

(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
28 avril 2011 (28.04.2011)

PCT

(10) Numéro de publication internationale

WO 2011/048279 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B22D 7/04 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2009/052014

(22) Date de dépôt international :
21 octobre 2009 (21.10.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
ARCELORMITTAL INVESTIGACION Y DESARROLLO, S.L. [ES/ES]; CL/Chavarri, 6 Sestao, E-48910 Bizkaia (ES).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **FAUDAN, Thierry** [FR/FR]; 7 rue de Montagny, F-71200 Le Creusot (FR). **DABIN, Jean-Luc** [FR/FR]; Rue de la Chavoche Aux Rigeots, F-71510 Perreuil (FR). **LACAGNE, Gilbert** [FR/FR]; 3 rue des Communautés, F-71450 Blanzy (FR). **LEROY, Maxime** [FR/FR]; Le

bourg - Cour des trois puits, F-71510 Perreuil (FR). **SAVALLI, Bruno** [FR/FR]; 10, Lotissement Les Brochets, F-71210 Saint Laurent D'andenay (FR). **BRACONNIER, Franck** [FR/FR]; 9, rue de Nevers, F-71200 Le Creusot (FR).

(74) Mandataires : **JACOBSON, Claude** et al.; Cabinet Lavoix, 2 Place d'Estienne d'Orves, F-75441 Paris Cedex 09 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR MANUFACTURING A METAL INGOT COMPRISING A BORE, AND ASSOCIATED INGOT AND MOLDING DEVICE

(54) Titre : PROCEDE POUR FABRIQUER UN LINGOT METALLIQUE COMPORTANT UN ALESAGE, LINGOT ET DISPOSITIF DE MOULAGE ASSOCIES

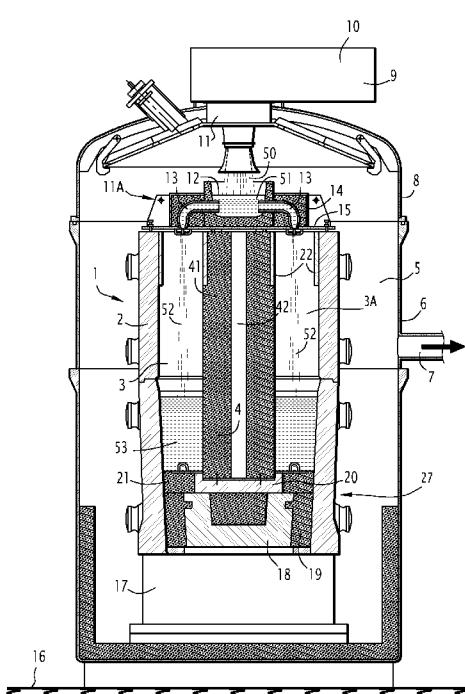


FIG.1

(57) Abstract : In said method, the mold (1), which includes a mold cavity (3A) defined by an ingot mold (2), a core (4) and a bottom (27), is arranged inside a vacuum-cast enclosure (5) including a means (9) of introducing molten metal at the upper portion thereof. A means (11A, 11') for receiving and distributing molten metal, which is suitable for receiving the molten steel introduced into the vacuum-cast enclosure (5) and for redistributing the molten metal in the mold cavity (3A), is arranged at the upper portion of the mold cavity (3A). The molten metal is introduced into the enclosure (5) so as to form a first jet of molten steel (50) under a vacuum, in order to pour the molten metal over the receiving and distributing means (11A, 11') and to form at least one second jet of molten steel (52) under a vacuum, which originates with the receiving and distributing means (11A, 11') and terminates in the mold cavity (3A) so as to fill the mold cavity (3A) with molten metal.

(57) Abrégé : Dans ce procédé, le moule (1) comprenant une cavité de moulage (3A) délimitée par une lingotière (2), un noyau (4) et un fond (27), est disposé à l'intérieur d'une enceinte de coulée sous vide (5) comprenant, à sa partie

[Suite sur la page suivante]



GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (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, SE, SI, SK, SM,

TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

supérieure, un moyen (9) d'introduction de métal liquide. Un moyen (11A,11') de réception et de répartition de métal liquide adapté pour recevoir l'acier liquide introduit dans l'enceinte de coulée sous vide (5) et pour redistribuer le métal liquide dans la cavité de moulage (3A) est disposé à la partie supérieure de la cavité de moulage (3A). On introduit le métal liquide dans l'enceinte (5) de façon à former un premier jet d'acier liquide (50) sous vide pour déverser le métal liquide sur le moyen de réception et de répartition (11A,11') et à former au moins un deuxième jet d'acier liquide (52) sous vide provenant du moyen de réception et de répartition (11A, 11') et aboutissant dans la cavité de moulage (3A) de façon à remplir de métal liquide la cavité de moulage (3A).

**PROCEDE POUR FABRIQUER UN LINGOT METALLIQUE COMPORTANT UN
ALESAGE, LINGOT ET DISPOSITIF DE MOULAGE ASSOCIES**

La présente invention est relative à la fabrication d'un lingot métallique comportant un alésage longitudinal et notamment un lingot en acier destiné à réaliser des pièces annulaires forgées.

5 Pour réaliser des pièces annulaires forgées, telles que des viroles, par exemple pour la construction de cuves de centrale nucléaire ou pour la construction de réacteurs de pétrochimie, il est connu d'utiliser des lingots qui sont soit des lingots pleins, qui doivent faire alors l'objet d'une opération de forgeage comportant le perçage d'un trou axial, soit la coulée directe de lingots comportant 10 un alésage central qui peuvent être transformés directement sous forme de virole.

Ces deux types de lingots se distinguent en particulier dans les conditions de coulée qui se traduisent notamment par des teneurs en hydrogène retenu dans l'état liquide et qui peuvent avoir des incidences à la fois sur les propriétés des 15 pièces obtenues et sur les conditions de fabrication.

En effet, les lingots pleins peuvent être coulés sous vide, ce qui leur permet 15 d'être réalisés en acier qui a été dégazé au moment de la coulée sous vide, pour obtenir des teneurs en hydrogène garanties inférieures à 1 ppm.

En revanche, les lingots comportant un alésage central sont coulés en source à l'air. Ces lingots sont coulés à l'aide de métal ou d'acier liquide qui a été 20 dégazé pendant les opérations de métallurgie en poche, et qui ont en général une teneur en hydrogène garantie inférieure à 1,5 ppm. Cependant, lors de la coulée en source, par le passage à travers l'air et le contact avec les réfractaires qui 25 constituent la source, l'acier reprend une quantité d'hydrogène de l'ordre de 0,3 ppm, il est donc difficile d'obtenir des lingots dont on puisse garantir, lorsque l'acier est à l'état liquide dans la lingotière, une teneur en hydrogène inférieure à 1,8 ppm.

Or, pour certaines applications, et notamment pour les applications dans le 30 domaine de la construction des réacteurs nucléaires, il est nécessaire d'obtenir des pièces dont la teneur en hydrogène sur les pièces finies est inférieure à 0,8 ppm. De telles teneurs peuvent être obtenues avec des lingots pleins coulés sous vide lorsque notamment la pression dans l'enceinte de coulée sous vide est de l'ordre de 0,1 Torr. Cependant, avec les lingots coulés en source, et notamment les lingots comportant un alésage longitudinal, cette garantie ne peut

être obtenue qu'en soumettant les pièces au cours de leur forgeage à une succession de traitements thermiques longs et coûteux destinés notamment à faire diffuser l'hydrogène. Il résulte donc de ces différences que si les lingots présentant un alésage longitudinal peuvent être forgés avec un processus de forgeage simplifié par rapport au lingot massif, ils nécessitent par contre des traitements de dégazage très longs et très coûteux qui rendent le processus plus compliqué.

En revanche, les lingots pleins, bien qu'ayant une teneur en hydrogène faible et donc ne nécessitant pas des traitements de dégazage, nécessitent un processus de forgeage plus compliqué. En effet, ce processus doit comprendre au moins une étape destinée à réaliser un trou central qui demande plusieurs opérations de forgeage et de réchauffage dans des fours.

Un but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients en proposant un moyen pour obtenir des lingots de forge présentant un alésage longitudinal, tout en ayant dès le départ une teneur en hydrogène suffisamment basse, afin de pouvoir garantir des conditions de teneur en hydrogène basse sur les pièces finies, sans que de nombreux traitements thermiques de dégazage soient nécessaires.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé pour fabriquer un lingot métallique comportant un alésage longitudinal, par coulée de métal liquide dans un moule comportant une cavité de moulage généralement annulaire, délimitée par une lingotière s'étendant verticalement au-dessus d'un support, la lingotière comportant une cavité ouverte vers le haut, par un noyau vertical disposé à l'intérieur de la cavité de la lingotière, et par un fond.

Selon ce procédé :

- le moule est disposé à l'intérieur d'une enceinte de coulée sous vide comprenant, à sa partie supérieure, un moyen d'introduction de métal liquide ;

- un moyen de réception et de répartition de métal liquide adapté pour recevoir l'acier liquide introduit dans l'enceinte de coulée sous vide et pour redistribuer le métal liquide dans la cavité de moulage, est disposé à la partie supérieure de la cavité de moulage, et :

- on introduit le métal liquide dans l'enceinte de coulée sous vide de façon à former un premier jet d'acier liquide sous vide pour déverser le métal liquide sur le

moyen de réception et de répartition et à former au moins un deuxième jet d'acier liquide sous vide provenant du moyen de réception et de répartition et aboutissant dans la cavité de moulage de façon à couler le métal liquide dans la cavité de moulage.

5 Le procédé selon l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- le moyen de réception et de répartition du métal liquide est un répartiteur en forme de cuvette comprenant au moins un canal d'évacuation, débouchant dans la cavité de moulage. Le canal d'évacuation peut avoir différentes formes (tube, coude....) et différentes positions (horizontale, inclinée ...)

10 - le moyen de réception et de répartition du métal liquide est un cône en matériau réfractaire dont la pointe est adaptée pour recevoir le premier jet d'acier liquide ;

15 - le moyen de réception et de répartition du métal liquide est en appui sur l'extrémité supérieure du noyau ;

- le noyau est constitué d'un corps généralement cylindrique en matériau réfractaire comprenant une armature axiale métallique ;

- l'armature du noyau est un tube métallique, par exemple en acier, dont la paroi comporte une pluralité de trous ;

20 - le moule est généralement de révolution ;

- le métal liquide est de l'acier liquide ;

- la pression dans l'enceinte sous vide est inférieure à 0,2 Torr.

25 L'invention a en outre pour objet un lingot en acier comprenant un alésage longitudinal a été obtenu par coulée sous vide. Le lingot peut avoir par exemple une forme généralement de révolution.

Le lingot peut avoir une teneur en hydrogène inférieure à 1,2 ppm, de préférence inférieure ou égale à 1 ppm et de façon plus particulièrement préférée, inférieure ou égale à 0,8 ppm.

30 L'invention a également pour objet un dispositif pour la coulée sous vide d'un lingot métallique comprenant un alésage longitudinal, comprenant une cavité de moulage délimitée par :

- une lingotière ;

- un noyau en matériau réfractaire armé disposé verticalement dans la lingotière ; et

- un fond,

- et un moyen de réception et de répartition de métal liquide disposé en appui sur l'extrémité supérieure du noyau.

Selon des variantes :

- le moyen de réception et de répartition du métal liquide est un répartiteur en forme de cuvette comprenant au moins un canal d'évacuation débouchant dans la cavité de moulage ;

- le moyen de réception et de répartition du métal liquide est un cône en matériau réfractaire dont la pointe est adaptée pour recevoir le premier jet d'acier liquide.

L'invention va maintenant être décrite de façon plus précise, mais non limitative, en regard des figures annexées dans lesquelles :

- la figure 1 représente en coupe une installation de coulée sous vide d'un lingot métallique comportant un alésage longitudinal ;

- la figure 2 est une vue de dessus d'une lingotière pour la coulée d'un lingot comportant un alésage longitudinal muni d'un moyen de réception et de répartition du métal liquide ;

- la figure 3 est une représentation schématique en coupe d'un deuxième mode de réalisation de dispositif de répartition de métal liquide au sommet de la lingotière de coulée de lingot comportant un alésage longitudinal ;

- la figure 4 est une vue éclatée agrandie du dispositif de réception et de répartition de métal liquide représenté à la figure 3.

A la figure 1, on a représenté une installation permettant de couler sous vide un lingot métallique, et notamment un lingot en acier, de forme généralement de révolution et comportant un alésage central longitudinal.

Cette installation comprend un moule 1 destiné à mouler le lingot métallique, constitué d'une lingotière en fonte 2 connue en elle-même qui délimite une cavité 3 à l'intérieur de laquelle est disposé un noyau vertical 4. Le tout est disposé dans une enceinte de coulée sous vide 5 constituée d'une cuve 6 fermée par un couvercle 8 comportant une canalisation 7 de pompage reliée à une installation de pompage non représentée. Le couvercle 8 comporte un moyen 9

5

d'introduction du métal liquide à l'intérieur de l'enceinte sous vide qui est constitué d'une poche intermédiaire 10 fermée par une busette à tiroirs 11 disposée à la jonction entre la poche intermédiaire 10 et l'enceinte sous vide 5.

Une telle installation de coulée sous vide est connue en elle-même et elle permet de couler du métal liquide et notamment de l'acier que l'on déverse d'abord dans la poche intermédiaire 10, puis que l'on peut faire pénétrer dans l'enceinte sous vide 5 en ouvrant la busette à tiroirs 11 sans qu'il y ait rupture du vide.

Le moule 1 repose sur une cale 17 dont la hauteur est adaptée pour que la lingotière soit totalement disposée à l'intérieur de l'enceinte de coulée sous vide 5, laquelle enceinte de coulée sous vide 5 repose sous le sol 16.

A sa partie inférieure, le moule 1 comprend un fond repéré généralement par 27 comprenant un moyen de calage 18 et une contreplaqué en fonte 20. Le fond est adapté pour obtenir la hauteur de lingot souhaité. Le moyen de calage est par exemple en fonte. L'espace entre le moyen de calage et la paroi latérale de la lingotière est rempli de sable sec 19.

La contre-plaque en fonte 20 destinée à recevoir la partie inférieure du noyau vertical 4, est entourée de joints en chromite.

Ainsi, la lingotière 2, le noyau 4 et le fond 27 délimitent une cavité de moulage 3A, de forme généralement annulaire, destinée à recevoir le métal liquide.

Le noyau vertical 4, de forme généralement cylindrique, est constitué, dans sa partie externe, de chromite entourant une armature métallique constituée par un tube en acier 42 s'étendant sur toute la hauteur et dont la paroi peut éventuellement présenter des trous. Cette armature métallique est destinée d'une part, à assurer la rigidité et la solidité du noyau vertical 4 et d'autre part, à constituer une cheminée par laquelle peuvent s'évacuer les gaz résultant du dégazage du noyau en chromite. Le noyau en chromite peut avantageusement être enduit d'un revêtement réfractaire à base de silicate de zirconium ou tout produit équivalent.

A la partie supérieure de la cavité de moulage 3A, des plaques de masselottage 22 sont disposées sur la paroi interne de la lingotière et sur la paroi

6

externe du noyau. De telles plaques de masselottage sont connues en elles-mêmes de l'homme du métier.

A la partie supérieure du moule, est disposé un moyen 11A de réception et de répartition de l'acier liquide qui est introduit dans l'enceinte sous vide. Ce moyen 11A de réception et de répartition des liquides est constitué par un répartiteur 12 en forme de cuvette et constitué d'alumine tabulaire, qui comprend à sa périphérie des canaux 13 débouchant verticalement au-dessus de la cavité de moulage 3A. Les canaux 13 sont destinés à conduire l'acier liquide qui est contenu à l'intérieur du répartiteur 12 dans la cavité de moulage 3A. Ces canaux 13 sont en matériau réfractaire et sont contenus dans des boîtiers 14 remplis de sable. Ils reposent sur une plaque de support 15 qui vient en appui sur la partie supérieure du noyau vertical 4 et sur la face supérieure de la lingotière 2.

Comme on peut le voir sur la figure 2, qui est une vue de dessus, le répartiteur 12 comporte une cuvette intérieure 121 à partir de laquelle partent quatre canaux 13 qui sont contenus dans quatre boîtiers de maintien contenant du sable 14 et qui sont supportés par les bras 122 de la plaque support 15. Ces bras 122, qui sont disposés en croix, s'appuient sur le dessus de la lingotière 2.

Enfin, à la partie supérieure de la cavité de moulage 3A et à proximité du débouché des canaux 13 qui permettent de déverser de l'acier liquide dans la cavité de moulage 3A, le moule 1 comporte des plaques 22 de masselotage qui entourent d'une part, le noyau vertical 4 et d'autre part, la lingotière 2. De telles plaques de masselottage sont connues en elles-mêmes de l'homme du métier.

Un procédé de coulée d'un lingot métallique, et en particulier un lingot en acier de forme généralement de révolution comportant un alésage central également de révolution, va maintenant être décrit.

Après avoir refermé la cuve 6 à l'aide du couvercle 8, on fait le vide dans l'enceinte de coulée sous vide 5 en pompant à travers la canalisation 7 à l'aide d'une installation de pompage sous vide connue en elle-même de l'homme du métier. Ainsi, on fait descendre la pression de l'atmosphère à l'intérieur de l'enceinte sous vide 5 jusqu'à une valeur pouvant descendre en dessous de 0,5 Torr, et mieux en dessous de 0,2 Torr, et mieux encore en dessous de 0,1 Torr. Une fois que le vide est réalisé dans l'enceinte, on dispose une poche d'acier au dessus de la poche intermédiaire 10, on déverse de l'acier liquide dans la poche

intermédiaire 10. Lorsque la poche intermédiaire 10 est suffisamment remplie d'acier, on ouvre la busette à tiroirs 11, ce qui permet d'introduire de l'acier liquide à l'intérieur de l'enceinte sous vide 5. Cet acier liquide forme un premier jet 50 qui vient former une réserve 51 d'acier liquide dans la cuvette 121 du répartiteur 12.

5 La réserve 51 d'acier liquide s'écoule alors à travers les canaux 13 pour former des jets secondaires 52 qui introduisent de l'acier liquide à l'intérieur de la cavité de moulage 3A et qui remplissent progressivement cette cavité de moulage 3 en formant un volume d'acier liquide 53 à l'intérieur de la cavité de moulage 3A.

Du fait de la formation d'une pluralité de jets 50, 52 d'acier liquide dans une 10 enceinte sous vide 5, qui sont d'une part, le jet 50 situé entre la busette à tiroir et le répartiteur 12 et d'autre part, les jets 52 de remplissage de la cavité de moulage 3A, le dégazage de l'acier est particulièrement efficace. En effet, aussi bien le premier jet 50, que les autres jets 52 sont éclatés et l'éclatement de ces jets 50, 52 dans le vide favorise l'évacuation de l'hydrogène.

Ainsi, en utilisant un acier liquide qui a été au préalable dégazé en statique 15 dans une poche de dégazage statique ou lors d'une opération de métallurgie secondaire, de façon à avoir une teneur en hydrogène comprise entre 1,2 et 1,5 ppm de préférence, on peut obtenir un lingot présentant un alésage longitudinal qui, lorsqu'il est encore à l'état liquide à l'intérieur de la lingotière, peut 20 avoir une teneur en hydrogène sensiblement inférieure à 0,8 ppm.

Dans une variante de réalisation, on pourra toutefois partir d'un acier liquide ayant une teneur en hydrogène supérieure à 1,5 ppm, tout en obtenant toujours un lingot dont la teneur en hydrogène sera sensiblement inférieure à 0,8 ppm.

Une fois la cavité de moulage 3A remplie d'acier liquide, on procède de 25 façon connue en laissant se solidifier le lingot à l'intérieur de l'enceinte de coulée sous vide 5.

On peut alors ouvrir l'enceinte de coulée sous vide 5 en enlevant le couvercle 8, en enlevant ensuite le moyen de réception et de répartition 11, puis en démoulant le lingot d'une façon connue en elle-même de l'homme du métier.

30 On obtient ainsi un lingot métallique, en particulier un lingot d'acier, et en particulier d'acier faiblement allié, ayant des propriétés métalliques élevées, qui peut être utilisé pour fabriquer des pièces forgées pour des équipements lourds, tels que des cuves de centrale nucléaire ou des équipements de pétrochimie. Le

lingot a une teneur en hydrogène très faible, qui peut être garantie inférieure à 1, 2 ppm et même inférieure à 1 ppm, et mieux encore, inférieure éventuellement à 0,8 ppm.

Un tel lingot a l'avantage de permettre ultérieurement des opérations de forgeage très simplifiées pour obtenir des pièces ayant des qualités très élevées.
5 Dans le mode de réalisation qui a été représenté ici, le moyen 11A de réception et de répartition du métal liquide est constitué d'un répartiteur 12 comportant une cuvette et qui est en appui sur le noyau central 4. D'autres modes de réalisation sont possibles, l'essentiel étant de réaliser au moins la formation de deux jets
10 successifs de métal liquide, sous vide, qui peuvent éclater de façon à assurer deux opérations de dégazage successifs.

A la figure 3, on a représenté un autre mode de réalisation possible dans lequel la lingotière 2 est surmontée par un moyen de réception et de répartition 11' du jet 50 de métal liquide qui est introduit dans l'enceinte de coulée sous vide. Ce moyen 11' est constitué par un cône 110 en appui sur le noyau central 4. Le métal liquide qui provient du jet 50 s'écoule sur une zone 51' qui est sur le pourtour extérieur du cône 110, puis débouche dans la cavité de moulage 3A en formant des jets 52' qui sont éclatés et qui peuvent assurer un très bon dégazage.
15

A la figure 4, on a représenté le cône 110 du moyen de réception et de répartition d'acier liquide qui est complété par un cavalier 111 en forme de U qui est destiné à maintenir le cône 110.
20

Dans la description qui précède, on a décrit la fabrication d'un lingot généralement de révolution comportant un alésage axial également de révolution. Mais, l'homme du métier comprendra que le lingot et l'alésage peuvent ne pas être de révolution et que l'alésage peut ne pas être axial. Dans tous les cas, la cavité de moulage est dite généralement annulaire.
25

De même, on a décrit un noyau et une lingotière généralement cylindriques, mais l'homme du métier comprendra que le noyau et/ou la lingotière peuvent également être légèrement coniques. D'une façon générale, l'homme du métier comprendra que la cavité de moulage peut présenter des dépouilles destinées à faciliter le démoulage.
30

Enfin, de façon connue en elle-même, la lingotière peut être constituée de plusieurs segments assemblés.

9
REVENDICATIONS

1.- Procédé pour fabriquer un lingot métallique comportant un alésage longitudinal, par coulée de métal liquide dans un moule (1) comportant une cavité de moulage (3A) généralement annulaire, délimitée par une lingotière (2) s'étendant verticalement au-dessus d'un support (17), la lingotière comportant une cavité (3) ouverte vers le haut, par un noyau (4) vertical disposé à l'intérieur de la cavité (3) et par un fond (27),

caractérisé en ce que :

- le moule (1) est disposé à l'intérieur d'une enceinte de coulée sous vide (5) comprenant, à sa partie supérieure, un moyen (9) d'introduction de métal liquide ;

- un moyen (11A, 11') de réception et de répartition de métal liquide adapté pour recevoir l'acier liquide introduit dans l'enceinte de coulée sous vide (5) et pour redistribuer le métal liquide dans la cavité de moulage (3A), étant disposé à la partie supérieure de la cavité de moulage (3A),

et en ce que :

- on introduit le métal liquide dans l'enceinte de coulée sous vide (5) de façon à former un premier jet d'acier liquide (50) sous vide pour déverser le métal liquide sur le moyen de réception et de répartition (11A, 11') et à former au moins un deuxième jet d'acier liquide (52) sous vide provenant du moyen de réception et de répartition (11A, 11') et aboutissant dans la cavité de moulage (3A) de façon à remplir de métal liquide la cavité de moulage (3A).

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen (11A) de réception et de répartition du métal liquide est un répartiteur (12) en forme de cuvette comprenant au moins un canal d'évacuation (13) débouchant dans la cavité de moulage (3A).

3.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen (11') de réception et de répartition du métal liquide est un cône (110) en matériau réfractaire dont la pointe est adaptée pour recevoir le premier jet d'acier liquide.

10

4.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le moyen (11A, 11') de réception et de répartition du métal liquide est en appui sur l'extrémité supérieure du noyau (4).

5 5.- Procédé selon l'un quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le noyau (4) est constitué d'un corps (41) généralement cylindrique en matériau réfractaire comprenant une armature axiale métallique (42).

10 6.- Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'armature du noyau est un tube métallique (42), par exemple en acier, dont la paroi comporte une pluralité de trous.

7.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le moule est généralement de révolution.

15 8.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le métal liquide est de l'acier liquide.

20 9.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la pression dans l'enceinte de coulée sous vide (5) est inférieure à 0,5 Torr.

10.- Lingot en acier comprenant un alésage longitudinal, caractérisé en ce qu'il a été obtenu par coulée sous vide.

25 11.- Lingot en acier selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'il a une teneur en hydrogène inférieure à 1,2 ppm.

30 12.- Dispositif de moulage (1) pour la coulée sous vide d'un lingot métallique comprenant un alésage longitudinal, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un moule (1) comprenant une cavité de moulage (3A) délimitée par :
 - une lingotièvre (2) ;

11

- un noyau (4) en matériau réfractaire armé disposé dans la lingotière

(2) ; et

- un fond (27) ;

- et un moyen (11A, 11') de réception et de répartition de métal liquide

5 disposé en appui sur l'extrémité supérieure du noyau.

13.- Dispositif de moulage selon la revendication 12, caractérisé en ce que le moyen (11A) de réception et de répartition du métal liquide est un répartiteur (12) en forme de cuvette comprenant au moins un canal (13) d'évacuation débouchant dans la cavité de moulage (3A).

14.- Dispositif de moulage (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que le moyen (11') de réception et de répartition du métal liquide est un cône (110) en matériau réfractaire dont la pointe est adaptée pour recevoir le premier jet d'acier liquide.

10

15

1/3

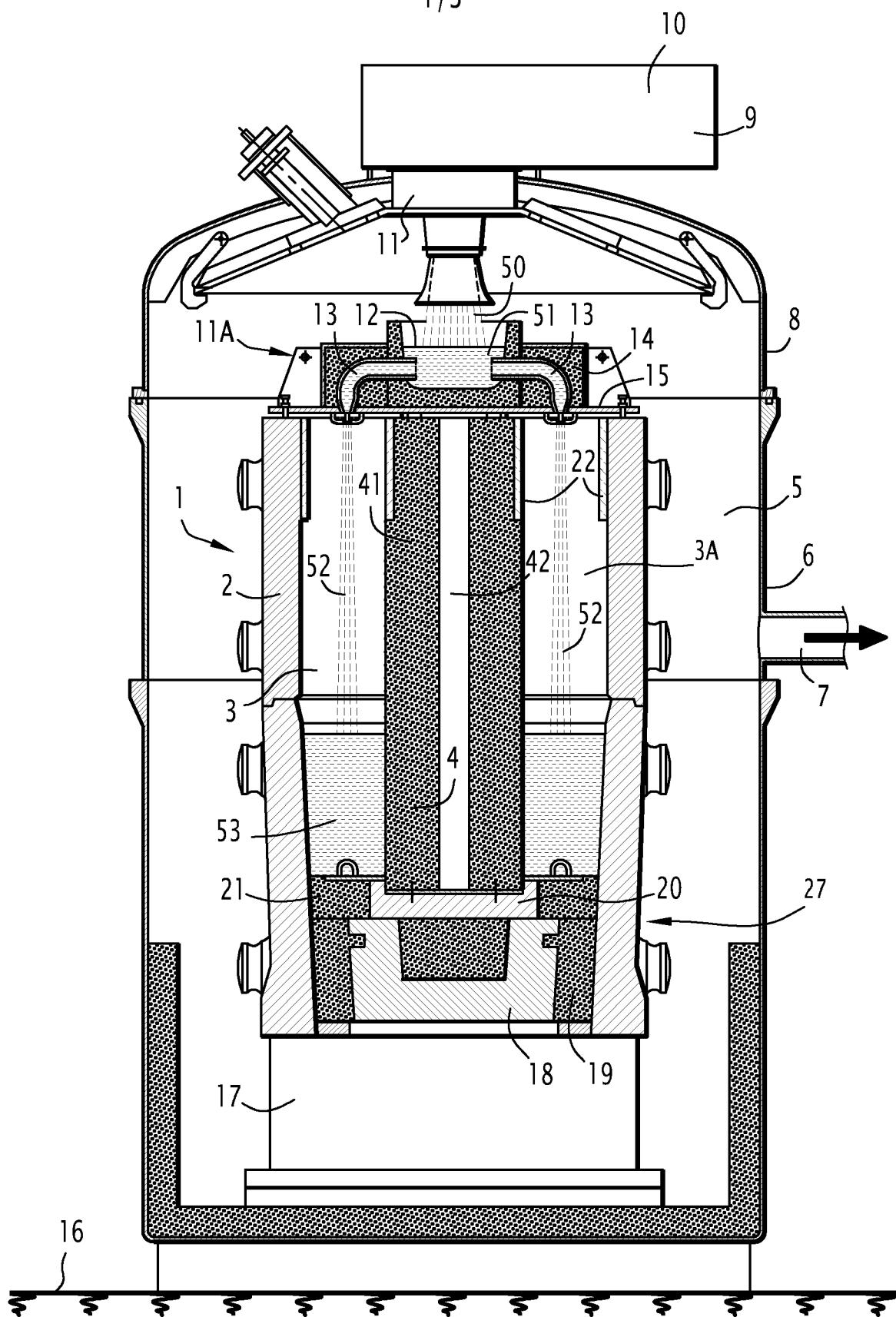


FIG.1

2/3

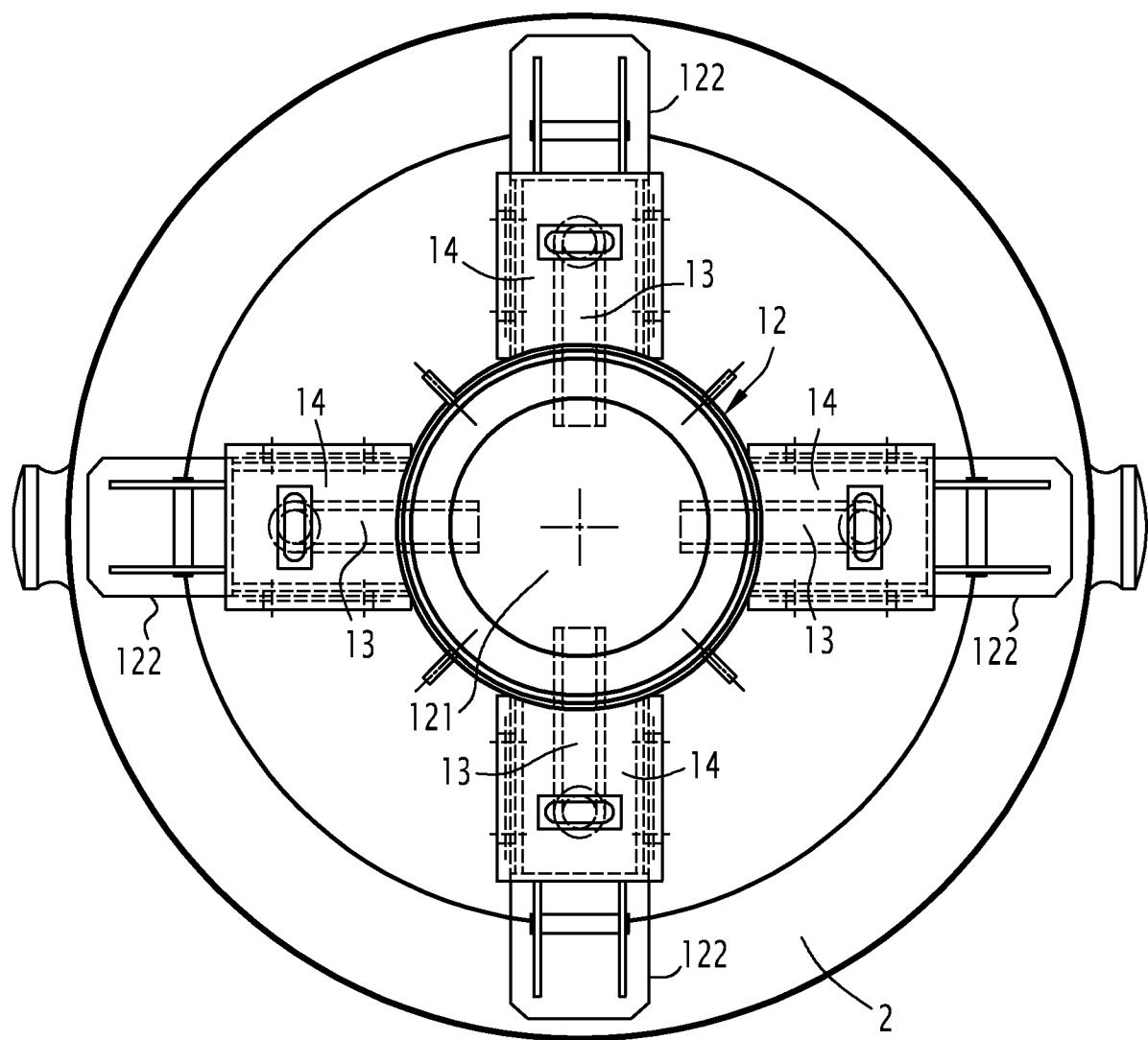
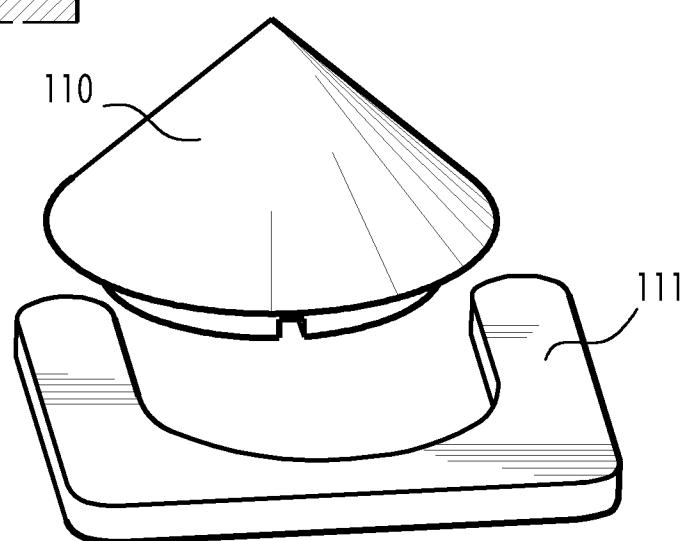
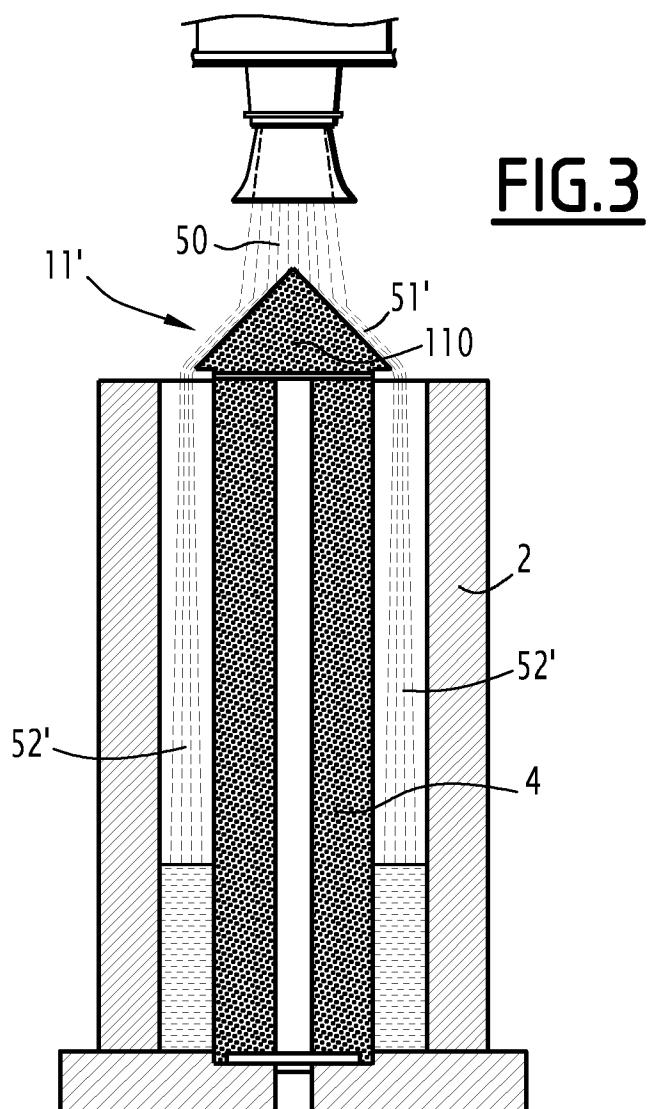


FIG.2

3/3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2009/052014

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B22D7/04

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)
B22D

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 practical, search terms used)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 676 670 A1 (CREUSOT LOIRE [FR]) 27 November 1992 (1992-11-27) claims 1-4; figure 1 -----	1-14
A	US 3 310 850 A (KARL ARMBRUSTER WERNER) 28 March 1967 (1967-03-28) column 2, line 59 - column 3, line 54; figure 1 -----	1-14
A	FR 2 422 459 A1 (KAWASAKI STEEL CO [JP]) 9 November 1979 (1979-11-09) claims 1-8; figures 1-3 -----	1-14
A	US 5 052 469 A (YANAGIMOTO SHIGERU [JP] ET AL) 1 October 1991 (1991-10-01) continuous casting of an hollow ingot claims 1-7; figures 1-32 ----- -/-	1-14

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 document 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

Date of mailing of the international search report

11 août 2010

24/09/2010

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL – 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lombois, Thierry

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2009/052014

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages /	Relevant to claim No.
A	OHASHI NOBUO ET AL (KAWASAKI STEEL CORP.): "Manufacturing process and properties of nuclear RPV shell ring forced from hollow ingot" NUCLEAR ENGINEERING AND DESIGN, vol. 81, no. 2, September 1984 (1984-09), pages 193-205, XP002596085 DOI: 10.1016/0029-5493(84)90007-4 "...making shell rings by using very large hollow ingots." paragraph [1. Introduction]; figure 3 paragraph [2.1 Steelmaking]; figures Photo 1-2 -----	1-14
A	MIKIO KUSUHASHI ET AL (THE JAPAN STEEL WORKS LTD, JAPAN): "Manufacturing of Low Neutron Irradiation Embrittlement Sensitivity Core Region Shells for Nuclear Reactor Pressure Vessels" EJAM - E-JOURNAL OF ADVANCED MAINTENANCE, vol. 1, 3 February 2009 (2009-02-03), pages 87-98, XP002596086 JAPAN paragraph [2. Development of...]; figures 1,5,7 -----	1-14
A	ASO KAZUO ET AL: "MANUFACTURE OF FORGED SHELL RINGS FOR PWR NUCLEAR REACTOR VESSELS." KAWASAKI STEEL TECHNICAL REPORT 1986 OCT, no. 15, October 1986 (1986-10), pages 65-73, XP002596087 paragraph [3. Manufacturing...]; figures 2,3,Photo 2-3 -----	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2009/052014

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
FR 2676670	A1	27-11-1992	NONE	
US 3310850	A	28-03-1967	NONE	
FR 2422459	A1	09-11-1979	DE 2914551 A1 GB 2022479 A IT 1116176 B US 4278124 A	18-10-1979 19-12-1979 10-02-1986 14-07-1981
US 5052469	A	01-10-1991	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2009/052014

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B22D7/04

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)
B22D

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, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 676 670 A1 (CREUSOT LOIRE [FR]) 27 novembre 1992 (1992-11-27) revendications 1-4; figure 1 -----	1-14
A	US 3 310 850 A (KARL ARMBRUSTER WERNER) 28 mars 1967 (1967-03-28) colonne 2, ligne 59 - colonne 3, ligne 54; figure 1 -----	1-14
A	FR 2 422 459 A1 (KAWASAKI STEEL CO [JP]) 9 novembre 1979 (1979-11-09) revendications 1-8; figures 1-3 -----	1-14
A	US 5 052 469 A (YANAGIMOTO SHIGERU [JP] ET AL) 1 octobre 1991 (1991-10-01) continuous casting of an hollow ingot revendications 1-7; figures 1-32 ----- -/-	1-14

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

11 août 2010

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/09/2010

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

Lombois, Thierry

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n° PCT/FR2009/052014
--

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>OHASHI NOBUO ET AL (KAWASAKI STEEL CORP.): "Manufacturing process and properties of nuclear RPV shell ring forced from hollow ingot" NUCLEAR ENGINEERING AND DESIGN, vol. 81, no. 2, septembre 1984 (1984-09), pages 193-205, XP002596085 DOI: 10.1016/0029-5493(84)90007-4 "...making shell rings by using very large hollow ingots." alinéa [1. Introduction]; figure 3 alinéa [2.1 Steelmaking]; figures Photo 1-2</p> <p>-----</p> <p>MIKIO KUSUHASHI ET AL (THE JAPAN STEEL WORKS LTD, JAPAN): "Manufacturing of Low Neutron Irradiation Embrittlement Sensitivity Core Region Shells for Nuclear Reactor Pressure Vessels" EJAM - E-JOURNAL OF ADVANCED MAINTENANCE, vol. 1, 3 février 2009 (2009-02-03), pages 87-98, XP002596086 JAPAN alinéa [2. Development of...]; figures 1,5,7</p> <p>-----</p> <p>ASO KAZUO ET AL: "MANUFACTURE OF FORGED SHELL RINGS FOR PWR NUCLEAR REACTOR VESSELS." KAWASAKI STEEL TECHNICAL REPORT 1986 OCT, no. 15, octobre 1986 (1986-10), pages 65-73, XP002596087 alinéa [3. Manufacturing...]; figures 2,3,Photo 2-3</p> <p>-----</p>	1-14
A		1-14
A		1-14

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2009/052014

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2676670	A1	27-11-1992	AUCUN
US 3310850	A	28-03-1967	AUCUN
FR 2422459	A1	09-11-1979	DE 2914551 A1 18-10-1979 GB 2022479 A 19-12-1979 IT 1116176 B 10-02-1986 US 4278124 A 14-07-1981
US 5052469	A	01-10-1991	AUCUN