour dispositif de chauffage par induction, le creuset comprenant un corps de creuset (11) communiquant avec un collecteur de refroidissement (30), le corps de creuset comprenant une enveloppe tubulaire (14) s'étendant depuis le collecteur de refroidissement et entourant une chambre de chauffe comprise dans un volume de chauffe, l'enveloppe étant découpée longitudinalement de façon à réaliser plusieurs secteurs (16) séparés, des canaux de liquide de refroidissement (15) disposés longitudinalement dans l'épaisseur du creuset de façon que chaque secteur (16) comprend au moins un canal de liquide de refroidissement (15), le procédé comprenant les étapes suivantes :

- fournir une ou plusieurs pièces de départ monoblocs ou ébauches, en un matériau conducteur thermique et électrique, de préférence en cuivre, par exemple un rond plein ou un tube,
- pour chaque pièce de départ, usiner la pièce aux dimensions extérieures et intérieures souhaitées, suivant la taille de creuset souhaitée, pour réaliser un corps de creuset formant un anneau de raccordement duquel s'étend l'enveloppe tubulaire,

ainsi que, dans cet ordre ou dans un autre, les étapes suivantes :

- réaliser un filetage de creuset (13) sur le pourtour de l'anneau de raccordement (12),
- réaliser des alésages correspondant aux canaux de liquide de refroidissement (15) et débouchant dans la surface de l'anneau de raccordement (12),
- réaliser deux rainures, diamétralement opposées, dans la paroi de chaque canal (15),

- réaliser des découpes longitudinales (18, 19) sur l'enveloppe (14) à travers toute l'épaisseur de l'enveloppe, les découpes s'étendant entre l'anneau de raccordement (12) et jusqu'à l'extrémité du corps de creuset opposée à l'anneau.

5

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'un usinage circulaire est réalisée sur la face transversale sur laquelle débouchent les canaux de manière à former une gorge de raccordement (121) circulaire, lorsque les alésages ne sont pas encore réalisés, et une succession de gorges (121) entre les ouvertures des alésages lorsque les alésages sont réalisés, et en ce qu'une résine durcissante est introduite dans les gorges (121) de façon à les remplir pour assurer l'étanchéité entre deux canaux.

10

13. Procédé selon la revendication 11 ou 12, caractérisé en ce qu'on introduit une cloison de canal dans chaque canal après avoir réalisé les rainures.

15

14. Procédé selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisé en ce qu'on réalise :

20

- des découpes longitudinales dites « hautes » (18) sur l'enveloppe (14) à travers toute l'épaisseur de l'enveloppe, les découpes s'étendant entre l'anneau de raccordement (12) vers l'extrémité du corps de creuset opposée à l'anneau sans atteindre l'extrémité distale du corps de creuset,

25

- des découpes longitudinales dites « basses » par électroérosion formant des fentes (19), chaque fente traversant toute l'épaisseur de l'enveloppe, étant suffisamment étroite pour ne pas laisser s'échapper un matériau à chauffer, et s'étendant dans le prolongement des découpes hautes (18) jusqu'à l'extrémité distale opposée à l'anneau de raccordement.

30

15. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que, le découpage des fentes (19) est réalisé suivant les étapes suivantes :

- placer un noyau à l'intérieur du corps de creuset (11),

- obturer l'extérieur des découpes hautes au moins dans leur partie se raccordant avec les fentes, par exemple en plaçant un ruban d'obturation adhésif autour de l'enveloppe du corps de creuset,
 - remplir les découpes hautes par de la résine,
- 5
- découper les fentes par électroérosion, notamment à fil,
 - retirer ou dissoudre la résine.

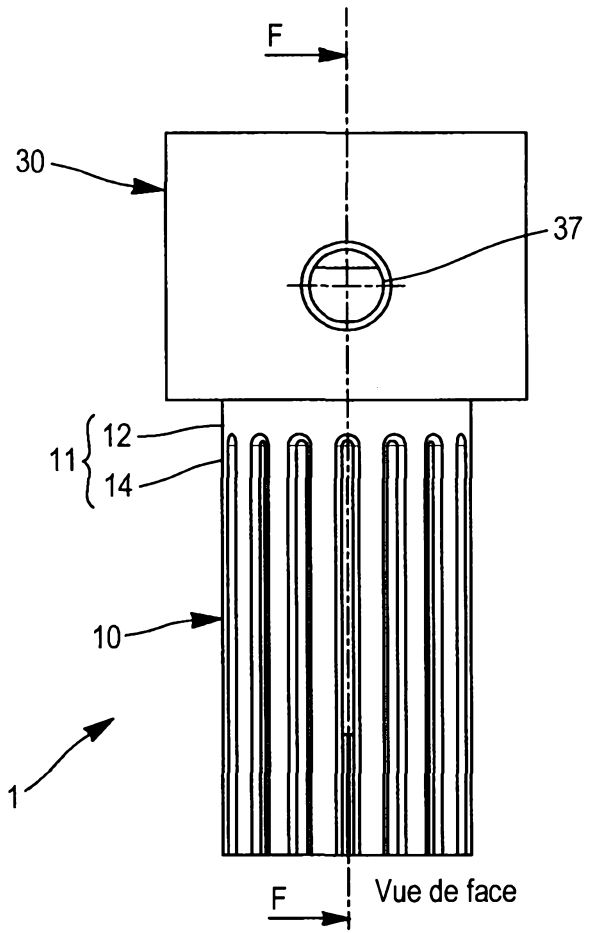


FIG. 1a

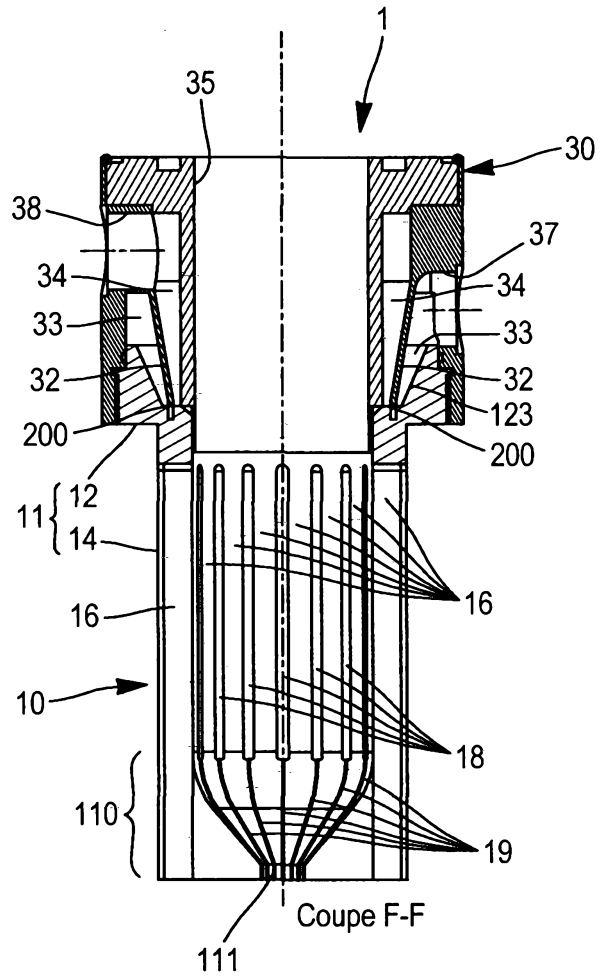


FIG. 1b

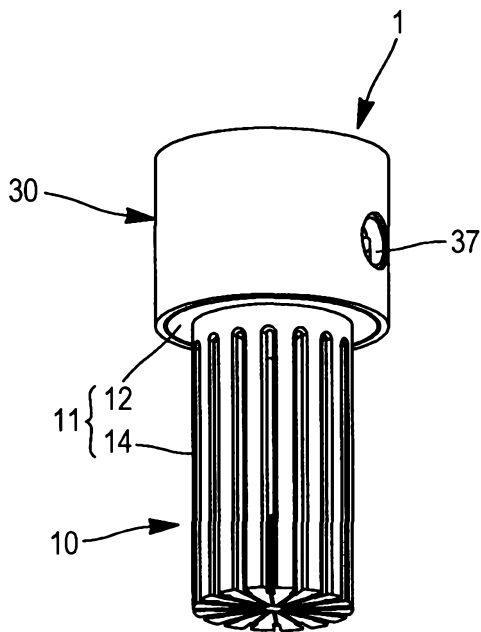


FIG. 1c

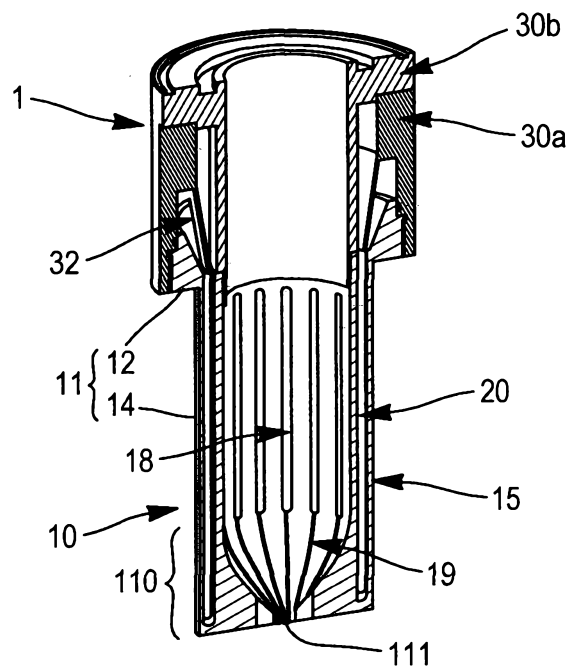


FIG. 1d

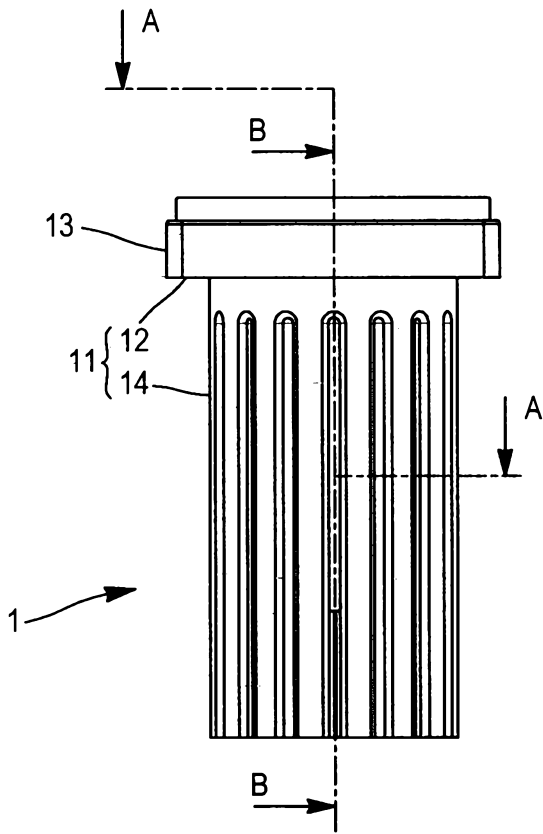


FIG. 2a

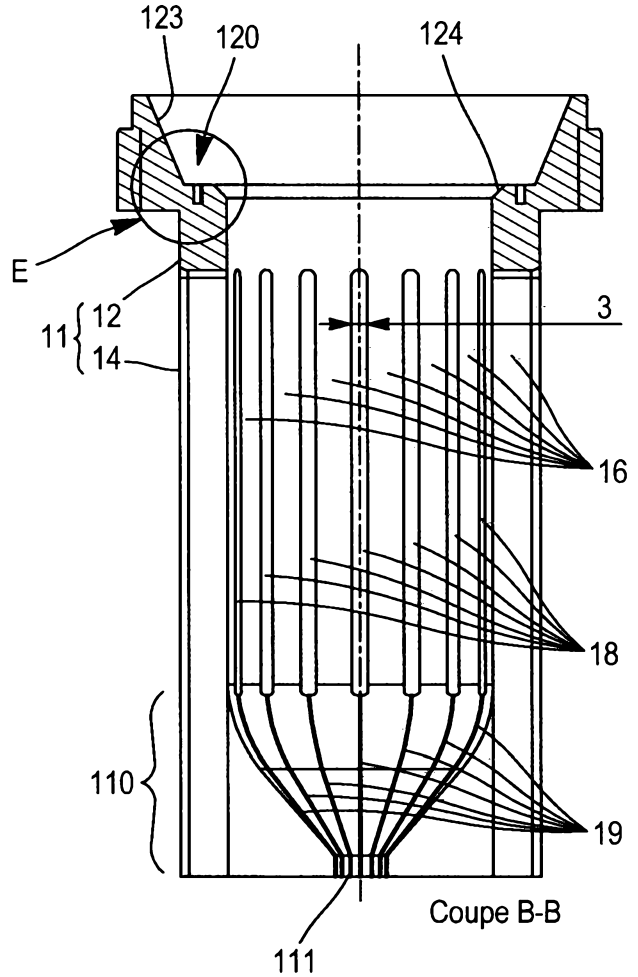


FIG. 2b

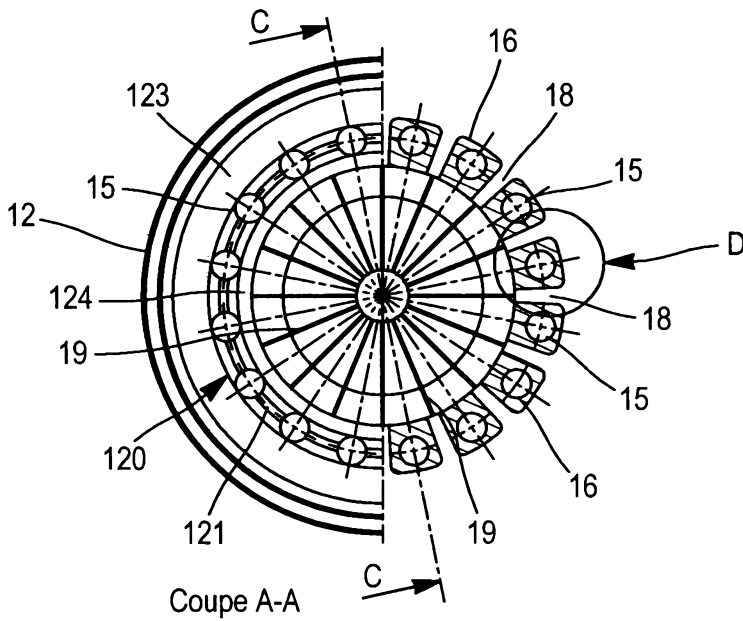


FIG. 3

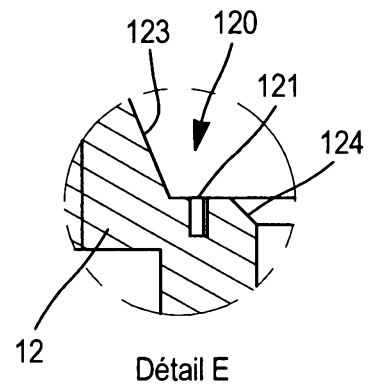


FIG. 4

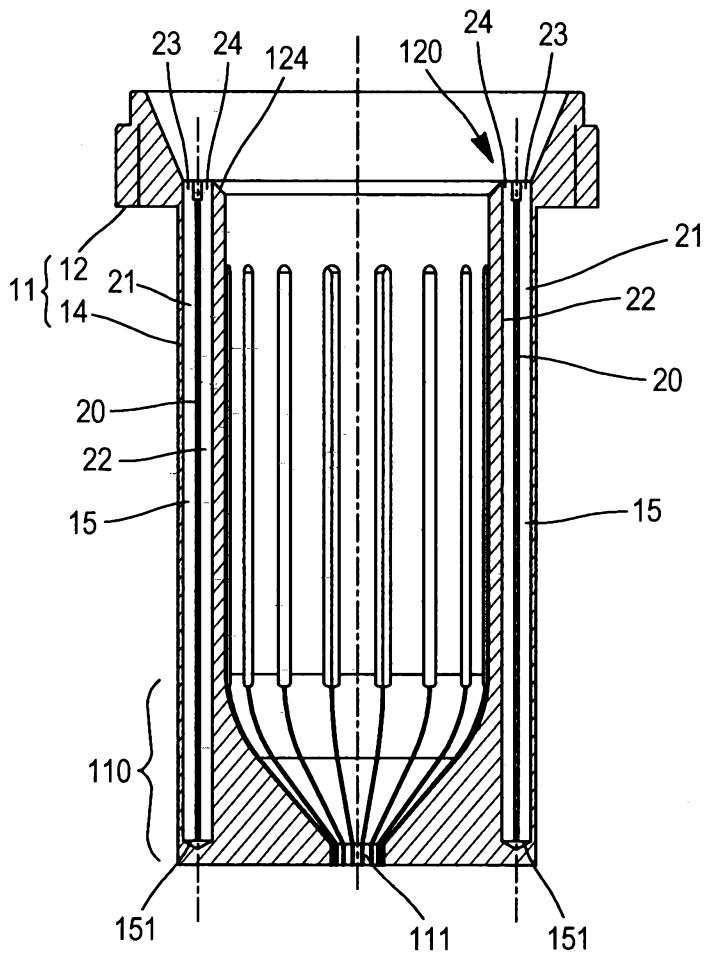


FIG. 6a

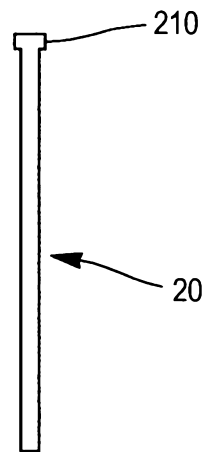


FIG. 6b

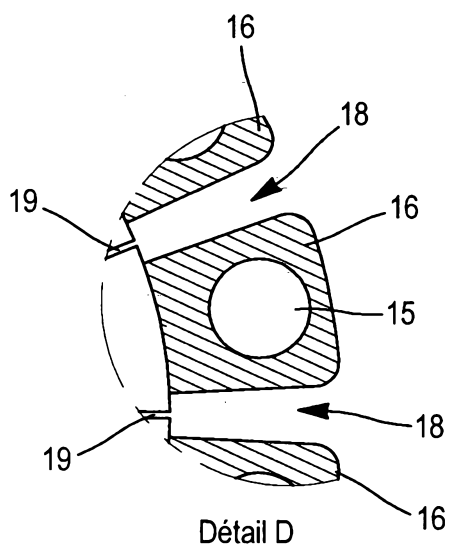


FIG. 5

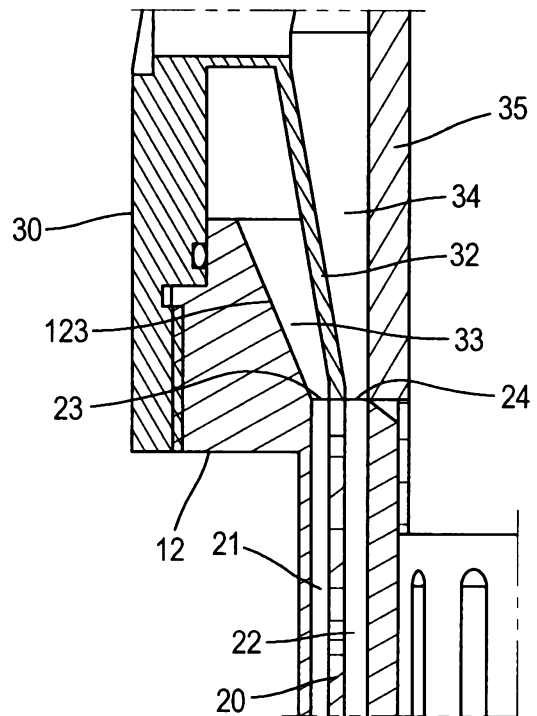


FIG. 12

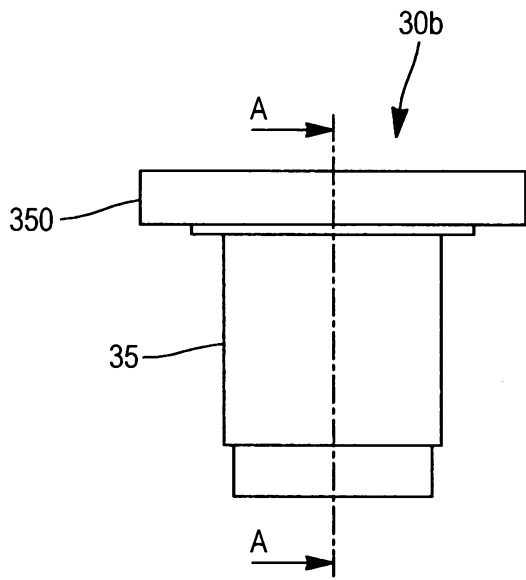


FIG. 7a

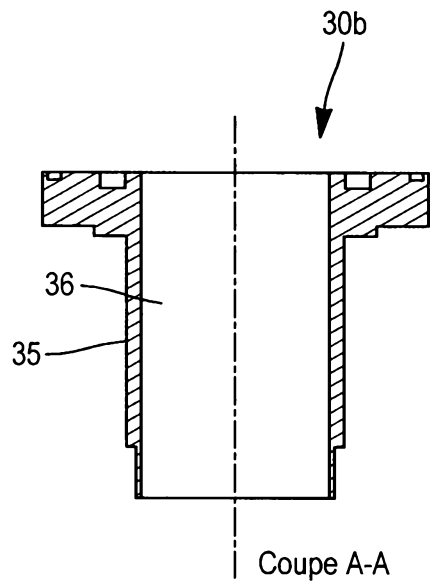


FIG. 7b

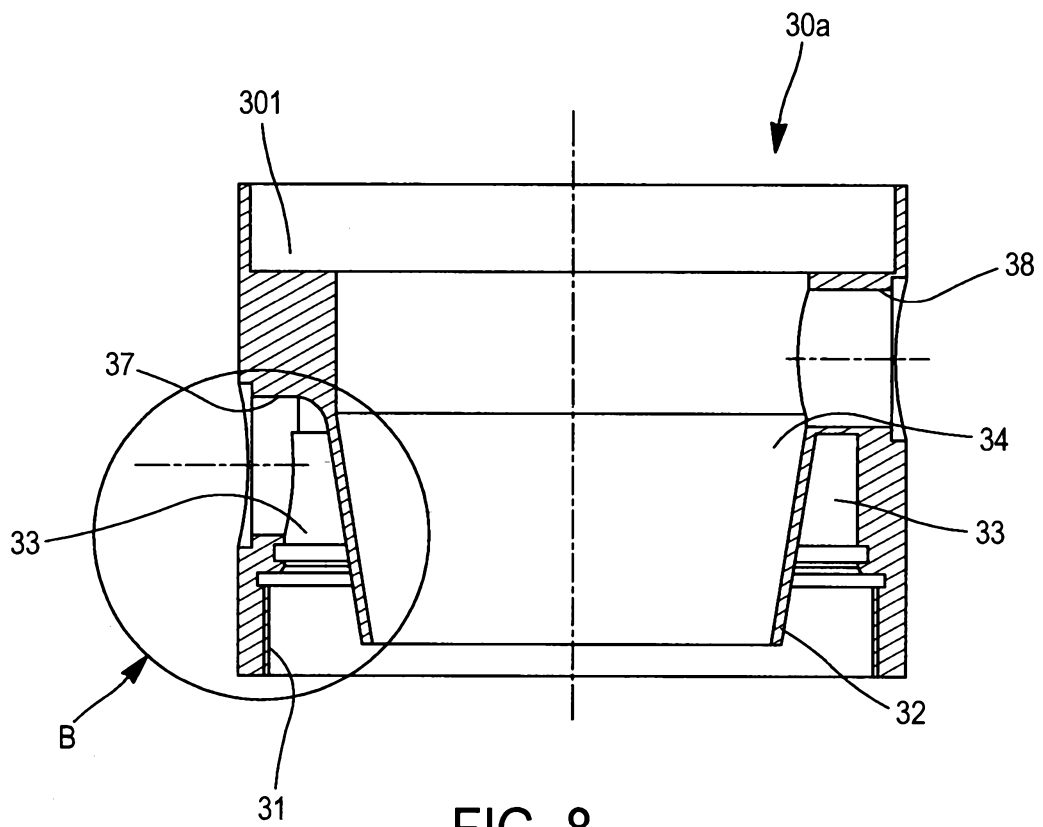


FIG. 8

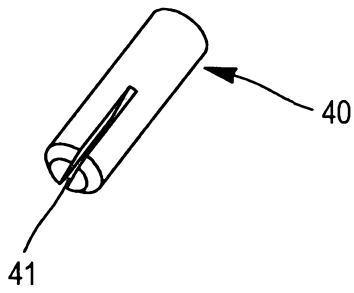


FIG. 10

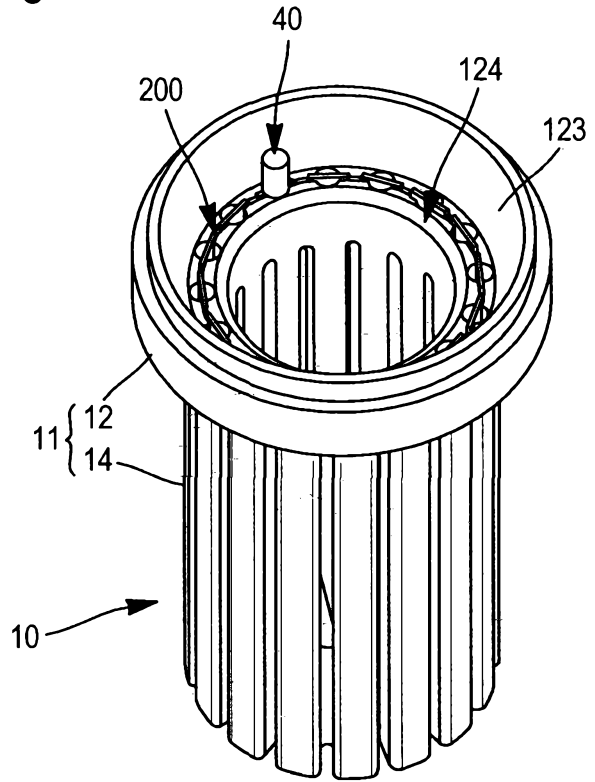


FIG. 9

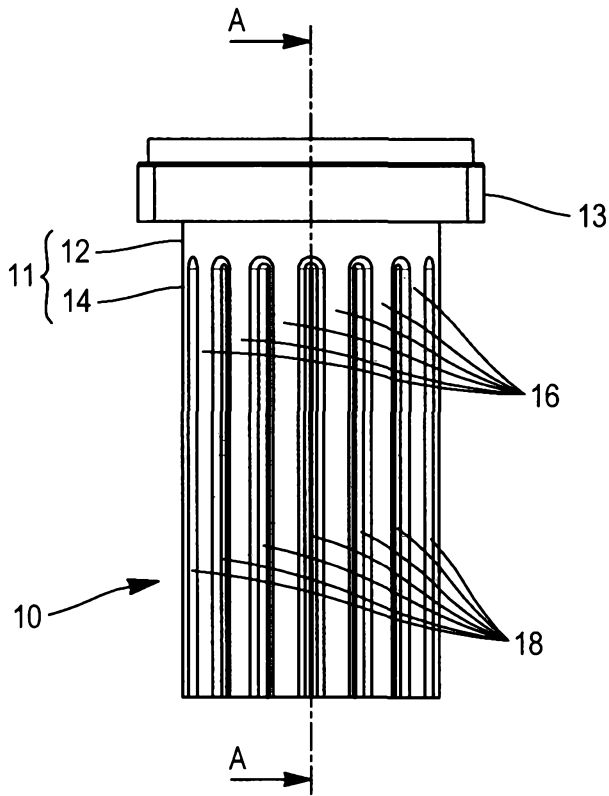


FIG. 11a

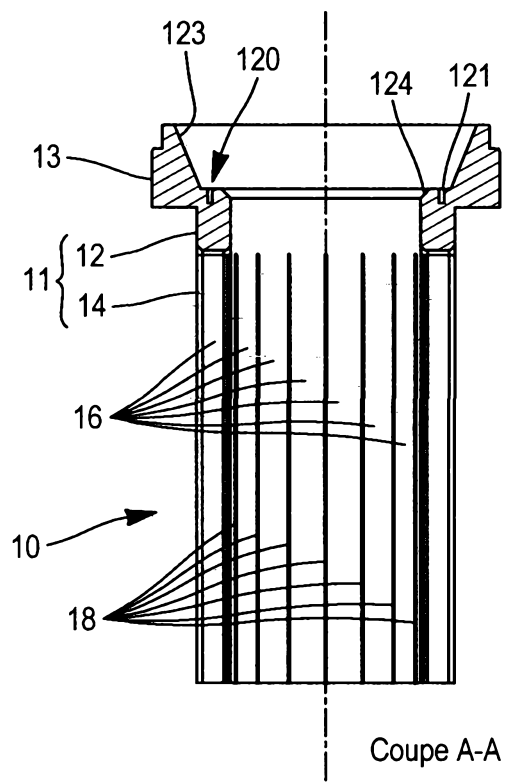


FIG. 11b

Coupe A-A



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

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

N° d'enregistrement
national

FA 849433
FR 1850147

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X A	EP 0 398 821 A2 (HOWMET CORP [US]) 22 novembre 1990 (1990-11-22) * colonne 1, ligne 34 - ligne 45 * * colonne 2, ligne 25 - colonne 4, ligne 5 * * colonne 4, ligne 21 - colonne 5, ligne 24 * * colonne 5, ligne 48 - colonne 6, ligne 50 * * figures 1, 2 *	1-10 11-15	F27B14/10 F27D9/00
X A	----- CN 206 488 623 U (SHENYANG VACUUM TECH INSTITUTE) 12 septembre 2017 (2017-09-12) * figures 1-3 * * alinéa [0031] - alinéa [0051] * -----	1-10 11-15	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F27B F27D
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		3 août 2018	Jung, Régis
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1850147 FA 849433**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **03-08-2018**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0398821	A2	22-11-1990	CA 2014956 A1	08-11-1990
			EP 0398821 A2	22-11-1990
			JP H0444186 B2	20-07-1992
			JP H02302586 A	14-12-1990
			US 4923508 A	08-05-1990

CN 206488623	U	12-09-2017	AUCUN	
