

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 943 380 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
22.09.1999 Bulletin 1999/38

(51) Int Cl.⁶: **B22D 11/04**, B22D 11/07,
B22D 11/16

(21) Numéro de dépôt: **99400687.2**

(22) Date de dépôt: **19.03.1999**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: **Vatant, Robert**
42400 Saint-Chamond (FR)

(74) Mandataire: **Phélip, Bruno et al**
c/o Cabinet Harlé & Phélip
7, rue de Madrid
75008 Paris (FR)

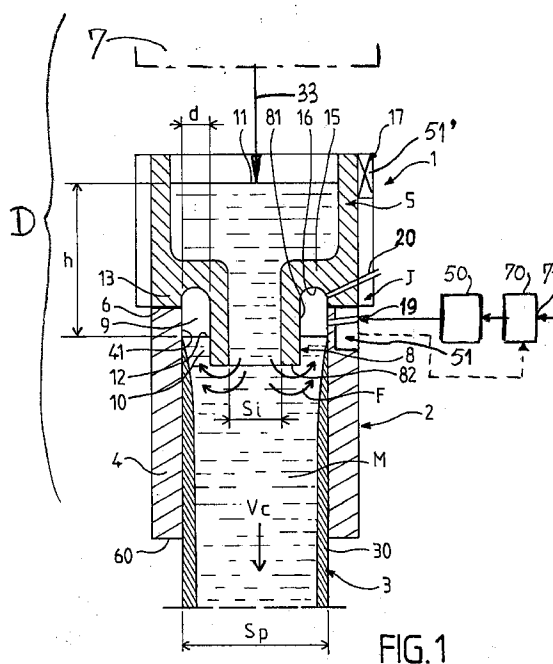
(30) Priorité: **19.03.1998 FR 9803384**

(71) Demandeur: **Kvaerner Metals Clecim**
92400 Courbevoie (FR)

(54) **Installation de coulée en continu d'un produit métallique et procédés de mise en oeuvre d'une telle installation**

(57) L'invention a pour objet une installation de coulée continue de métal comportant des moyens (D) de déversement d'un métal liquide (M) dans une lingotière (2) à parois refroidies (4), pour former un produit (3) qui est extrait en continu par l'orifice de sortie (60) de la lingotière (2).

Selon l'invention, l'installation comprend un organe (1) d'introduction du métal dans la lingotière (2) comprenant une chambre supérieure de réception (5), prolongée vers le bas par une chambre de liaison (8) limitée par une paroi tubulaire (81) ayant un orifice de sortie (82) placé au-dessous du niveau supérieur des parois refroidies (4) de la lingotière, et séparée de celles-ci par un espace libre périphérique (10), la chambre de réception (5) étant reliée à la lingotière par un organe de jonction étanche J, de façon à former, au dessus dudit espace périphérique (10), une chambre annulaire (9) fermée de tous côtés, à l'intérieur de laquelle est introduit un gaz sous une pression régulée de façon à maintenir le ménisque annulaire à un niveau déterminé.

**FIG.1****EP 0 943 380 A1**

Description

[0001] L'invention est relative à une installation de coulée en continu d'un produit métallique, notamment de l'acier et couvre également des procédés de mise en oeuvre d'une telle installation, permettant, en particulier, de contrôler les conditions de coulée.

[0002] On sait que, dans une installation de coulée continue, en particulier de l'acier, le métal en fusion est déversé en continu dans une coquille ou lingotière sans fond comprenant des parois refroidies qui limitent une cavité de coulée à axe sensiblement vertical. Le métal, par exemple de l'acier, est généralement amené de l'aciérie dans des poches et, pour assurer la continuité de la coulée, il est d'abord déversé dans un distributeur appelé, en anglais, "tundish", constitué d'une cuve recouverte d'un matériau réfractaire et munie d'un orifice de coulée par lequel se déverse un jet de métal en fusion pénétrant dans l'orifice supérieur de la lingotière qui au début de la coulée, est obturée à sa partie inférieure, de façon à former un bain de métal liquide.

[0003] Généralement les parois de la lingotière sont recouvertes intérieurement de cuivre et sont refroidies par circulation d'eau de telle sorte qu'il se forme, le long des faces internes limitant la cavité de coulée, une peau ou croûte solidifiée dont l'épaisseur augmente progressivement vers le bas, ce qui permet d'extraire, par l'orifice inférieur de sortie, un produit ayant un coeur liquide ou pâteux, maintenu par la peau solidifiée. La solidification s'achève dans la suite de la machine qui, avantageusement, peut former un corset de guidage du produit ramenant celui-ci à l'horizontale pour en faciliter la coupe en produits tels que des brames, des blooms ou des billettes, selon le profil et les dimensions, en section transversale, de la cavité de coulée.

[0004] La technique de la coulée continue, en particulier de l'acier, est exploitée industriellement depuis plusieurs dizaines d'années et a fait l'objet de nombreux perfectionnements, en particulier pour simplifier l'exploitation de la machine de coulée et pour améliorer la qualité des produits coulés.

[0005] Il est particulièrement nécessaire de diminuer le risque de percées qui peuvent se produire dans la lingotière ou immédiatement en aval de celle-ci, lorsque la croûte solidifiée présente une faible épaisseur. De telles percées nécessitent, en effet, l'arrêt de la machine lorsqu'elle sont trop importantes et, de toutes façons, provoquent des défauts de surface.

[0006] Pour cela, il faut contrôler, autant que possible, les conditions de coulée et, en particulier, de formation de la peau solidifiée à l'intérieur de la lingotière.

[0007] On a observé depuis longtemps que l'on obtenait de meilleurs résultats en maintenant aussi constants que possible la vitesse de coulée et le niveau moyen du bain dans la lingotière, des fluctuations soudaines de ce niveau pouvant provoquer des percées dues à un collage de la peau. On a donc mis au point des moyens de contrôle automatique qui permettent, en

particulier, de mesurer le niveau du bain dans la lingotière et de régler le débit de métal arrivant dans celle-ci, par exemple, en faisant varier, au moyen d'une queue-nuille, la section de l'orifice de sortie du distributeur.

[0008] Un problème particulier se pose, cependant, dans les installations dites de coulée multiple, comportant plusieurs lignes de coulée fonctionnant simultanément et alimentées en même temps à partir d'un même distributeur qui peut être muni de plusieurs orifices de coulée débouchant chacun dans une lingotière. Il est alors difficile de régler simultanément les débits dans chacun des orifices de sortie du "tundish".

[0009] Pour résoudre ce problème, le document DE-A-1.608.350 propose de munir le "tundish" d'un seul orifice de sortie formant un jet unique qui débouche dans un réservoir intermédiaire appliqué sur l'ensemble des lingotières et muni de plusieurs orifices débouchant chacun dans une lingotière. Le niveau du bain d'acier étant le même pour toutes les lingotières, celles-ci sont alimentées à la même vitesse et l'on doit seulement contrôler le débit de l'orifice unique de sortie du "tundish".

[0010] Dans un mode de réalisation particulier, chaque orifice de coulée est prolongé d'un canal en matière réfractaire qui pénètre à l'intérieur de la lingotière et limite ainsi un espace libre annulaire dans lequel est introduit le lubrifiant. Celui-ci se vaporise au contact du métal et les espaces annulaires sont reliés entre eux de façon à être soumis à la même pression, celle-ci étant limitée par un clapet de décharge. On détermine ainsi les mêmes conditions de coulée dans toutes les lingotières qui fonctionnent donc simultanément et à la même vitesse de coulée.

[0011] Il en résulte, cependant, que l'on ne peut pas contrôler individuellement les conditions de coulées dans chaque ligne.

[0012] Par ailleurs, on a constaté qu'il fallait éviter, autant que possible, l'apparition de défauts superficiels, même minimes, à la surface du produit coulé car celui-ci est soumis, par la suite, à des opérations de laminage qui incorporent ces défauts dans le métal et peuvent diminuer les qualités du produit laminé.

[0013] De tels défauts résultent, essentiellement, des conditions de solidification à l'intérieur de la lingotière et, en particulier, des variations de niveau de la surface supérieure du bain métallique. Jusqu'à présent, en effet, il semblait nécessaire de soumettre la lingotière à des oscillations périodiques de faible amplitude pour éviter le collage du produit et, notamment, pour favoriser l'introduction d'un lubrifiant entre la face refroidie de la lingotière et la croûte solidifiée. On constate, cependant, l'apparition de défauts à la surface du produit et l'on a établi que ces défauts superficiels sont provoqués essentiellement en début de solidification, c'est à dire au niveau de la surface libre du bain de métal en fusion qui est, souvent, désignée par le terme "ménisque", en raison de sa forme.

[0014] En effet, la zone de bord de cette surface libre qui est en contact avec la paroi refroidie de la lingotière,

se solidifie instantanément et se contracte sous l'effet du refroidissement et du changement de phase, de l'extérieur vers l'intérieur du produit. La surface libre présente ainsi, sur sa périphérie, une forme convexe qui se raccorde tangentiellement à la paroi refroidie à partir de laquelle le processus de solidification se propage par conduction et rayonnement. Il en résulte que le bord solidifié du métal se décolle vers l'intérieur en formant des parties durcies appelées couramment "cornes de solidification".

[0015] Comme on l'a indiqué, des oscillations tangentielles sont habituellement appliquées à la lingotière pour faciliter la descente du métal et l'introduction d'un produit lubrifiant (poudre fusible, ou huile) entre la paroi refroidie et la surface solidifiée du métal.

[0016] Etant donné que les cornes de solidification suivent le mouvement de la lingotière, le métal liquide qui continue à être déversé dans celle-ci peut remplir, par surverse, l'espace entre la paroi et la corne. Cet effet de surverse provoque des défauts de surface et peut, même, induire des défauts sous-cutanés.

[0017] Par ailleurs, l'oscillation de la lingotière favorise l'introduction du lubrifiant dans l'espace entre la paroi refroidie et la corne, en augmentant le cintrage de celle-ci, et ceci peut provoquer des marques plus profondes sur le produit final et même le piégeage d'inclusions et de bulles de gaz à l'intérieur de l'acier liquide.

[0018] Une autre difficulté vient des conditions d'introduction du métal dans la lingotière. Comme on l'a indiqué le métal déversé à partir du "tundish" forme un jet qui tombe dans l'orifice d'entrée de la lingotière. Pour éviter l'oxydation du métal entre la lingotière et le "tundish", l'orifice de sortie de celui-ci est, habituellement, prolongé par un tube de coulée dont l'extrémité inférieure est immergée dans le bain de métal contenu dans la lingotière. Le jet de métal pénètre donc à grande vitesse dans le bain existant et perturbe la surface libre du métal en augmentant le risque de surverse. De plus, même si l'on utilise un tube de coulée, l'étanchéité ne peut pas être assurée de façon certaine et la vitesse du jet peut provoquer l'aspiration d'air formant des bulles qui, par la pénétration du jet, peuvent s'introduire dans le bain.

[0019] Il est donc souhaitable de maîtriser autant que possible les conditions d'introduction du métal dans la lingotière et le processus de solidification au niveau de la surface libre du bain.

[0020] Pour contrôler les conditions de solidification au niveau du ménisque, on a proposé, il y a quelques années, de placer au-dessus de la lingotière un réservoir d'alimentation non refroidi dans lequel débouche la busette de coulée. On évite, de la sorte, les difficultés liées à l'arrivée du métal dans le bain dont la surface libre reste malléable. De plus, le débit de métal liquide qui pénètre dans la lingotière se répartit immédiatement sur toute la section de celle-ci et la zone de début de solidification, au contact des parois refroidies, est placée nettement au-dessous de la surface libre. La croûte solidifiée est donc soumise, dès sa formation, à la pres-

sion du métal qui la surmonte et l'applique contre la paroi.

[0021] Un tel procédé dit "hot top" a été décrit, par exemple dans le document FR-A-2.359.662 pour la coulée des métaux non-ferreux et dans le document DE-C-3.330.844, pour la coulée de l'acier.

[0022] On a constaté, cependant, que des difficultés peuvent apparaître à la jonction entre la partie supérieure réfractaire et la partie inférieure refroidie. En effet, au niveau de cette zone de jonction appelée "point triple" se trouvent, d'un côté l'acier liquide et de l'autre deux parois superposées dont les températures sont très différentes, respectivement, la paroi réfractaire à température élevée qui se trouve au-dessus de la jonction et, en dessous, la paroi refroidie de la lingotière. Il est donc difficile d'obtenir une solidification franche au niveau de cette zone de jonction.

[0023] Dans la disposition du document DE-C-3.330.844, la partie inférieure de la rehausse réfractaire s'emboîte dans l'orifice d'entrée de la lingotière de façon à former un décrochement au-dessous duquel est introduit le produit lubrifiant destiné à faciliter l'extraction. On évite ainsi le contact direct entre le métal liquide et le point triple mais le produit lubrifiant doit être introduit sous pression et il est difficile de contrôler les conditions de début de solidification, la croûte solidifiée commençant à se former à partir de la sortie de la rehausse en matière réfractaire. De plus, cette rehausse alourdit la lingotière et perturbe, par conséquent, les mouvements d'oscillation de celle-ci.

[0024] L'invention permet de remédier à l'ensemble des difficultés liées aux conditions d'introduction de l'acier dans la lingotière et au processus de solidification, grâce à une nouvelle disposition qui permet, en particulier, de diminuer ou, même, d'éliminer les défauts de surface et sous-cutanés qui, habituellement, se produisent au début de la solidification.

[0025] Pour résoudre ces problèmes, l'invention a pour objet une installation de coulée continue de métal comportant :

- une lingotière comprenant des parois refroidies avec des faces internes qui limitent une cavité de coulée à axe sensiblement vertical ayant un orifice supérieur d'entrée du métal liquide et un orifice inférieur d'évacuation d'un produit qui sort de la lingotière à une vitesse d'extraction,
- des moyens d'introduction en continu du métal en fusion dans la lingotière pour la formation, à l'intérieur de celle-ci, d'un bain de métal se refroidissant progressivement par l'extérieur, le long des faces internes des parois de la lingotière pour former une croûte solidifiée dont l'épaisseur augmente progressivement vers le bas,
- lesdits moyens d'introduction comportant un récipient intermédiaire comprenant une chambre supérieure de réception d'un jet continu de métal liquide, placée au-dessus de la lingotière et dans laquelle

le métal forme une surface libre, ladite chambre de réception étant prolongée vers le bas par un canal de liaison pénétrant à l'intérieur de la lingotière jusqu'à un orifice inférieur de sortie du métal, ledit canal de liaison étant limité par une paroi tubulaire séparée des faces internes des parois de la lingotière par un espace libre périphérique formant une chambre annulaire dans laquelle remonte le métal liquide sortant par l'orifice inférieur, jusqu'à une surface annulaire, ladite chambre annulaire étant fermée de tous côtés,

- des moyens d'introduction d'un gaz sous pression à l'intérieur de la chambre annulaire et,
- des moyens de régulation de la pression appliquée par le gaz sur la surface annulaire du métal.

[0026] Comme habituellement, un produit de lubrification doit être introduit le long des parois refroidies de la lingotière pour les lubrifier et éviter les collages. Avantagusement, ce produit est introduit au-dessus de la surface annulaire, à l'intérieur de la chambre annulaire entre la paroi tubulaire du canal de liaison et la paroi refroidie de la lingotière.

[0027] Selon une caractéristique préférentielle, l'espace libre entre la paroi tubulaire du canal de liaison et les parois refroidies de la lingotière présente, sur toute sa périphérie, une largeur suffisante pour éviter la solidification de la surface supérieure du métal dans ledit espace libre.

[0028] De façon particulièrement avantageuse, le canal de liaison a une section transversale intérieure suffisante pour que la vitesse d'écoulement du métal liquide alimentant la lingotière soit faible, en particulier comprise entre 3 et 6 fois la vitesse de coulée, ce qui permet d'éviter des turbulences dans la lingotière. De préférence, la section transversale intérieure du prolongement tubulaire est au moins égale à 20% de la section transversale du produit fabriqué.

[0029] Dans le cas de la coulée de brames, la cavité de coulée présente une section transversale globalement rectangulaire ayant deux grandes faces et deux petites faces. Selon une autre caractéristique de l'invention, la paroi tubulaire du canal de liaison est alors limitée, au moins dans sa partie engagée dans la lingotière, par deux grandes faces sensiblement parallèles aux grandes faces de la lingotière.

[0030] Dans un premier mode de réalisation, la chambre de réception comprend un fond débouchant dans le canal de liaison et muni, sur une face inférieure, d'un rebord inférieur s'étendant vers le bas et entourant extérieurement le canal de liaison de façon à prendre appui sur le bord supérieur de la lingotière, par l'intermédiaire d'un joint d'étanchéité.

[0031] Dans un autre mode de réalisation, la chambre de réception est fixée de façon étanche, sur un cadre de support qui est relié à la lingotière par une cloison étanche.

[0032] L'organe de support de la chambre de réception

peut être raccordé à la lingotière par un soufflet, en particulier lorsque la lingotière est soumise à des oscillations verticales.

[0033] Selon une autre caractéristique avantageuse, la lingotière reste fixe et la chambre annulaire fermée est alimentée en gaz sous une pression de valeur modulée de façon à provoquer des oscillations de la surface libre du métal liquide dans l'espace périphérique entre la lingotière et le canal de liaison.

[0034] Des moyens d'injection d'un produit lubrifiant (poudre fusible, ou huile liquide) dans la chambre annulaire fermée sont prévus. Ces moyens d'injection de produit lubrifiant peuvent comprendre un récipient de stockage, notamment une trémie, dont la pression est régulée pour que l'ensemble soit maintenu à une différence de pression nulle.

[0035] Dans un mode de réalisation préférentiel, applicable spécialement à une lingotière de coulée de brames ayant deux grandes faces et deux petites faces, le canal de liaison peut être muni d'un bloc solide disposé au-dessous de l'arrivée de métal liquide, entre les faces du canal parallèles aux grandes faces de la lingotière, pour dévier le courant de métal vers les deux petites faces de la lingotière.

[0036] Selon une autre variante, le volume compris entre la chambre de liaison et le moyen de distribution est fermé, en particulier par un soufflet, et l'écoulement du métal liquide entre le moyen de distribution et la chambre de liaison s'effectue directement, sans busette immergée.

[0037] L'installation selon l'invention peut être mise en oeuvre de différentes façons pour contrôler les conditions de coulée et l'invention couvre également ces diverses méthodes.

[0038] Dans un premier mode de mise en oeuvre, on règle la pression du gaz dans la chambre annulaire de façon à maintenir en permanence le niveau de la surface annulaire du métal à un niveau sensiblement constant.

[0039] En particulier, cette pression peut être déterminée de façon que la tension superficielle du ménisque, à la pointe de la corne de solidification, évite tout risque de débordement du métal liquide.

[0040] Dans un autre mode de mise en oeuvre, on fait varier périodiquement la pression du gaz dans la chambre annulaire entre une valeur inférieure et une valeur supérieure, de façon à faire osciller le niveau de la surface annulaire du métal entre un niveau supérieur et un niveau inférieur.

[0041] Ainsi, on peut supprimer les moyens mécaniques ou hydrauliques utilisés, jusqu'à présent, pour animer la lingotière de mouvement d'oscillation et l'installation est donc considérablement simplifiée. De plus, les variations de la pression peuvent être facilement commandées de façon à déterminer le mode de variation du niveau du ménisque et, en particulier, le temps de stripage négatif.

[0042] Dans un mode de mise en oeuvre particulière-

ment simple, la pression du gaz dans la chambre de gaz est réglée de façon que le niveau de la surface annulaire du métal soit maintenue sensiblement au niveau de l'orifice inférieur de sortie du canal de liaison, ce niveau étant maintenu constant, automatiquement, par un débit de fuite du gaz dans le canal de liaison.

[0043] Mais l'invention sera mieux comprise par la description suivante de certains modes de réalisation donnés à titre d'exemple non limitatif en référence aux dessins annexés.

[0044] La Figure 1 est une coupe schématique verticale transversale d'une installation de coulée continue au niveau de la lingotière.

[0045] La Figure 2 montre un exemple de circuit de régulation de pression.

[0046] La Figure 3 montre deux variantes d'un diagramme des oscillations de la surface libre du métal liquide.

[0047] La Figure 4 est une coupe schématique verticale illustrant l'alimentation en produit lubrifiant de la lingotière.

[0048] La Figure 5 montre une variante de l'installation sans busette immergée.

[0049] La Figure 6 est une coupe schématique verticale longitudinale d'une variante de l'installation pour coulée à brames conventionnelles ou moyennes.

[0050] La Figure 7 est une vue suivant la ligne VII-VII de la Figure 6.

[0051] La Figure 8 montre, en coupe schématique longitudinale verticale, une autre variante de réalisation, avec un organe de support distinct pour la chambre de liaison surélevé.

[0052] La Figure 9 est une coupe suivant la ligne IX-IX de la Figure 8.

[0053] La Figure 10 montre, en coupe schématique verticale, une autre variante de réalisation pour la coulée de brames.

[0054] La Figure 11 est une vue de dessus de l'installation de la figure 10.

[0055] La Figure 12 est une vue en coupe transversale selon la ligne XII-XII de la figure 10.

[0056] La Figure 13 est une coupe schématique verticale transversale d'une installation à lignes multiples selon l'invention.

[0057] Sur la Figure 1, on a représenté schématiquement la partie supérieure d'une installation de coulée continue d'un métal tel que l'acier, comprenant, comme habituellement, une coquille ou lingotière 2 à fond ouvert, limitée par des parois 4 ayant, généralement, une face interne 41 revêtue de cuivre et définissant une cavité de coulée à axe sensiblement vertical, et dont la section transversale correspond à celle du produit à couler 3, par exemple brame, bloom ou billette.

[0058] Les parois 4 sont refroidies extérieurement par une enveloppe E de circulation d'eau ou de fluide de refroidissement. Ainsi, il se produit, le long des parois refroidies 4, une croûte solidifiée 30 dont l'épaisseur augmente progressivement et est suffisante, au niveau

de l'orifice de sortie 60 de la lingotière pour maintenir la partie centrale du produit qui constitue un coeur liquide devenant pâteux et formant un puits qui se rétrécit progressivement vers l'aval. La lingotière 2 est suivie d'une zone de refroidissement secondaire non représentée sur les dessins, comportant à un niveau où le métal solidifié est suffisamment résistant, des moyens d'extraction qui tirent le produit vers le bas à une vitesse d'extraction.

[0059] La surface libre du bain est recouverte d'une couche protectrice constituée avantageusement d'un produit formant une couche de lubrification qui est entraînée par le métal pour s'interposer entre la croûte solidifiée et les faces internes 41 de la lingotière 2 de façon à favoriser l'extraction et éviter les collages.

[0060] Les parois 4 de la lingotière sont sensiblement verticales mais peuvent être incurvées pour produire, dès l'origine, un produit courbe susceptible d'être ramené à l'horizontale dans un corset de guidage et de refroidissement secondaire.

[0061] Toutes ces dispositions sont classiques et n'ont pas lieu d'être décrites en détail.

[0062] Comme habituellement, le métal en fusion est déversé par gravité à partir de moyens d'introduction D qui, de la façon représentée sur les autres figures, comprennent habituellement, une cuve 7 appelée distributeur ou "tundish", revêtue intérieurement d'une paroi réfractaire 7a, et alimentée à partir de poches de coulée par un métal liquide provenant de l'aciérie.

[0063] Le métal est déversé par un orifice ménagé dans le fond du distributeur 7 et prolongé, généralement, par un tube ou busette destiné à protéger le jet de métal 33 de l'oxydation.

[0064] Le plus souvent, l'extrémité inférieure de la busette de vidange du distributeur 7 pénètre à l'intérieur du bain de métal 3 formé dans la lingotière, de façon que le métal soit protégé de l'oxydation.

[0065] Comme on l'a indiqué plus haut, un inconvénient de cette technique dite de la busette immergée réside dans le fait que le jet de métal arrive à grande vitesse dans le bain et perturbe le ménisque constituant la surface supérieure de celui-ci.

[0066] Pour améliorer les conditions de début de solidification, l'installation est du type dit "à masselotte" ou "hot top" dans lequel la lingotière 2 est surmontée d'un récipient intermédiaire 1 formant une rehausse non refroidie et, par conséquent, recouverte intérieurement de céramique ou d'un produit réfractaire, dont la partie supérieure 5 constitue une chambre de réception du jet de métal 33 provenant du distributeur 7, qui débouche, par un orifice inférieur, dans la lingotière 2. Ainsi, il se forme à l'intérieur de la chambre de réception 5 un bain de métal M qui se répand directement dans la lingotière 2 de telle sorte que le début de solidification le long des parois refroidies 4 se produit à un niveau nettement inférieur à celui de la surface supérieure 11 du bain de métal M dans la chambre de réception 5.

[0067] Comme le montre la figure 1, la chambre de

réception 5 repose directement, par un rebord inférieur 13, sur le bord supérieur 6 de la lingotière 4 et est prolongée vers le bas par un canal de liaison 8 limité par une paroi tubulaire ayant une face externe 81 qui présente, en section transversale, des dimensions nettement inférieures à celles de la cavité de coulée 1, de façon à pénétrer avec jeu à l'intérieur de celle-ci jusqu'à un orifice de sortie 82 placé à l'intérieur de la lingotière, au-dessous du bord supérieur 6 des parois refroidies 4.

[0068] La face externe 81 du canal de liaison 8 est séparée de la face interne des parois refroidies 4 de la lingotière 2 par un espace libre périphérique qui l'entoure complètement.

[0069] Comme habituellement, le métal ainsi déversé continue à descendre le long des parois 4 de la lingotière 2 pour sortir de celle-ci sous forme d'un produit 3 limité par une peau solidifiée 30 et le débit de déversement du métal à partir du distributeur 7 est réglé en fonction de la vitesse d'extraction du produit.

[0070] Cependant, dans la disposition selon l'invention, la pression ferrostatique régnant dans le métal au niveau de l'orifice de sortie 82 du canal de liaison 8 fait remonter le métal à l'intérieur de l'espace périphérique, jusqu'à un niveau 12 constituant une surface annulaire séparée de la surface libre 11 du bain de métal M par une hauteur ferrostatique h.

[0071] La chambre de réception 5 est reliée aux parois 4 de la lingotière 2 par un organe de jonction étanche J et forme ainsi, au-dessus de l'espace périphérique, une chambre annulaire 9 qui est délimitée, vers l'intérieur par la paroi extérieure 81 du canal de liaison 8, vers l'extérieur par la paroi intérieure 41 de la lingotière 2 et l'organe de jonction J, vers le haut par le fond de la chambre de réception 5 et vers le bas par la surface 12 du métal liquide qui remonte dans l'espace périphérique. Cette chambre annulaire 9 est donc fermée de tous côtés et forme un espace étanche.

[0072] La largeur d de l'espace périphérique 10 peut être sensiblement constante mais doit être suffisante pour que le métal reste liquide en formant un ménisque annulaire 12 entre les deux faces en regard, respectivement 41 de la lingotière 2 et 81 du canal de liaison 8.

[0073] Par ailleurs, l'installation comprend des moyens 50 d'introduction d'un gaz sous pression à l'intérieur de la chambre annulaire 9, par l'intermédiaire d'un orifice 19 ménagé à proximité du bord supérieur 6 de la lingotière 2. Le gaz introduit ainsi au-dessus du ménisque 12 est, de préférence, un gaz neutre à l'égard du métal, par exemple de l'argon, de l'azote, de l'hélium ou autres.

[0074] La pression du gaz introduit dans l'espace annulaire 9 et appliquée sur la surface annulaire 12 du métal est égale à la hauteur ferrostatique h entre la surface annulaire 12 et la surface libre 11 du bain M sur laquelle est appliquée la pression atmosphérique, la pression dans la chambre 9 devant compenser le poids de la colonne de métal.

[0075] La section de la lingotière 2 dépend évidemment

du produit à couler. Pour la coulée de brames, la section horizontale de la lingotière 2 est rectangulaire, les grandes faces parallèles de la lingotière étant perpendiculaires au plan de la Figure 1. Dans ce cas, le canal de liaison 8 a un contour transversal également rectangulaire, présentant deux grandes faces perpendiculaires au plan de la Figure 1 et parallèles aux grandes faces de la lingotière 4.

[0076] Dans l'exemple de réalisation de la Figure 1, la chambre de réception 5 prend appui sur la lingotière 2 par un rebord inférieur périphérique 13, en saillie vers le bas, qui constitue l'organe de jonction étanche J, un joint plat 14, en une matière résistant aux températures à cet endroit, étant disposé entre l'extrémité inférieure du rebord 13 et le bord supérieur 6 de la lingotière 2.

[0077] La face inférieure de la chambre de réception 5 comporte, entre le rebord d'appui 13 et le canal de liaison 8, un décrochement transversal 15 avec une surface inférieure de raccordement concave 16 tournée vers la lingotière 2. L'espace concave situé au-dessus du plan du joint 14 participe au volume de la chambre fermée 9.

[0078] Ainsi, grâce à cette disposition particulière de la rehausse 1, une partie du métal déversé dans la chambre de réception 5 et descendant dans la lingotière 2 par le canal de liaison 8, remonte dans l'espace périphérique 10 jusqu'à un niveau qui correspond à la pression du gaz introduit dans la chambre annulaire 9. Cette pression détermine donc la hauteur h entre le niveau supérieur 11 du métal liquide dans la chambre de réception 5 et la surface libre 12 du métal dans l'espace périphérique 10.

[0079] En désignant par ρ la masse volumique du métal liquide et par g l'accélération de la pesanteur, la pression P du gaz introduit dans la chambre 9 est : $P = \rho gh$.

[0080] Comme habituellement, le débit de déversement du métal à partir du distributeur 7 doit être réglé en fonction de la vitesse d'extraction du produit 3 à la sortie de la lingotière.

[0081] A cet effet, un système de régulation permet de modifier le débit du jet de métal 33 en agissant sur la position d'une quenouille de fermeture du distributeur 7, en fonction d'une mesure du niveau de la surface libre du métal dans la lingotière, cette mesure pouvant être effectuée par des moyens connus.

[0082] Un tel système, qui agit seulement en amont, permet seulement de maintenir le métal à un niveau moyen et présente un temps de réponse relativement long qui ne permet pas d'éviter les perturbations en cas de variation brutale de la vitesse d'extraction.

[0083] L'installation selon l'invention est encore équipée des systèmes habituels de réglage du débit de déversement à partir du distributeur mais apporte des perfectionnements très importants aux systèmes connus jusqu'à présent. En effet, l'invention permet de réaliser une régulation très précise du niveau du ménisque annulaire et d'éviter les causes de perturbations du processus de début de solidification rappelées précédem-

ment.

[0084] L'installation est équipée de moyens connus 51 de repérage de la position de la surface du métal mais ceux-ci peuvent être placés soit, comme habituellement, dans la lingotière, soit dans la chambre de réception 5, au niveau de la surface libre 11 qui, comme on l'a vu, reste malléable et réagit immédiatement aux variations de débit du jet de métal 33 sortant du distributeur 7.

[0085] Comme le montre schématiquement la figure 1, la pression du gaz introduit par les moyens d'alimentation 50 peut être réglée par un régulateur 70 qui reçoit les informations de niveau fournies par le système de mesure 51 mais sur lequel peut également être affichée une valeur de consigne 71.

[0086] Grâce à une telle disposition, la pression du gaz dans la chambre annulaire 9 peut être réglée à chaque instant de façon à compenser immédiatement une variation de la hauteur ferrostatique en maintenant le ménisque annulaire 12 à un niveau déterminé.

[0087] De ce fait, toute variation, même importante, du niveau de la surface 11 dans la chambre 5 peut être compensée instantanément par une modification de la pression dans la chambre annulaire 9 avec une faible perturbation du niveau de la surface annulaire 12.

[0088] Par exemple, une diminution brusque de la vitesse d'extraction se traduit par une élévation du niveau 11 dans la chambre de réception 5 et une augmentation de pression dans la chambre 9, sans perturbation notable du niveau de la surface 12 du métal qui reste au-dessous du bord supérieur 6 des parois refroidies 4.

[0089] Inversement, une diminution du débit d'alimentation en métal à partir du distributeur 7 se traduit par une baisse du niveau 11 dans la chambre de réception 5 et une diminution de la pression dans la chambre 9.

[0090] En pratique, les dimensions de la chambre annulaire 9 seront prévues pour que, compte tenu du volume de gaz enfermé, la surface libre 12 du métal liquide remontant dans l'espace périphérique 10 puisse être maintenue au niveau souhaité.

[0091] Etant donné que la partie inférieure du canal de liaison 8 plonge dans le bain de métal liquide et est maintenue suffisamment écartée des parois refroidies 4 de la lingotière pour que la surface 12 reste liquide, il n'existe aucune possibilité de contact, par l'intermédiaire du métal, entre les parois refroidies et la chambre de réception en matériau réfractaire. En effet, le niveau du ménisque 12 est toujours maintenu au-dessous du niveau de la jonction 14 dans le cas où l'organe d'introduction 1 prend appui sur la lingotière et cette jonction peut même être supprimée dans le cas de la figure 8 où l'organe d'introduction 1 n'est relié à la lingotière que par un soufflet.

[0092] Dans tous les cas, on évite donc la formation d'un point triple et les difficultés rencontrées habituellement à ce niveau.

[0093] De façon particulièrement avantageuse, la

section transversale Si du passage intérieur du canal de liaison 8, tout en étant plus faible que la section Sp intérieure de la lingotière 2 (ou section du produit), est suffisante pour que la vitesse d'écoulement Vi du métal liquide à l'intérieur du canal de liaison 8 soit faible et corresponde au débit nécessaire pour maintenir la vitesse d'extraction, compte tenu du rapport des sections. On évite ainsi les fortes turbulences qui, habituellement, se produisent au niveau de l'orifice de sortie de la busette, lorsque celle-ci débouche directement dans la lingotière par un orifice immergé dans le bain.

[0094] Par exemple, la section Si de sortie du canal de liaison 8 peut être de l'ordre de 20 à 30 % de la section Sp du produit. En pratique, ceci conduit à une vitesse lente d'écoulement de l'acier, de l'ordre de 3 à 6 fois la vitesse de coulée, soit 6 à 12 m/min alors que, habituellement la vitesse de métal, à la sortie de la busette, peut être de l'ordre de 60 à 100 m/min.

[0095] L'énergie de pénétration du jet et d'agitation du bain dans la lingotière 2 est donc réduite de façon très importante, sensiblement dans le rapport des carrés des vitesses de pénétration. En conséquence, l'invention permet d'éviter ou, du moins, de diminuer considérablement, les perturbations directement liées à cette énergie cinétique, qui se produisent habituellement à la surface du bain.

[0096] En outre, en raison de sa faible impulsion, le jet de métal à la sortie du canal de liaison 8 est immédiatement freiné par la masse liquide et, par différence de densité, remonte rapidement dans l'espace périphérique 10 selon les flèches F sur la Fig. 1, ce qui permet de réchauffer en permanence la surface libre 12 du métal qui reste donc plus facilement liquide.

[0097] Comme habituellement, le métal coulé dans la lingotière 2 se solidifie superficiellement au contact des parois refroidies 4 de celle-ci et forme un produit 3 qui est extrait par l'orifice de sortie 60 de la lingotière et qui est limité par une croûte solidifiée 30 dont l'épaisseur augmente progressivement à partir du niveau de la surface 12. Le bord externe 31 de celle-ci, en forme de ménisque, se solidifie brusquement au contact de la paroi 4 mais, en raison de l'élévation de température qui résulte de la remontée permanente du métal en fusion, ce bord durci 31 reste malléable. De ce fait, la peau solidifiée qui descend le long de la lingotière peut être immédiatement appliquée contre la paroi 4 par la pression qui règne dans le métal liquide et qui, au niveau de la surface 12, est proportionnelle à la hauteur ferrostatique h. On diminue ainsi le risque de formation de cornes de solidification dans le produit coulé.

[0098] Dans l'exemple représenté sur la figure 1, l'organe d'introduction 1 comportant la chambre de réception 5 et le canal de liaison 8 repose sur la lingotière 2 et peut donc être soumis, avec celle-ci, à des oscillations verticales d'amplitude limitée, réalisées à l'aide de moyens mécaniques (non représentés) et qui favorisent la pénétration du produit lubrifiant entre la couche solidifiée de métal et les parois de la lingotière pour éviter

le collage.

[0099] Cependant, pour réaliser une variation périodique du niveau de la surface libre 12, il n'est plus nécessaire de faire osciller mécaniquement la lingotière 2 elle-même, car on peut aussi utiliser le système de régulation 70 pour moduler la pression du gaz dans la chambre annulaire 9 et faire ainsi varier le niveau du ménisque annulaire 12.

[0100] A titre d'exemple, la figure 3 donne deux diagrammes illustrant des modulations de pression possibles dans la chambre 9. Sur ces diagrammes le temps est porté en abscisse et la pression P de gaz, représentée par les courbes C₁ en traits pleins, est portée en ordonnée. Le niveau N de la surface libre 12, également porté en ordonnée, est représenté par les courbes en tirets C₂.

[0101] La Figure 3a illustre des variations sinusoïdales de la pression de gaz dans la chambre 9. Une augmentation ou une diminution de la pression détermine une diminution ou une élévation du niveau de la surface 12, avec un certain retard qui se traduit, sur la figure 2, par un déphasage des courbes C₁ et C₂.

[0102] La Figure 3b illustre des variations de pression en forme de signaux triangulaires. On retrouve des variations de niveau semblables, également déphasées en retard.

[0103] Ainsi, en modulant la pression dans la chambre 9, il est possible d'obtenir, sans déplacement de la lingotière 2, une oscillation de la surface libre 12 permettant de balayer, de part et d'autre d'un niveau moyen, une zone couverte puis découverte par l'acier liquide. Lorsque cette zone est découverte, le produit lubrifiant introduit dans la chambre 9, garnit les parois de la lingotière 2. Pendant la période couverte, le lubrifiant est emprisonné entre la peau solide d'acier et la paroi de lingotière, ce qui permet une extraction souple du produit 3 sans risque de collage.

[0104] Dans un mode de réalisation particulièrement simple représenté schématiquement sur la figure 5, la pression dans le circuit d'alimentation 19 de la chambre annulaire 9 est réglée par un système à colonne d'eau comprenant deux colonnes débouchant à des niveaux différents et qui peuvent être reliées alternativement à la conduite 19 par une vanne à deux positions commandée périodiquement en fonction du diagramme de modulation de pression choisi.

[0105] La profondeur d'immersion $\underline{a}$ (Figure 1) du canal de liaison 8 en matière réfractaire à l'intérieur de la lingotière 2 peut être assez faible. Elle doit être en effet, simplement suffisante pour maintenir l'orifice de sortie 82 du canal de liaison 8 au-dessous de la surface 12 du métal qui dépend de la pression du gaz introduit par les moyens 50 à l'intérieur de la chambre annulaire 9.

[0106] La figure 2 montre, à titre d'exemple, un système de régulation.

[0107] La conduite 19 qui débouche à la partie supérieure de la lingotière 2, dans la chambre annulaire 9, est reliée à un circuit 50 d'alimentation en gaz sous pres-

sion, de préférence neutre à l'égard de l'acier. La chambre annulaire 9 est également reliée, par une conduite de sortie 19', à un circuit d'évacuation 52 sur lequel est placée une vanne 53 régulatrice de pression, la pression d'alimentation fournie par le circuit 50 étant un peu supérieure à la pression souhaitée.

[0108] Un contrôleur de pression 72 compare un signal représentatif de la pression d'alimentation, fourni par un transmetteur de pression 73, à une valeur de consigne qui peut être élaborée par un organe de régulation 71 en fonction d'un signal fourni par l'organe de mesure de niveau 51, mais qui peut aussi être affichée manuellement.

[0109] La paroi extérieure de la chambre de réception 5 peut aussi être munie d'un moyen de refroidissement 17 constitué, par exemple, d'une chemise dans laquelle circule un fluide de refroidissement, en particulier de l'eau. Le moyen de refroidissement 17 permet d'éviter la surchauffe de l'acier liquide déversé dans la chambre de réception 5 et, le cas échéant, de former sur la paroi intérieure de la chambre de réception 5 une mince couche de métal solide qui protège la matière réfractaire de la chambre 5 contre l'usure et l'érosion, et réduit les risques d'inclusions par entraînement de particules de réfractaire.

[0110] Il est à noter que la surélévation du niveau 11 du métal liquide au-dessus de la lingotière 2 permet d'effectuer une décantation du métal liquide dans la chambre de réception 5, ce qui réduit aussi la présence d'inclusions et d'impuretés dans le métal entraîné dans la lingotière 2.

[0111] Le fonctionnement de l'installation est le suivant.

[0112] Comme habituellement, au début de la coulée, l'ouverture inférieure 60 de la lingotière 2 est obturée par une fausse barre ou mannequin (non représenté). Le métal liquide est déversé dans la chambre de réception 5, passe par le canal de liaison 8 et remplit progressivement la lingotière 2 jusqu'à ce que l'extrémité inférieure du canal 8 soit immergée dans le bain de métal liquide qui remonte jusqu'au niveau 12, en comprimant le gaz contenu dans la chambre annulaire 9 qui est fermée de façon étanche.

[0113] Au moyen de cylindres d'extraction non représentés, on commande alors l'avancement du mannequin pour assurer l'avancement du produit 3 limité par une peau 30 solidifiée qui se forme au contact de la paroi refroidie 4 de la lingotière 2 et dont l'épaisseur est croissante de haut en bas.

[0114] Comme on l'a indiqué, lorsque la lingotière 2 est alimentée directement à partir du distributeur 7 par une busette immergée, l'impulsion du jet de métal à la sortie de celle-ci est telle que le jet peut pénétrer assez profondément dans le métal déjà contenu dans la lingotière en provoquant une refusion intempestive. Ce risque est évité grâce à l'invention car, en raison de la section de passage importante du canal de liaison 8, la vitesse du métal à la sortie 81 de celui-ci reste assez fai-

ble.

[0115] De plus la mise en charge de l'acier résultant de la surélévation de la chambre de réception surélevé 5, favorise la régularité de l'échange et permet d'augmenter l'épaisseur solide en sortie de lingotière par rapport à une disposition conventionnelle. Il en résulte que la solidification en sortie de lingotière est plus importante et que les risques de perçage de la peau solide sont réduits.

[0116] L'épaisseur solidifiée en lingotière étant plus importante et plus régulière, il est possible de couler plus rapidement à sécurité constante, ou bien, à vitesse de coulée constante d'assurer une sécurité accrue contre les percées.

[0117] Par ailleurs, l'impulsion du jet étant assez faible à la sortie du canal de liaison 8, il est possible de prévoir, au-dessus de l'orifice inférieur 82, des orifices 29 orientés radialement qui favorisent la remontée du métal à température élevée dans l'espace annulaire 10 sans risque de détérioration de la peau solidifiée 30.

[0118] On peut ainsi réduire la hauteur L des parois de la lingotière pour une vitesse de coulée donnée, ou augmenter la vitesse de coulée pour une hauteur L donnée, ces solutions pouvant être optimisées.

[0119] Une décantation primaire peut se produire dans la partie supérieure de la chambre de réception 5 et, par conséquent, en dehors de la zone de solidification. L'acier qui est solidifié dans la lingotière 2 est donc déjà décanté et épuré des inclusions majeures. Ainsi, la décantation qui se produit habituellement dans la lingotière est reportée dans la chambre de réception 5 dont le pouvoir d'élimination des inclusions est meilleur grâce à l'augmentation du volume et à la très faible vitesse de descente du métal vers la lingotière.

[0120] Il est à noter que sur son périmètre extérieur, le ménisque annulaire 12 n'est en contact qu'avec la seule paroi refroidie 4 de la lingotière. Il n'existe donc pas de point triple et l'on évite ainsi les problèmes de solidification qui en résultent habituellement.

[0121] Mais l'invention présente également d'autres avantages.

[0122] Par exemple, on sait que la lingotière est habituellement animée de mouvements d'oscillation pour favoriser l'introduction du lubrifiant entre sa paroi refroidie et la couche solidifiée. Grâce à l'invention, il est possible d'introduire le lubrifiant au-dessous de la surface libre 12 dans l'espace périphérique 10, entre la couche solidifiée du métal et la paroi de la lingotière et l'on peut donc envisager non seulement de supprimer les oscillations mécaniques de la lingotière mais, même, les variations du niveau 12 du métal de part et d'autre d'un niveau moyen.

[0123] Grâce à la régulation, selon l'invention, de la pression dans la chambre annulaire 9, il est donc possible de maintenir le ménisque annulaire à un niveau sensiblement constant et, ainsi, de contrôler les conditions de solidification au niveau du ménisque en évitant les risques de surverse, générateurs de défauts super-

ficiels.

[0124] Pour introduire le produit lubrifiant fluide ou pulvérulent, on peut avantageusement utiliser la disposition représentée sur la figure 4 et comprenant un récipient 21 constitué par exemple par une trémie fermée de manière étanche, et installée à un niveau supérieur à celui de la lingotière 2 et de la chambre de réception 5. La partie inférieure du récipient 21 est reliée à la chambre annulaire 9 par la canalisation 20 d'injection du produit lubrifiant, munie d'un clapet anti-retour 22. La partie supérieure de la chambre 21 et la chambre annulaire 9 sont reliées en parallèle à un circuit 23 d'alimentation en gaz sous pression. Il règne ainsi la même pression dans le récipient 21 et dans la chambre annulaire 9 et il en résulte que l'alimentation en produit lubrifiant de la lingotière 2 peut s'effectuer par simple gravité. Le récipient 21 est de préférence monté sur un support 24 avec interposition de pesons 25 permettant de suivre la variation de la masse de produit lubrifiant dans le récipient 21 et de procéder, en temps utile, à un remplissage.

[0125] Comme on l'a indiqué, une variation de niveau de la surface libre 11 du métal dans la chambre de réception 5 se traduit essentiellement par une modification de la pression dans la chambre annulaire 9 mais affecte assez peu le niveau de la surface libre 12 du métal au contact de la paroi refroidie 4 de la lingotière 2, dans l'espace annulaire 10. Par conséquent, alors que, dans les installations classiques où le métal est déversé directement dans la lingotière, on ne peut agir que sur le débit d'alimentation en acier à partir du distributeur, l'invention apporte un moyen supplémentaire de régulation très précise du niveau dans la lingotière.

[0126] Cependant, lorsque l'on réalise une oscillation mécanique de la lingotière 2 avec l'organe d'introduction 1, celle-ci peut affecter le niveau de la surface libre 12 dans la mesure où la partie immergée du canal de liaison 8 subit le mouvement. Pour diminuer cet effet, on utilisera donc, de préférence, un canal de liaison 8 à paroi mince.

[0127] On remarquera que la valeur de l'amplitude des oscillations devient assez secondaire, car toute la surface 12 du produit (brame, bloom ou billette) dans l'espace périphérique 10 peut être garnie de lubrifiant. La fréquence des oscillations pourra être réduite de manière à éviter les mouvements incontrôlés du ménisque annulaire 12.

[0128] Toutefois, comme on l'a vu, l'invention permet de remplacer l'oscillation mécanique de la lingotière par une simple modulation de la pression au-dessus du ménisque annulaire de façon à provoquer une variation hydrostatique de niveau de celui-ci et permet, même, de supprimer les oscillations, le niveau du ménisque annulaire 12 étant maintenu sensiblement constant.

[0129] L'invention couvre donc également diverses méthodes de mise en oeuvre de l'installation qui vient d'être décrite.

[0130] Dans un premier mode de mise en oeuvre, la

pression du gaz dans la chambre annulaire est réglée de façon à maintenir en permanence le ménisque annulaire à un niveau sensiblement constant. Cette pression agit, en particulier, sur la tension superficielle du métal en diminuant les risques de surverse.

[0131] Dans un second mode de mise en oeuvre, on fait varier périodiquement la pression du gaz dans la chambre annulaire entre une valeur inférieure et une valeur supérieure, de façon à faire osciller le ménisque annulaire entre un niveau supérieur et un niveau inférieur.

[0132] Mais on peut aussi alimenter le gaz dans la chambre annulaire 9 avec une légère surpression permettant de faire affleurer le ménisque annulaire sensiblement au niveau de l'orifice inférieur 82 de sortie du canal de liaison 8. Ainsi, il peut se produire un débit de fuite du gaz inerte qui remonte le long des parois du canal de liaison, la faible vitesse de pénétration évitant l'entraînement de bulles. De la sorte, le niveau du ménisque est maintenu sensiblement constant.

[0133] D'une façon générale, l'invention permet d'assurer une meilleure régularité de surface du produit solide, car la surface libre 12 est peu agitée et maintenue sous pression, ainsi qu'une bonne santé sous-cutanée grâce à la régularité de la peau 30. Il y a en outre une diminution importante de la ségrégation, la coulée à faible surchauffe en lingotière apparaissant possible du fait de la mise en pression de la surface libre 12.

[0134] Comme le montre la Figure 4, le distributeur 7 peut être muni d'une busette 26 de protection du jet de métal liquide et dont l'extrémité inférieure est au-dessous de la surface 11 du métal liquide remplissant la chambre de réception 5.

[0135] La Figure 5 montre un autre mode de réalisation de l'organe de jonction J qui, dans ce cas, comprend un soufflet 18 entourant la chambre de réception 5 et le ou les orifices 28 prévus dans le fond du distributeur 7. La partie supérieure du soufflet 18 est fixée de manière étanche au fond du distributeur 7. La partie inférieure de ce soufflet 31 est fixée de manière étanche à la lingotière 2 ou à son enveloppe E. Le volume intérieur du soufflet 18 est ainsi protégé de l'atmosphère de sorte que l'écoulement de métal liquide par l'orifice 28 peut s'effectuer directement, sans qu'il soit nécessaire de prévoir une busette immergée. Ceci permet une coulée plus rapide, sans créer de perturbations au niveau de la lingotière 2 en raison de la présence de l'organe intermédiaire 1.

[0136] Le soufflet 18 permet d'absorber les oscillations verticales possibles de la lingotière 2 et de la chambre de réception 5 relativement au distributeur 7.

[0137] Si aucune oscillation mécanique de la lingotière 2 n'est prévue, on peut alors remplacer le soufflet 18 par une jupe rigide assurant, de la même manière, une fermeture étanche de l'espace intérieur.

[0138] L'espace intérieur du soufflet 18 peut être mis sous vide relatif pour un dégazage du jet d'acier liquide sortant par le ou les orifices 28. Une régulation de la pression à l'intérieur du soufflet 18 peut être prévue.

[0139] Sur les figures 6 et 7, on a représenté à titre d'exemple, respectivement en élévation et en coupe transversale, une installation pour la coulée de produits à section rectangulaire appelés brames.

5 **[0140]** Les différents éléments déjà décrits en référence aux figures précédentes sont désignés par des références numériques identiques, ou augmentées du nombre 100, leur description n'étant pas reprise sauf pour les parties modifiées.

10 **[0141]** En particulier, l'organe intermédiaire d'introduction 1 comprend une chambre supérieure de réception 105 reposant, par un rebord inférieur, sur le châssis de la lingotière 2 et prolongé par un canal de liaison 108 qui pénètre dans la partie supérieure de la lingotière.

15 **[0142]** Comme le montre la figure 7, la chambre de réception 105 forme une cuve à section oblongue limitée par deux parois parallèles aux grands côtés de la lingotière et se raccordant par des extrémités arrondies.

[0143] Cependant, pour favoriser la répartition du métal qui s'écoule par la busette 26 débouchant au centre de la chambre de réception 105, le canal de liaison 108 est muni, dans sa partie centrale, d'un bloc solide 83 représenté en vue de dessus et en demi-coupe horizontale, respectivement sur les parties gauche et droite de la figure 7. Ce bloc 83 traverse transversalement le canal de liaison 8 au-dessous du débouché de la busette 26 et dirige le métal en deux courants symbolisés par les flèches F', vers deux orifices 84 à section oblongue débouchant un peu au-dessus de l'orifice inférieur 82 du canal de liaison 8. Ainsi, le métal déversé par la busette 26 est réparti régulièrement dans l'ensemble de la lingotière 2, les sections oblongues 84 ayant des sections suffisantes pour assurer une vitesse relativement faible de descente du métal.

35 **[0144]** Comme indiqué précédemment, des ouvertures radiales 29 permettent d'assurer la diffusion rapide du métal dans l'espace annulaire 10.

[0145] Les figures 8 et 9 montrent, respectivement en coupe verticale longitudinale et en coupe horizontale, une autre variante de réalisation, destinée spécialement à une installation de coulée de brames minces. Les éléments identiques ou semblables à des éléments déjà décrits à propos des Figures 1 à 6 sont désignés par les mêmes références numériques éventuellement augmentées du nombre 200, leur description n'étant pas reprise pour les parties non modifiées.

45 **[0146]** En variante, la chambre de liaison 205 n'est plus en appui direct sur la lingotière 2, mais est maintenue à un niveau fixe par un cadre de support 35 entourant la partie haute de la chambre de réception 205 et relié par un soufflet étanche 237 à la lingotière 2 pour permettre les oscillations de celle-ci. Le cadre de support 35 peut être constitué par un châssis métallique mécano-soudé, avec chemise de refroidissement 117 au contact de la paroi extérieure de la chambre de réception 105.

[0147] La transition entre la partie haute de la chambre de réception 205 et le canal de liaison 208 est as-

surée progressivement par une partie à double courbure pour faciliter la descente du métal dans la lingotière 2. Cette dernière présente une section transversale horizontale en losange ou en fuseau pour faciliter l'introduction du métal, la partie centrale se rétrécissant progressivement jusqu'à l'orifice de sortie 60 de la lingotière 2 qui présente la section rectangulaire souhaitée, celle-ci ayant une faible largeur par rapport à sa longueur.

[0148] De la même façon, l'organe d'introduction 1, au moins dans sa partie inférieure constituant le canal de liaison 208, présente une section transversale en losange analogue, par homothétie, à celle de la lingotière 2, de façon à ménager entre la paroi externe 281 du canal de liaison 208 et la face interne de la lingotière, un espace annulaire 10 de largeur sensiblement constante.

[0149] Comme dans le cas de la figure 7, un bloc solide 283 est disposé dans le canal de liaison 208 pour ménager deux ouvertures allongées 284 dont la largeur diminue progressivement vers les petits côtés de la lingotière, en s'écartant de l'axe de la busette 26.

[0150] Dans le mode de réalisation de la figure 8, la chambre annulaire 9 est fermée par le cadre de support 35 qui prend appui directement sur la lingotière, l'organe d'introduction 1 oscillant avec celle-ci.

[0151] Comme on l'a indiqué précédemment, il est possible également de monter l'organe d'introduction 1 sur un support fixe, le cadre de support 35 étant alors relié à la lingotière par un soufflet permettant les oscillations de celle-ci et fermant de manière étanche la chambre annulaire 9. Cependant, le volume de gaz enfermé est alors plus grand et l'on augmente donc les possibilités de variations du niveau de la surface supérieure 12 du métal dans l'espace annulaire 10 en fonction des variations du niveau de la surface 11 du métal dans la chambre de réception 5.

[0152] Bien entendu, l'invention ne se limite pas aux détails des modes de réalisation qui viennent d'être décrits, d'autres variantes pouvant être envisagées sans s'écarter du cadre de protection défini par les revendications.

[0153] C'est ainsi que, comme indiqué sur les figures 10 à 12, dans le cas de la coulée de brames où la longueur de la cavité de coulée est beaucoup plus grande que sa largeur, il peut être intéressant de prévoir un organe intermédiaire d'introduction 1 comprenant une chambre de réception 405 de section analogue à celle de la lingotière et plusieurs canaux de liaison 408 décalés longitudinalement et alimentés chacun à partir d'un orifice 438 ménagé dans le fond de la chambre de réception 405. Comme l'indique la figure 12, chaque canal de liaison 408 est constitué d'une paroi tubulaire dont le diamètre externe est déterminé de façon qu'il existe une distance minimale d entre la paroi 481 et la face longitudinale 404 de la lingotière suffisante pour éviter la solidification du métal dans la partie la plus étroite de l'espace périphérique 410.

[0154] Pour cette raison, dans le cas représenté sur

la figure 9 où l'on utilise une lingotière à section en losange ou en fuseau pour la coulée d'une brame mince, il est possible de donner aux différents canaux de liaison des sections différentes, les canaux 408b placés dans la partie centrale étant plus large que les canaux 408a placés aux extrémités.

[0155] De la sorte, il est possible de déterminer une répartition pratiquement uniforme du débit d'introduction de l'acier liquide dans la lingotière 402.

[0156] Selon une autre caractéristique particulièrement avantageuse, la disposition selon l'invention facilite considérablement le fonctionnement d'une installation à lignes multiples permettant de couler simultanément, en parallèle, plusieurs produits.

[0157] Une telle installation, représentée schématiquement sur la figure 13, comprend plusieurs lingotières 2, quatre dans l'exemple, qui sont disposées parallèlement les unes aux autres. Selon l'invention, ces lingotières 2a, 2b... sont associées à une seule et même chambre de réception 305 ayant une longueur suffisante pour couvrir l'ensemble des quatre lingotières et assurer leur alimentation en métal liquide. Celui-ci peut être déversé à partir d'un distributeur 7 par une busette unique 26 débouchant sensiblement au centre de la chambre de réception 305.

[0158] Le fond de celle-ci est muni, dans l'axe de chaque lingotière 2a, 2b..., d'un orifice 38 qui débouche dans un canal de liaison 308. Dans l'exemple considéré, la chambre de réception 305 comporte donc quatre prolongements formant chacun un canal de liaison 308a, 308b..., plongeant respectivement dans une lingotière 2a, 2b..., associée.

[0159] L'alimentation en métal liquide de la chambre de réception 305 est assurée par un seul distributeur 7 avec une régulation de niveau commune pour l'ensemble des quatre lingotières 2a, 2b..., dans la chambre de réception 305, celle-ci étant munie d'un organe de mesure de niveau dont les informations sont transmises au régulateur associé à chacune des lignes de coulée.

[0160] Ainsi, le débit d'introduction du métal dans chaque lingotière 2a, 2b... s'ajuste automatiquement à la vitesse d'extraction dans la lingotière correspondante, les variations de débit dans chaque ligne étant équilibrées par un réglage de la pression au-dessus du ménisque annulaire correspondant, de façon à maintenir celui-ci au niveau souhaité.

[0161] La vitesse d'extraction du produit dans chaque ligne de coulée peut donc être réglée indépendamment des autres.

[0162] Quatre obturateurs ou quenouilles de fermeture, non représentés sur la figure peuvent être associés respectivement aux quatre orifices d'entrée 38 des canaux de liaisons 308 pour les fermer en cas d'arrêt d'une ligne.

[0163] Cette disposition à lignes multiples peut être appliquée avantageusement à la coulée de billettes rondes ou carrées.

[0164] Les exemples donnés précédemment mon-

trent que l'invention peut convenir à la coulée de toutes sortes de produits, notamment de blooms dans les mêmes conditions que les billettes, de brames classiques épaisses, moyennes ou minces.

[0165] Mais on peut encore noter d'autres avantages. 5

[0166] La régulation du débit de coulée à partir du distributeur 7 peut être effectuée de manière plus simple qu'en coulée classique, car une variation de débit a moins d'influence sur le processus de solidification.

[0167] Le canal de liaison tubulaire 8, 108, 208, 308 entre la chambre de réception et la lingotière peut être nettoyé à l'argon ou à l'azote à moindre risque pour l'acier en lingotière. 10

[0168] Le niveau supérieur de la chambre de réception 5, 105, 205, 305 peut être nettoyé par surverse (débordement) intermittente dans un bac d'évacuation situé à côté de la chambre de réception pour recueillir le trop-plein. 15

[0169] Les équipements se trouvent simplifiés.

[0170] Dans certains cas, la chambre de réception peut être alimentée directement par les poches de coulée, en particulier pour les brames, avec une alimentation par pression de la poche par exemple. 20

[0171] La vitesse de coulée peut être portée à 8-10 m/mn ou plus suivant les formats. Il est, en effet, intéressant de couler assez rapidement pour réchauffer la surface libre 12 dans l'espace périphérique 10, cette vitesse restant, de toute façon, assez basse pour ne pas perturber le bain de métal, en raison de la grande section de l'orifice de sortie 82. 25 30

[0172] Le démarrage automatique est sans risque puisque tout écart peut être canalisé par surverse.

[0173] Dans une installation à coulée multiple, grâce à la possibilité, selon l'invention, de supprimer les moyens d'oscillations de chaque lingotière 2 et de régler individuellement le débit d'introduction du métal en fonction de la vitesse d'extraction dans chaque ligne, la coulée de billettes, blooms, éventuellement brames jumelles est grandement simplifiée. 35

[0174] Les signes de référence insérés après les caractéristiques techniques mentionnées dans les revendications, ont pour seul but de faciliter la compréhension de ces dernières et n'en limitent aucunement la portée. 40

Revendications

1. Installation de coulée continue de métal comportant :

- une lingotière (2) comprenant des parois refroidies (4) avec des faces internes (41) qui limitent une cavité de coulée à axe sensiblement vertical ayant un orifice supérieur (6) d'entrée du métal liquide et un orifice inférieur (60) d'évacuation d'un produit (3) qui sort de la lingotière à une vitesse d'extraction, 45
- des moyens (D) d'introduction en continu du

métal en fusion dans la lingotière (2) pour la formation, à l'intérieur de celle-ci, d'un bain de métal (M) se refroidissant progressivement par l'extérieur, le long des faces internes (41) des parois (4) de la lingotière (2) pour former une croûte solidifiée (30) dont l'épaisseur augmente progressivement vers le bas,

- lesdits moyens d'introduction (D) comportant un récipient intermédiaire (1) comprenant une chambre supérieure (5) de réception d'un jet continu (71) de métal liquide, placée au-dessus de la lingotière (2) et dans laquelle le métal forme une surface libre (11), ladite chambre de réception (5) étant prolongée vers le bas par un canal de liaison (8) pénétrant à l'intérieur de la lingotière jusqu'à un orifice inférieur (82) de sortie du métal, ledit canal de liaison (8) étant limité par une paroi tubulaire (81) séparée des faces internes (41) des parois (4) de la lingotière par un espace libre périphérique formant une chambre annulaire (9) dans laquelle remonte le métal liquide sortant par l'orifice inférieur (82), jusqu'à une surface annulaire (12), ladite chambre annulaire (9) étant fermée de tous côtés,
- des moyens (19, 50) d'introduction d'un gaz sous pression à l'intérieur de la chambre annulaire (9) et,
- des moyens (70) de régulation de la pression appliquée par le gaz (9) sur la surface annulaire (12) du métal.

2. Installation selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'elle comprend des moyens (20) d'introduction, à l'intérieur de la chambre annulaire (9), d'un produit de lubrification.

3. Installation selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé par le fait que l'espace libre (10) entre la paroi tubulaire (81) du canal de liaison (8) et les parois refroidies (4) présente, sur toute sa périphérie, une largeur suffisante pour éviter la solidification de la surface supérieure (12) du métal (M) dans ledit espace libre (10). 45

4. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la section interne du canal de liaison (8) est suffisante pour assurer l'introduction du métal liquide dans la lingotière (2) avec une vitesse de pénétration assez lente pour ne pas perturber en profondeur le bain de métal liquide. 50

5. Installation selon la revendication 4, caractérisée par le fait que la section transversale intérieure du canal de liaison (8, 108, 208, 308) est telle que la vitesse de pénétration (V_i) du métal liquide (M) dans la lingotière (2) soit comprise entre 3 et 6 fois, en-

viron, la vitesse de coulée.

6. Installation selon la revendication 4, caractérisée par le fait que la section transversale intérieure (Si) du canal de liaison (8, 108, 208, 308) est au moins égale à 20 % de la section transversale (Sp) du produit fabriqué. 5
7. Installation selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la cavité de coulée présente une section transversale globalement rectangulaire ayant deux grandes faces et deux petites faces, caractérisée par le fait que la paroi tubulaire du canal de liaison (8, 108, 208, 308), est limitée, au moins dans sa partie engagée dans la lingotière (2), par deux grandes faces sensiblement parallèles aux grandes faces de la lingotière (2). 10 15
8. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que la chambre annulaire (9) est limitée par une cloison (13, 37) entourant le canal de liaison (8) et reliée de façon étanche, respectivement à la chambre de réception (5) et aux parois refroidies (4) de la lingotière (2). 20 25
9. Installation selon la revendication 8, caractérisée par le fait que la chambre de réception (5) comprend un fond (15) débouchant dans le canal de liaison (8) et muni, sur une face inférieure, d'un rebord inférieur (13) s'étendant vers le bas et entourant extérieurement le canal de liaison (8) de façon à prendre appui sur le bord supérieur (6) de la lingotière, par l'intermédiaire d'un joint d'étanchéité (14). 30 35
10. Installation selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisée par le fait que la chambre de réception (205) est fixée de façon étanche, sur un cadre de support (35,35a) qui est relié à la lingotière par une cloison étanche 37. 40
11. Installation selon la revendication 10, caractérisée par le fait que la cloison (37) de liaison étanche entre la chambre de réception (5) et la lingotière (2) forme un soufflet (37) permettant les oscillations verticales de la lingotière (2), la chambre de réception (5) étant fixe. 45
12. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que les moyens d'alimentation en gaz (19) de la chambre annulaire fermée (9) sont associés à des moyens de commande d'une variation de la pression du gaz autour d'une pression moyenne dans la chambre annulaire (9), susceptible de provoquer des oscillations du niveau de la surface libre (12) du métal liquide autour d'un niveau moyen dans l'espace périphérique (10) entre le canal de liaison (8) et la lingotière (2). 50 55
13. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'elle comprend un récipient (21) de stockage d'un produit lubrifiant placé au-dessus de la lingotière (2) et ayant une sortie reliée à une conduite d'alimentation débouchant à l'intérieur de la chambre annulaire (9) et un circuit (23) d'alimentation en gaz sous pression comprenant une conduite (19) débouchant dans la chambre annulaire (9) et une conduite en dérivation (19') débouchant à l'intérieur du récipient de stockage (21) pour l'introduction de gaz à la même pression au-dessus de la surface de métal (12) dans l'espace périphérique (10) et au-dessus du produit lubrifiant, de telle sorte que celui-ci s'écoule par simple gravité sur ladite surface (12) du métal liquide (M). 5
14. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le canal de liaison est muni, dans sa partie centrale d'un bloc solide (32, 232) s'étendant transversalement au-dessous de l'arrivée (26) du métal déversé dans la chambre de réception (5), sur une partie seulement de la section interne du canal de liaison (8), de façon à dévier le courant de métal vers les deux parois d'extrémités longitudinales de la lingotière (2). 5
15. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait qu'elle comporte un moyen de refroidissement (17,18) des parois de la chambre de réception (5). 30
16. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que l'organe (1) d'introduction du métal est entouré par une cloison déformable (37) reliée de façon étanche, à sa partie supérieure au moyen de distribution (D) et à sa partie inférieure à la lingotière (2) de façon à former, autour de la chambre de réception (5), un espace étanche permettant la coulée du métal par jet libre, ledit espace étanche étant rempli d'un gaz à une pression régulée. 35 40
17. Installation selon l'une des revendications précédentes comportant plusieurs lignes de coulée ayant chacune une lingotière (2a, 2b...), et comprend un organe d'introduction (1) commun s'étendant au-dessus de l'ensemble des lingotières (2a, 2b...) et comportant une seule chambre de réception (305) ayant un fond muni d'une pluralité d'orifices placés respectivement dans l'axe de chaque lingotière et débouchant chacun dans un prolongement tubulaire de la chambre de réception (5) formant un canal de liaison (308a, 308b...) dont l'extrémité inférieure pénètre dans la lingotière (2a, 2b...) correspondante, de façon à former une chambre annulaire, caractérisée par le fait que chaque chambre annulaire est reliée à un circuit d'alimentation en gaz sous pression muni de moyens de réglage individuel de 45 50 55

la pression dans chaque chambre pour le contrôle individuel des conditions de coulée dans chaque ligne.

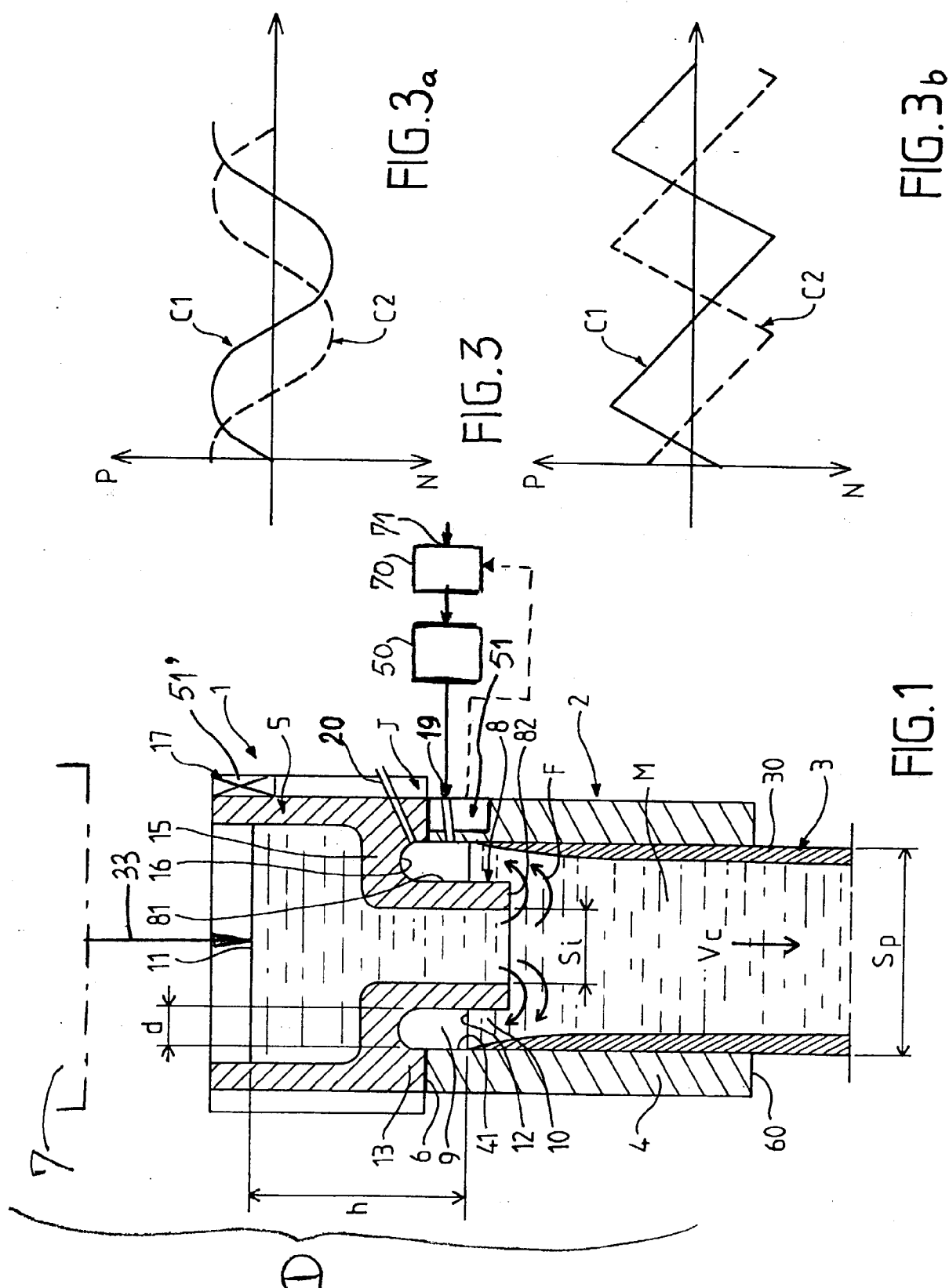
- 18.** Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par le fait que le gaz introduit dans la chambre annulaire (9) est un gaz neutre pour le métal coulé. 5
- 19.** Procédé de contrôle des conditions de coulée dans une installation de coulée continu de métal selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on règle la pression du gaz dans la chambre annulaire (9) de façon à maintenir en permanence le niveau de la surface annulaire (12) du métal à un niveau sensiblement constant. 10 15
- 20.** Procédé de contrôle des conditions de coulée dans une installation de coulée continu de métal selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on fait varier périodiquement la pression du gaz dans la chambre annulaire (9) entre une valeur inférieure et une valeur supérieure, de façon à faire osciller le niveau de la surface annulaire (12) du métal entre un niveau supérieur et un niveau inférieure. 20 25
- 21.** Procédé de contrôle des conditions de coulée dans une installation de coulée continue de métal selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'on règle la pression du gaz dans la chambre annulaire (9) afin de maintenir le niveau de la surface annulaire (12) du métal sensiblement au niveau de l'orifice inférieur de sortie du canal de liaison (8) avec un débit de fuite du gaz dans ledit canal de liaison. 30 35

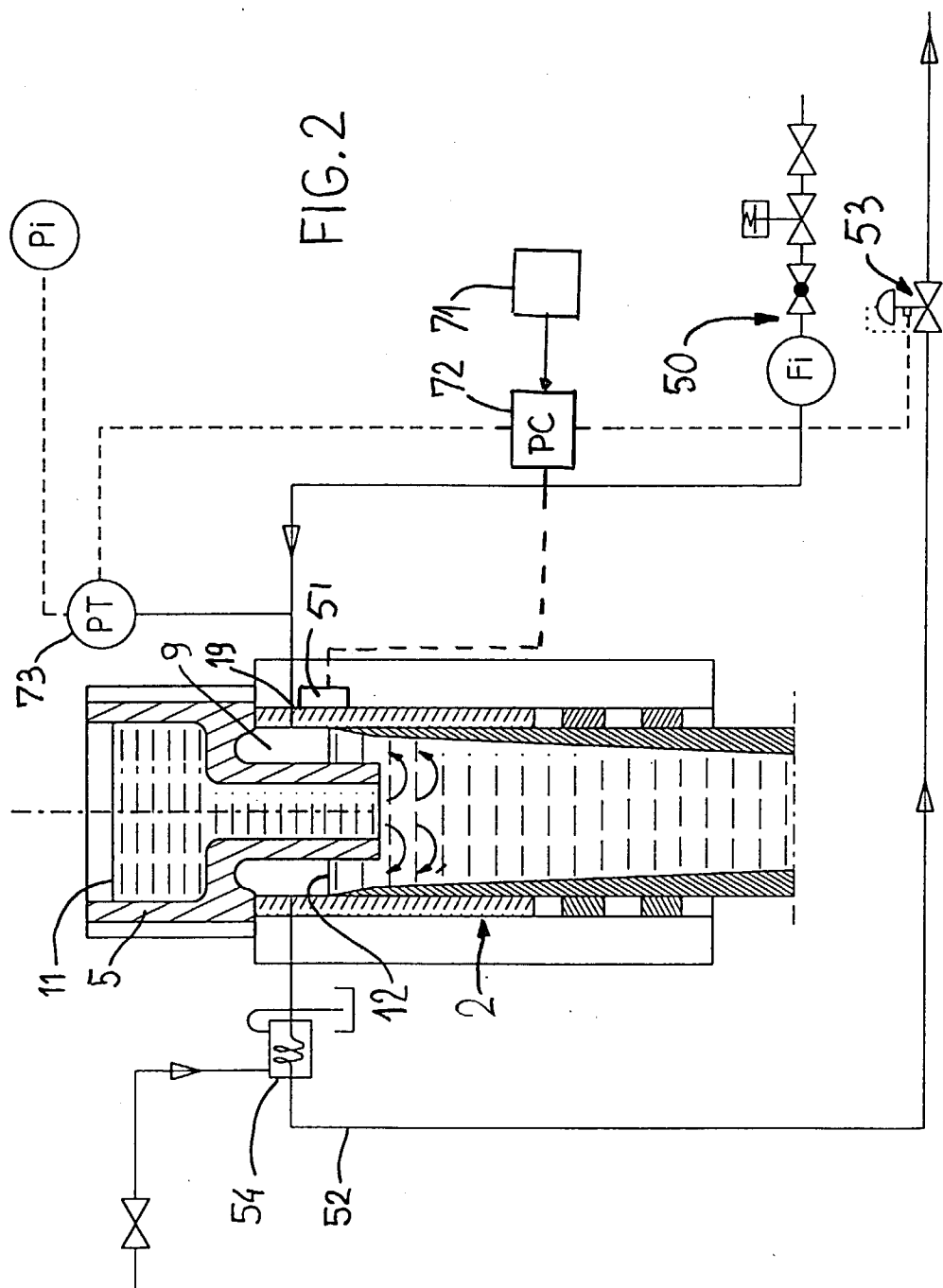
40

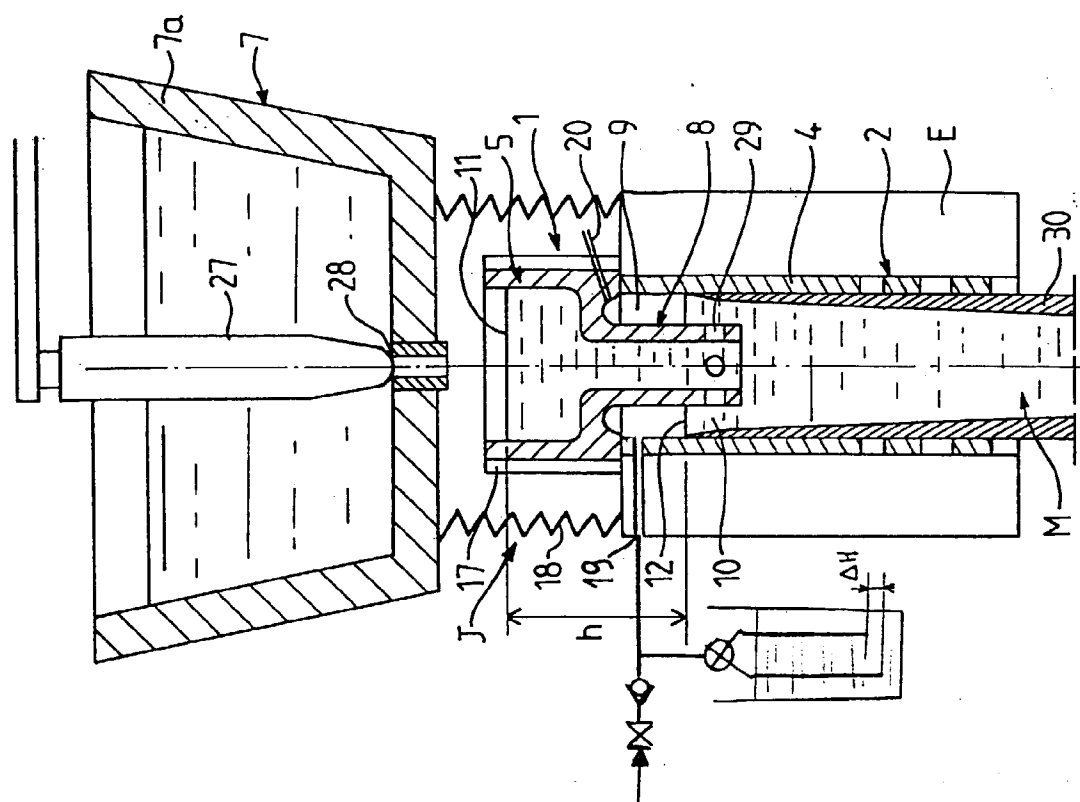
45

50

55







5.5

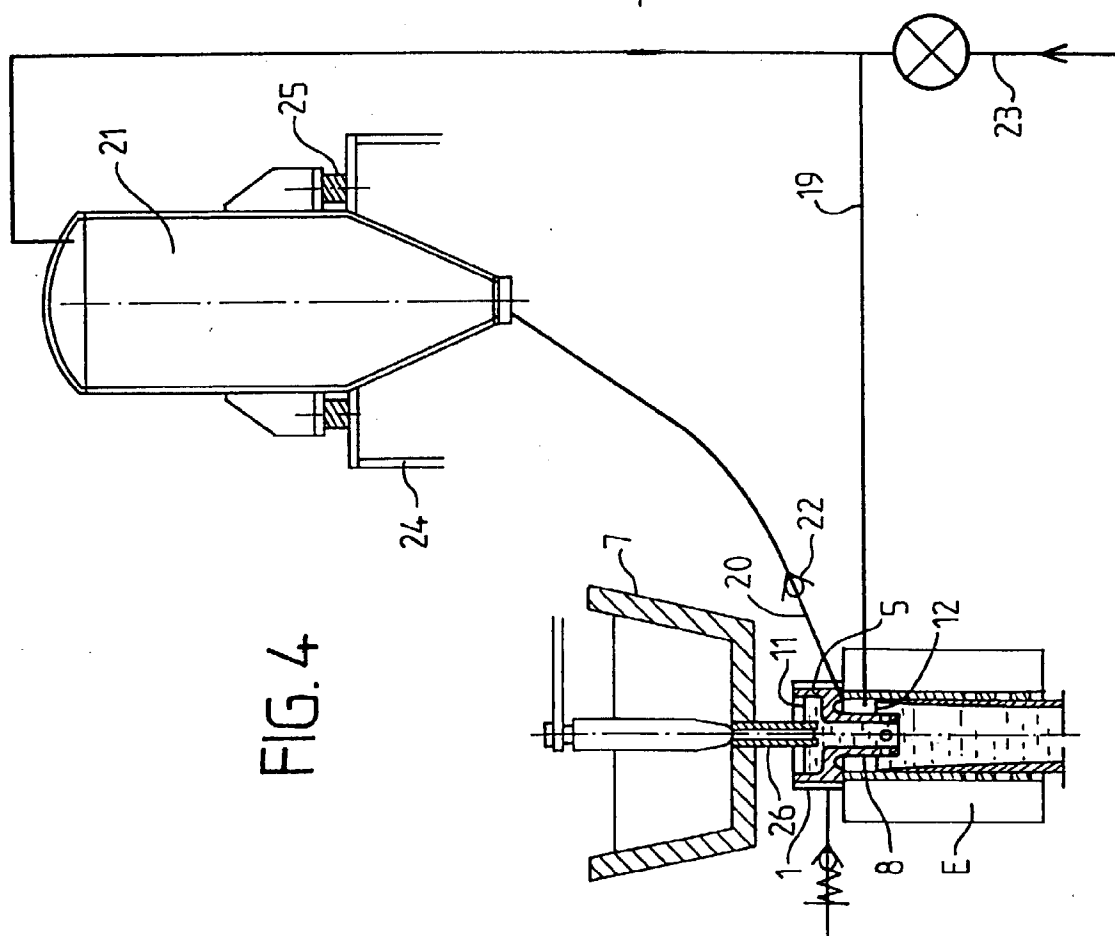


FIG. 4

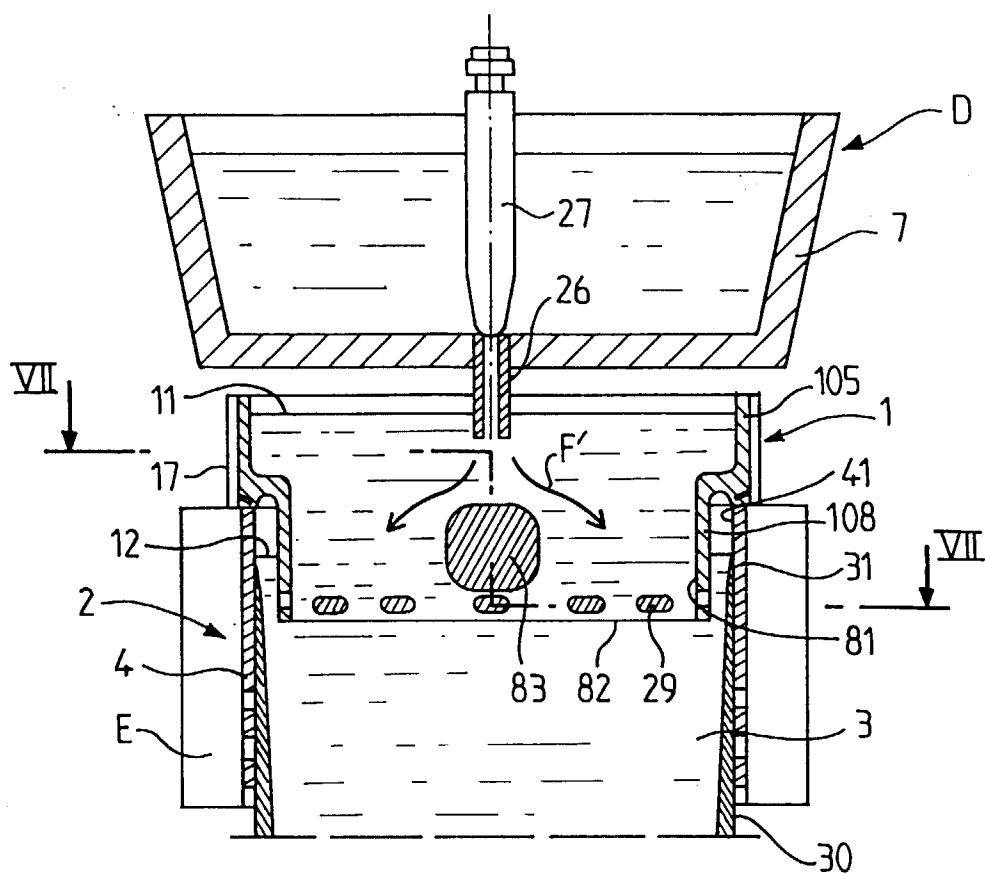


FIG. 6

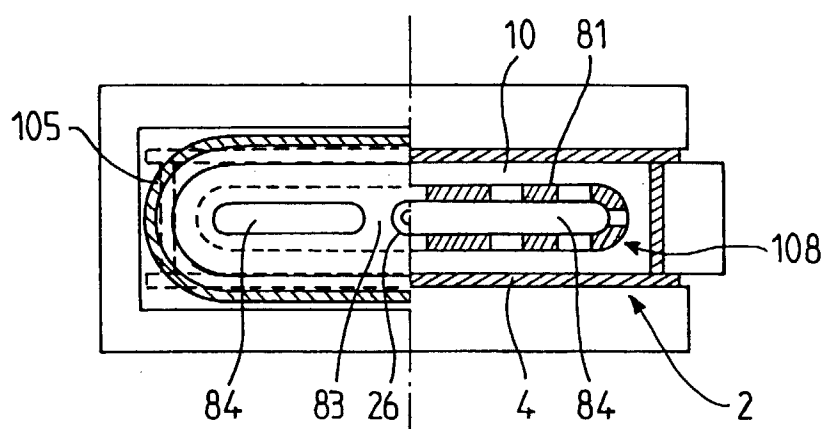


FIG. 7

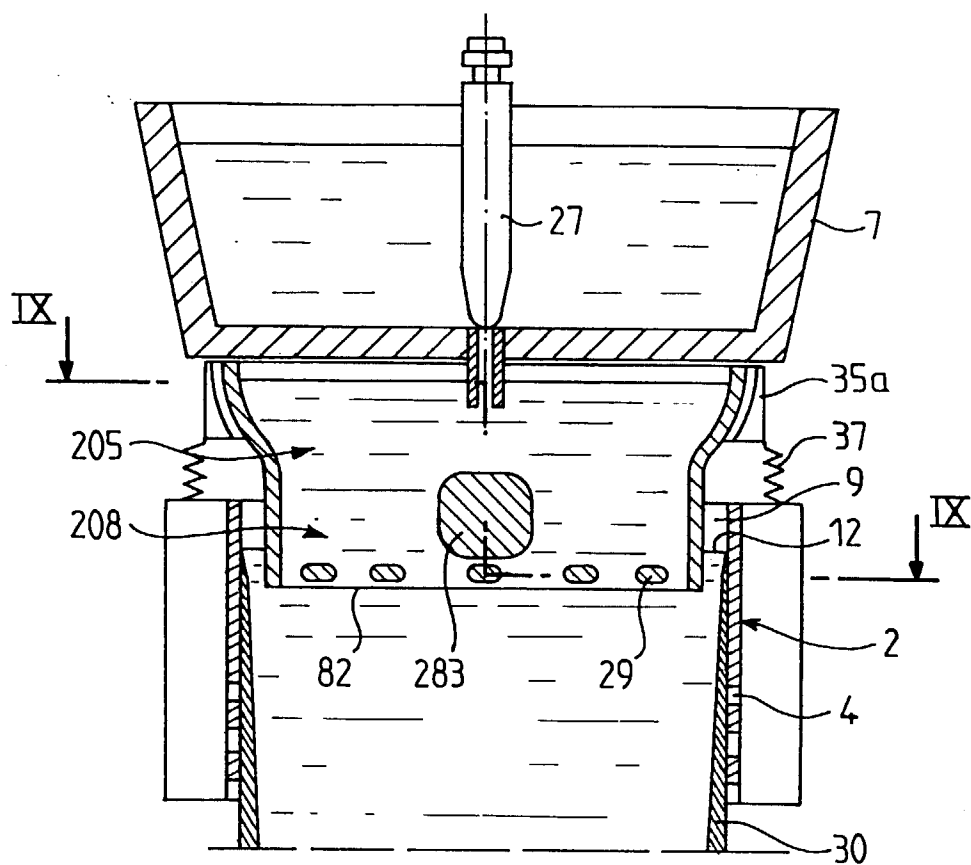


FIG. 8

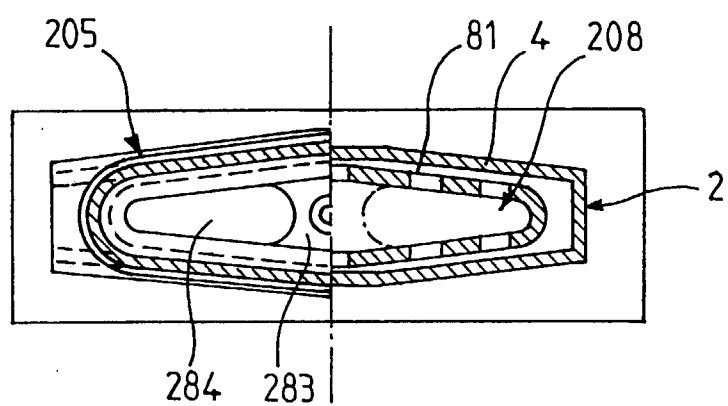
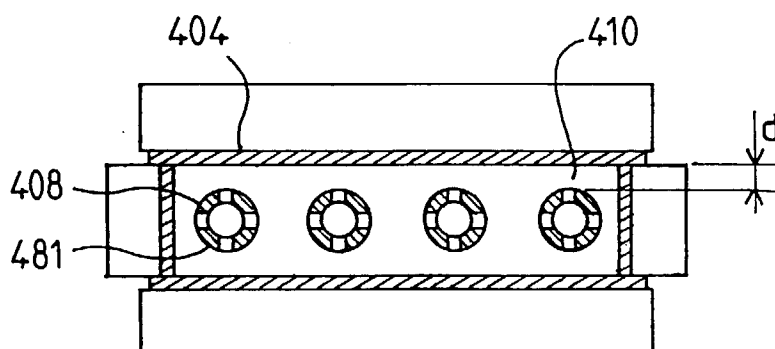
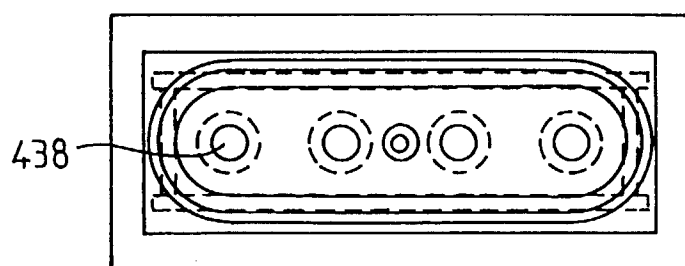
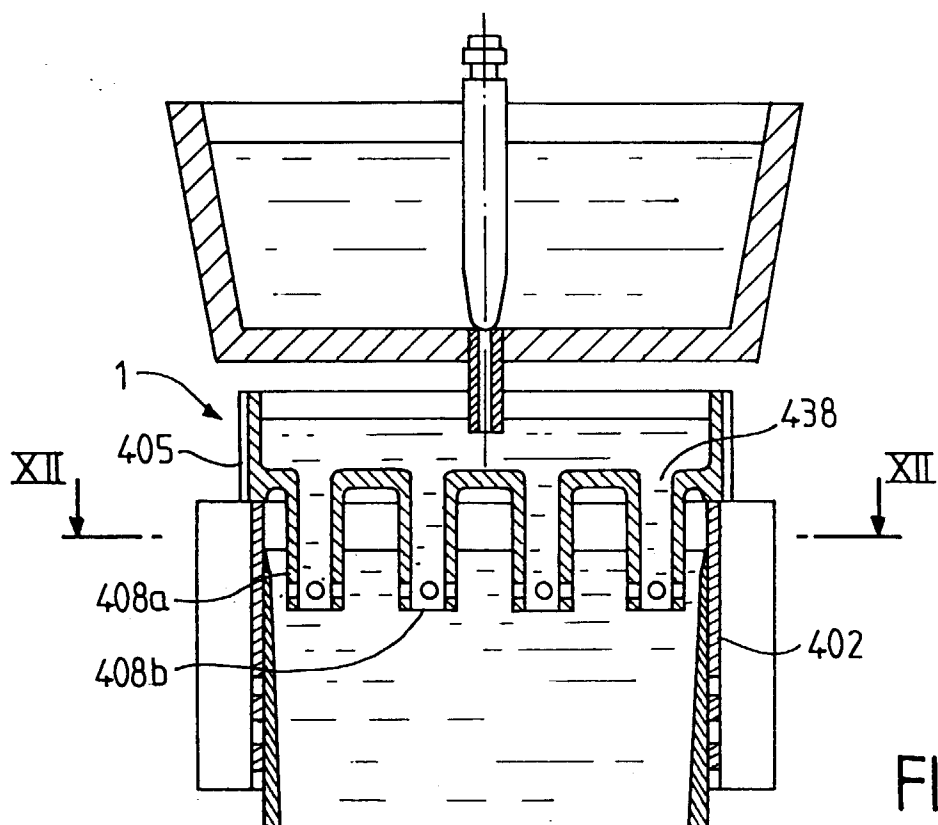


FIG. 9



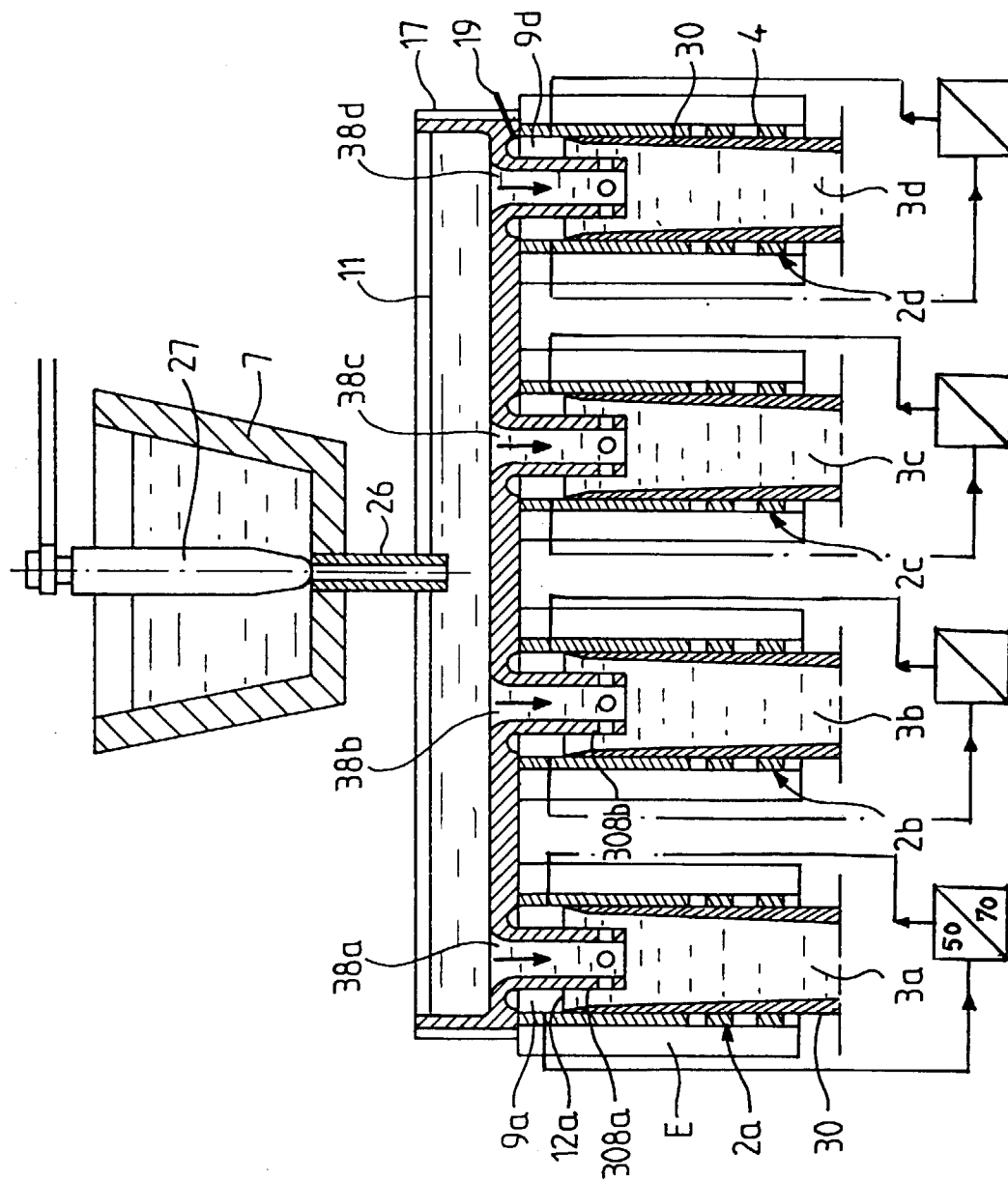


FIG. 13



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 99 40 0687

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
D,X	FR 2 359 662 A (SHOWA DENKO KK) 24 février 1978 (1978-02-24) * page 19, ligne 33 - ligne 36; revendications 1-5,16,17,19,20,26 * ---	1,2,17, 18	B22D11/04 B22D11/07 B22D11/16
X	EP 0 560 024 A (VAW VER ALUMINIUM WERKE AG) 15 septembre 1993 (1993-09-15) * revendications 1,17-19 * ---	1,6,23	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 142 (M-481), 24 mai 1986 (1986-05-24) & JP 61 001455 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA JUKOGYO KK), 7 janvier 1986 (1986-01-07) * abrégé * ---	1,17-20	
A	EP 0 005 820 B (CONCAST AG) 12 décembre 1979 (1979-12-12) * revendication 1 * ---	1,21	
D,A	DE 16 08 350 A (SCHLOEMANN AG) 10 décembre 1970 (1970-12-10) * page 6, colonne 3 - colonne 4; revendications 1,10-12 * ---	1,2,17	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) B22D
D,A	DE 33 40 844 C (MANNESMANN AG) 20 décembre 1984 (1984-12-20) * revendications 1-4; figures 1-4 * ---	1,2,12, 17	
A	DD 148 735 A (HIRSCHFELD HANS JOACHIM;SELICKE HARTMUT N; PANNING REINHARD G) 10 juin 1981 (1981-06-10) * le document en entier * -----	14	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 22 avril 1999	Examineur Kesten, W
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 99 40 0687

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

22-04-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2359662 A	24-02-1978	JP 1007387 C	31-07-1980
		JP 53015222 A	10-02-1978
		JP 54042847 B	17-12-1979
		JP 1028125 C	25-12-1980
		JP 53114730 A	06-10-1978
		JP 55018585 B	20-05-1980
		JP 1028132 C	25-12-1980
		JP 54013421 A	31-01-1979
		JP 55018586 B	20-05-1980
		CA 1082875 A	05-08-1980
		DE 2734388 A	02-02-1978
		NZ 185571 A	16-03-1981
		US 4157728 A,B	12-06-1979
EP 0560024 A	15-09-1993	DE 4203337 A	25-11-1993
		AT 136239 T	15-04-1996
		AU 654759 B	17-11-1994
		AU 3288293 A	12-08-1993
		CA 2088882 A,C	07-08-1993
		DE 59302083 D	09-05-1996
		JP 6088105 B	09-11-1994
		JP 6091351 A	05-04-1994
		NO 180155 B	18-11-1996
		US 5343933 A	06-09-1994
JP 61001455 A	07-01-1986	JP 1776147 C	28-07-1993
		JP 4064776 B	16-10-1992
EP 0005820 B	12-12-1979	CH 628543 A	15-03-1982
		AT 1934 T	15-12-1982
		EP 0005820 A	12-12-1979
		JP 54158334 A	14-12-1979
DE 1608350 A	10-12-1970	AUCUN	
DE 3340844 C	20-12-1984	JP 60115348 A	21-06-1985
		US 4751955 A	21-06-1988
DD 148735 A	10-06-1981	AUCUN	

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82