

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication : **2 647 698**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

21 N° d'enregistrement national : **89 07286**

51 Int Cl⁸ : B 22 D 11/10.

12 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** A1

22 Date de dépôt : 31 mai 1989.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 49 du 7 décembre 1990.

60 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

71 Demandeur(s) : *INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SI-
DERURGIE FRANÇAISE, IRSID. — FR.*

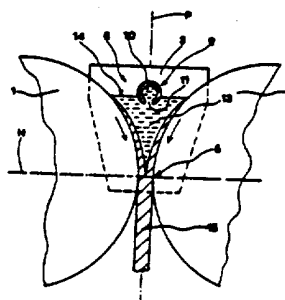
72 Inventeur(s) : Jacques Petegnief.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : Irsid, Techmetal Promotion.

54 Dispositif d'alimentation en métal liquide d'une installation de coulée continue de produits minces et procédé pour sa mise en œuvre.

57 Ce dispositif comporte une lingotière de coulée continue de produits minces dont les parois définissent un espace de coulée 6 dont la section, au niveau de sortie du produit coulé de ladite lingotière, est allongée dans une direction correspondant à la largeur du produit coulé, et a une longueur égale, à ladite largeur du produit. Il comprend une busette tubulaire horizontale 9, en communication avec au moins une tubulure d'amenée du métal, qui s'étend selon ladite direction, et comporte un ou des orifices 11, de sortie du métal liquide situés dans sa partie inférieure et selon une configuration telle que le ou lesdits orifices s'étendent sur la longueur de la busette. Ladite busette est située au niveau prévu du ménisque du métal 14 dans ladite lingotière et, conformément au procédé selon l'invention, on règle, lors de la coulée le niveau du métal liquide pour que la busette soit partiellement immergée dans ledit métal.



FR 2 647 698 - A1

**DISPOSITIF D'ALIMENTATION EN METAL LIQUIDE
D'UNE INSTALLATION DE COULEE CONTINUE DE PRODUITS MINCES
ET PROCEDE POUR SA MISE EN OEUVRE**

L'invention concerne la coulée continue de produits métalliques minces et plus particulièrement l'alimentation en métal liquide de l'espace de coulée défini par les parois d'une lingotière de coulée continue de section transversale allongée, adaptée à la coulée de tels produits, cette lingotière pouvant être du type à parois fixes ou du type à parois mobiles.

10 L'un des problèmes connus pour la coulée de métal dans une lingotière de section allongée est d'assurer une alimentation en métal liquide sensiblement homogène dans toute la section de la lingotière, pour, d'une part, assurer l'homogénéité du produit coulé en cours de solidification et après celle-ci et, d'autre part, éviter la
15 solidification du métal au niveau du ménisque dans les zones les plus éloignées de celles où se fait l'apport du métal en fusion. Par exemple l'alimentation d'une lingotière de ce type par une seule busette verticale placée au centre de la section horizontale de l'espace de coulée risque de conduire à des zones plus froides sur les
20 bords de l'espace de coulée et à une solidification prématurée du métal liquide dans lesdites zones. L'alimentation par une seule busette crée également dans le métal liquide contenu dans l'espace de coulée des mouvements de convection qui peuvent avoir une influence néfaste sur l'homogénéité du produit coulé.

25 Pour remédier à ces problèmes, il a déjà été proposé d'alimenter la lingotière par plusieurs busettes verticales réparties sur la largeur de l'espace de coulée. Cette solution présente toutefois l'inconvénient de multiplier le nombre de busettes et donc leur coût, et aussi d'accroître le risque de détérioration de celles-ci. De plus
30 si ces busettes sont émergées, il est nécessaire de protéger le jet de métal liquide qui en sort ; et si elles sont immergées, des ponts de solidification risquent de se former entre celles-ci ou entre les busettes et les parois de la lingotière dans le cas de lingotière à parois fixes, d'autant plus que dans ce cas, du fait de la faible
35 largeur de la section de l'espace de coulée, les grandes parois de la lingotière sont relativement peu espacées l'une de l'autre.

Quel que soit le cas, les mouvements de convection résultant des jets issus des busettes ne peuvent être supprimés, notamment parce qu'il n'est pas possible de placer de nombreuses busettes côte à côte

du fait de leur encombrement, et aussi parce que l'écoulement du métal liquide dans ces busettes se fait en charge et sous une pression ferrostatique nécessairement importante du fait de la hauteur de métal dans le répartiteur équipé de ces busettes.

5 Le but de la présente invention est de résoudre les différents problèmes évoqués ci-dessus, et notamment d'alimenter la lingotière en métal liquide de manière homogène sur toute la largeur de celle-ci.

Avec ces objectifs en vue, la présente invention a pour objet un dispositif d'alimentation en métal liquide d'une lingotière de coulée
10 continue de produits minces dont les parois définissent un espace de coulée dont la section, au niveau de sortie du produit coulé de ladite lingotière, est allongée dans une direction correspondant à la largeur du produit coulé, et a une longueur égale à ladite largeur du produit.

Selon l'invention ce dispositif est caractérisé en ce qu'il
15 comprend une busette tubulaire horizontale en communication avec au moins une tubulure d'amenée du métal, qui s'étend selon ladite direction correspondant à la largeur du produit coulé, et comporte un ou des orifices de sortie du métal liquide situé dans sa partie inférieure et selon une configuration telle que le ou lesdits orifices
20 s'étendent sur la longueur de la busette et en ce que ladite busette est située au niveau prévu du ménisque du métal dans ladite lingotière.

Avantageusement, la section totale du ou des orifices de sortie
25 du métal liquide est supérieure à la section de sortie de la lingotière.

Le dispositif selon l'invention présente notamment trois avantages particuliers. En premier lieu, la configuration de la busette sous forme d'un tube disposé horizontalement dans l'espace de coulée et pourvu de un ou plusieurs orifices s'étendant, ou répartis,
30 sur la longueur de la busette, permet une alimentation en métal liquide répartie sur toute la largeur de la lingotière par une seule busette tubulaire de réalisation aisée.

En second lieu, la disposition de cette busette à l'horizontale au niveau du ménisque du métal contenu dans la lingotière, permet
35 d'éviter le contact du métal liquide issu des orifices avec le milieu ambiant. De plus et surtout, elle permet de limiter les contraintes mécaniques auxquelles la busette est soumise. En effet, comme la section de l'espace de coulée est très allongée, la longueur de la busette est importante puisque l'on veut qu'elle couvre le plus possi-

ble la largeur de l'espace de coulée (c'est-à-dire la longueur de sa section). Comme par ailleurs, il est nécessaire de limiter l'encombrement transversal de la busette du fait de l'étroitesse de ladite section, le tube constituant la busette est donc de section
5 extérieure réduite ce qui, combiné à une section intérieure de celui-ci la plus grande possible pour limiter les pertes de charge et éviter le bouchage de la busette, conduit à une épaisseur de paroi de celle-ci réduite. Les impératifs de grande longueur et de faible section de la busette conduisent donc à une fragilité importante de
10 celle-ci réalisée en matériau réfractaire peu résistant à la flexion. Si la busette était émergée, le risque de rupture serait important, du fait de son propre poids et surtout de la masse de métal qu'elle contient, alors que ladite busette n'est soutenue que par ses extrémités ou même seulement par une seule. A l'inverse, si la busette
15 était totalement immergée, elle serait soumise par le métal coulé à une poussée d'Archimède non négligeable du fait de la faible densité du réfractaire qui la constitue par rapport à celle du métal coulé.

La disposition selon l'invention, où la busette est située au niveau du ménisque, de préférence partiellement immergée, permet de
20 limiter les contraintes mécaniques auxquelles elle est soumise, en régulant le niveau de métal dans la lingotière de manière à équilibrer sensiblement les efforts s'exerçant sur ladite busette. Autrement dit on réglera donc le niveau dans la lingotière de manière telle que l'ensemble formé par la busette et le métal qu'elle contient soit
25 quasiment "flottant" à la surface du métal liquide.

Un troisième avantage, résultant de la disposition préférentielle où la section totale des orifices de sortie est supérieure à la section du produit coulé, est de limiter la vitesse de sortie du métal par les orifices de la busette, et donc de limiter en
30 conséquence les mouvements de convection du métal liquide dans la lingotière.

Selon une disposition particulière de l'invention, la busette comporte plusieurs orifices sensiblement alignés selon sa génératrice inférieure, la section de chaque orifice croissant en fonction de la
35 distance entre ledit orifice et le point de raccordement de ladite tubulure d'amenée sur la busette.

Selon une autre disposition, la busette comporte un seul orifice sous forme de fente longitudinale dont la largeur croît avec la dis-

tance au point de raccordement de ladite tubulure d'amenée sur la busette.

Grâce à ces dispositions, la perte de charge de l'écoulement du métal dans le tube peut être compensée par l'augmentation de la section des orifices ou de la fente de sortie dans la zone la plus éloignée de la tubulure d'amenée, pour que le débit de métal issu de chaque orifice, ou de chaque zone de la fente, soit sensiblement constant, garantissant ainsi la meilleure homogénéité possible d'alimentation sur toute la largeur de la lingotière.

Préférentiellement ladite tubulure d'amenée du métal dans la busette débouche à une extrémité de celle-ci, ou encore on peut disposer deux tubulures d'amenée qui débouchent chacune à une extrémité de la busette. Cette disposition permet notamment d'alimenter la busette latéralement par rapport à la lingotière, au travers d'une de ses "petites parois" et donc permet de limiter la pression ferrostatique dans ladite busette.

On peut également envisager d'alimenter la busette à mi-longueur de celle-ci, soit vers le centre de la section de la lingotière.

D'autres caractéristiques et avantages apparaîtront dans la description qui va être faite à titre d'exemple d'un dispositif conforme à l'invention, pour l'alimentation en acier liquide d'une installation de coulée continue entre cylindres.

On se reportera aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une représentation schématique partielle d'une telle installation ;

- la figure 2 est une vue en coupe selon le plan de symétrie longitudinal P parallèle aux axes des cylindres, dans le cas d'une alimentation latéral par un seul côté ;

- la figure 3 est une vue analogue d'une variante dans le cas d'une alimentation par les deux côtés de la lingotière ;

- les figures 4 et 5 représentent deux variantes de disposition des orifices de sortie de la busette dans le cas représenté figure 2 ;

- les figures 6 et 7 représentent également deux variantes de disposition des ces orifices dans le cas représenté figure 3 ;

- les figures 8 et 9 représentent une troisième variante de disposition dans le cas d'une alimentation centrale de la busette par une tubulure verticale.

L'installation de coulée représentée à la figure 1 comporte deux

cylindres 1 et 2 refroidis et entraînés en rotation en sens inverse, et deux parois latérales, encore appelées petites faces 3, 4 maintenues contre les extrémités des cylindres. La portion des cylindres située au-dessus du col 5 entre les cylindres, c'est-à-dire au dessus du plan H passant par les axes de ceux-ci, définit avec les parois latérales 3, 4 un espace de coulée 6.

Dans le cas exemplifié, représenté à la figure 2, où l'alimentation en métal liquide de l'espace de coulée se fait latéralement à travers l'une des parois latérales, l'installation comporte un bac de distribution 7, situé à côté des cylindres. Ce bac de distribution communique par une tubulure 8 d'amenée du métal, qui traverse la paroi latérale 4 et débouche dans une busette d'alimentation 9.

Cette busette 9 s'étend horizontalement dans l'espace de coulée 6 sur pratiquement toute la largeur de celui-ci, définie par la distance entre les deux parois latérales 3 et 4. La busette 9 est constituée d'un tube 10 en matériau réfractaire, comportant dans sa partie inférieure et sur sensiblement toute sa longueur une fente longitudinale 11. La busette est située au niveau 14 prévu du ménisque du métal liquide contenu dans l'espace de coulée.

Lors de la coulée, le bac de distribution 7 est alimenté en métal liquide par un tube de coulée 12 fixé à une poche ou un distributeur, non représenté, qui contient le métal en fusion et est pourvu d'un dispositif de réglage du débit de métal.

Le métal liquide du bac de distribution s'écoule par la tubulure d'amenée 8 dans la busette 9 d'où il sort par la fente 11 pour alimenter l'espace de coulée.

Conformément à l'invention, le débit de métal liquide est réglé en permanence de manière à maintenir le niveau 14 du métal 13 contenu dans l'espace de coulée à hauteur de la busette 9. Ce métal, solidifié progressivement au contact des parois refroidies des cylindres 1 et 2, est extrait vers le bas du fait de la rotation des cylindres pour former le produit mince désiré 15.

Préférentiellement, on réglera le débit du métal coulé de façon que la busette 9 soit partiellement immergée dans le métal 13 contenu dans l'espace de coulée, ce qui évite de soumettre celle-ci à de fortes contraintes mécaniques, comme cela a été indiqué précédemment.

La fente 11 de la busette a une forme allongée et sa largeur

varie en fonction de la distance à la tubulure d'amenée 8. Ainsi que cela est représenté à la figure 4, la largeur de la fente est faible à son extrémité 16 la plus proche de ladite tubulure, et s'accroît progressivement jusqu'à son autre extrémité 17. Cette disposition permet en particulier de tenir compte de la perte de charge du métal liquide dans la busette pour assurer un débit le plus homogène possible sur toute la longueur de cette fente, et donc sur la largeur de l'espace de coulée, en compensant en quelque sorte ladite perte de charge dans la busette par une section de sortie accrue.

Le dessin de la figure 5 représente une variante de disposition des orifices de sortie de la busette, constitués ici par des orifices 18 percés radialement dans le tube 10 et alignés selon une des ses génératrices. Avec le même objectif que ci-dessus, qui est de rendre le débit d'alimentation le plus homogène possible sur toute la largeur de l'espace de coulée, ces orifices sont de section variable croissante d'une extrémité 9' de la busette voisine de la tubulure d'amenée 8 à l'extrémité 9" la plus éloignée de celle-ci.

La variante représentée figure 3 concerne une installation dans laquelle l'alimentation en métal liquide est réalisée à partir de deux bacs de distribution 7 et 7' respectivement de part et d'autre des parois latérales 3 et 4. Chacun de ces bacs est relié à une extrémité de la busette 9 par les tubulures d'amenée respectives 8 et 8'. La busette est alors constituée d'un tube 10' ouvert à ses deux extrémités, s'étendant sur toute la largeur de l'espace de coulée et traversant chacune des parois latérales 3, 4.

Dans le cas représenté à la figure 3, les orifices de sortie 18' de la busette sont constitués d'une pluralité de perçages alignés selon une génératrice de celle-ci et dont la section croît régulièrement à partir de chacune des extrémités de la busette vers le centre de celle-ci (voir figure 6). Ces orifices peuvent de même être réalisés sous forme d'une fente 11' dont la largeur s'accroît desdites extrémités vers le centre ainsi que représenté figure 7.

Ces différentes variantes de forme et répartition du ou des orifices de sortie de la busette ont toutes le même but exprimé précédemment de rendre l'alimentation de l'espace de coulée la plus homogène possible. Quelle que soit la variante, la section totale du ou desdits orifices est préférentiellement supérieure à la section du produit coulé c'est-à-dire à la section de l'espace défini entre les

cylindres 1 et 2 et les parois latérales 3 et 4, au niveau du col 5, ceci afin de réduire la plus possible la vitesse de sortie du métal par lesdits orifices pour limiter les mouvements de convection du métal liquide dans l'espace de coulée. Il est précisé que les formes, section et répartition du ou desdits orifices, représentés sur les
5 dessins ne sont pas limitatives, et ont de plus été volontairement représentés de manière à faciliter la compréhension des explications données ci-dessus, sans nécessairement respecter les proportions relatives entre les orifices et, d'une part, la busette, et, d'autre
10 part, la section du produit coulé.

En particulier la variation de section des orifices, ou de largeur de la fente, le long de la busette devra être adapté précisément en fonction des dimensions de la busette et de la section du produit coulé, et de la vitesse d'extraction de celui-ci.

15 Selon une autre variante encore, le dispositif peut être adapté à une alimentation de la busette par une seule tubulure d'amenée 8" (figure 9), qui peut être reliée directement à un répartiteur unique situé au-dessus des cylindres. Dans ce cas le tube 10" formant la busette est obturé à ses deux extrémités, et la tubulure d'amenée 8"
20 débouche dans celui-ci dans sa zone médiane. La disposition des orifices de sortie 18" de la busette est alors telle que représentée à la figure 8, où la section des orifices est minimale vers le milieu de la busette et croît vers ses extrémités.

Cette disposition présente l'avantage de désolidariser la
25 busette des parois latérales, mais, comme indiqué précédemment, peut entraîner une augmentation de la pression ferrostatique dans la busette susceptible d'accroître les mouvements de convection dans l'espace de coulée.

L'invention n'est pas limitée aux différentes variantes du
30 dispositif et au procédé qui viennent d'être décrits à titre d'exemple.

En particulier on pourra régler le débit de métal liquide pour maintenir le niveau dans l'espace de coulée seulement à hauteur des orifices de sortie de la busette, celle-ci n'étant donc pratiquement pas immergée. On peut ainsi, notamment dans le cas d'utilisation d'une
35 telle busette dans une lingotière de type classique, dont les parois de grandes dimensions sont alors sensiblement parallèles et verticales, éviter la formation de ponts de solidification entre la busette et lesdites parois, du fait que la distance entre les zones de

la busette au contact du métal coulé (c'est-à-dire dans ce cas seulement les bords de la fente ou des orifices de ladite busette) et lesdites parois est alors supérieure à l'intervalle séparant la surface extérieure de la busette, à hauteur de son axe, desdites parois.

5 On pourra aussi, notamment dans le cas où la tubulure d'amenée du métal dans la busette ne traverse pas les parois latérales 4, comme représenté à la figure 9, régler la position de la busette en fonction du niveau du métal liquide dans la lingotière pour maintenir la busette partiellement immergée dans le métal liquide ou pour maintenir les orifices de sortie de la busette audit niveau. Dans ce cas, le niveau de métal dans la lingotière pourra être réglé en fonction des divers paramètres de coulée, et on ajustera la position de la busette en fonction de ce niveau, par exemple en détectant ce niveau et en régulant, en fonction de cette mesure, la hauteur du répartiteur, ou d'un bac de distribution, qui porte ladite busette.

10 On pourra également, notamment dans le cas d'une installation comportant deux bacs de distribution situés de part et d'autre de l'installation, utiliser deux busettes axialement alignées et reliées chacune respectivement à un bac. Ces busettes sont alors obturées à leur extrémité, telles que celles représentées aux figures 4 ou 5, et pénètrent chacune dans l'espace de coulée presque jusqu'au milieu de celui-ci. Cette disposition permet notamment de diviser par deux la longueur du tube constituant la busette et ainsi d'en faciliter la fabrication. De plus elle peut permettre d'individualiser les débits de métal liquide selon l'un ou l'autre côté de l'espace de coulée.

REVENDEICATIONS

1) Dispositif d'alimentation en métal liquide d'une lingotière de coulée continue de produits minces dont les parois définissent un espace de coulée (6) dont la section, au niveau de sortie du produit coulé de ladite lingotière, est allongée dans une direction correspondant à la largeur du produit coulé, et a une longueur égale à ladite largeur du produit, caractérisé en ce qu'il comprend une busette tubulaire horizontale (9), en communication avec au moins une tubulure d'amenée du métal (8), qui s'étend selon ladite direction, et comporte un ou des orifices (11,18) de sortie du métal liquide situés dans sa partie inférieure et selon une configuration telle que le ou lesdits orifices s'étendent sur la longueur de la busette et en ce que ladite busette est située au niveau prévu du ménisque du métal (14) dans ladite lingotière.

2) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la busette comporte plusieurs orifices (18,18') sensiblement alignés selon sa génératrice inférieure, la section de chaque orifice croissant en fonction de la distance entre ledit orifice et le point de raccordement de ladite tubulure d'amenée (8,8') sur la busette.

3) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la busette comporte un seul orifice sous forme de fente longitudinale (11) dont la largeur croît avec la distance au point de raccordement de ladite tubulure d'amenée sur la busette.

4) Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la section totale du ou des orifices de la busette est supérieure à la section de sortie de la lingotière.

5) Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ladite tubulure d'amenée (8'') débouche dans la busette à mi-longueur de celle-ci.

6) Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que ladite tubulure d'amenée (8) débouche dans la busette à une de ses extrémités.

7) Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte deux tubulures d'amenée (8,8') qui débouchent chacun à une extrémité de ladite busette.

8) Busette tubulaire d'alimentation en métal liquide d'une installation de coulée continue de produits minces, comportant au moins un orifice d'entrée du métal, caractérisée en ce qu'elle compor-

te une pluralité d'orifices de sortie (18,18',18") sensiblement alignés selon une génératrice, et dont la section croît en fonction de la distance à ou auxdits orifices d'entrée.

5 9) Busette tubulaire d'alimentation en métal liquide d'une installation de coulée continue de produits minces, comportant au moins un orifice d'entrée, caractérisée en ce qu'elle comporte un orifice de sortie sous forme d'une fente longitudinale (11,11') dont la largeur croît en fonction de la distance à ou auxdits orifices d'entrée.

10 10) Procédé de coulée continue de produits métalliques minces caractérisé en ce que on utilise le dispositif selon l'une des revendications 1 à 7 et on règle en permanence le débit d'alimentation en métal liquide de la lingotière pour maintenir le niveau de la surface libre (14) du métal liquide contenu dans la lingotière à la
15 hauteur des orifices de sortie de la busette.

11) Procédé de coulée continue de produits métalliques minces caractérisé en ce que on utilise le dispositif selon l'une des revendications 1 à 7 et on règle en permanence le débit d'alimentation en métal liquide de la lingotière pour maintenir la busette
20 partiellement immergé dans ledit métal liquide.

12) Procédé de coulée continue de produits métalliques minces caractérisé en ce que on utilise le dispositif selon l'une des revendications 1 à 7 et on règle en permanence la position de la busette en fonction du niveau du métal liquide dans la lingotière pour
25 maintenir la busette partiellement immergée dans ledit métal liquide.

13) Procédé de coulée continue de produits métalliques minces caractérisé en ce que on utilise le dispositif selon l'une des revendications 1 à 7 et on règle en permanence la position de la busette en fonction du niveau du métal liquide dans la lingotière pour
30 maintenir les orifices de sortie de la busette audit niveau.

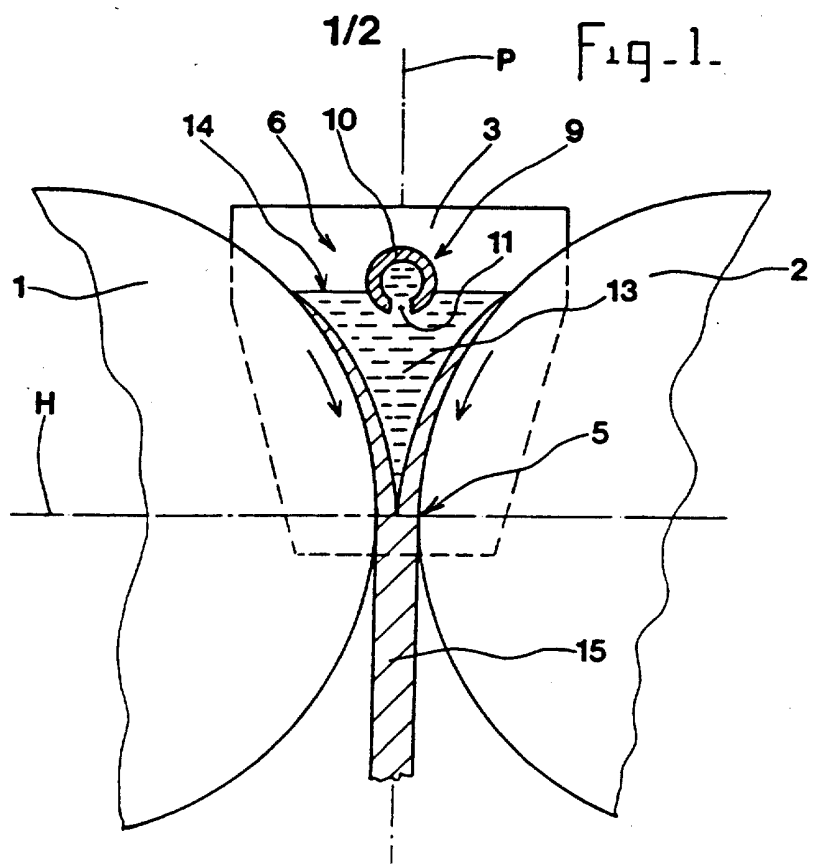
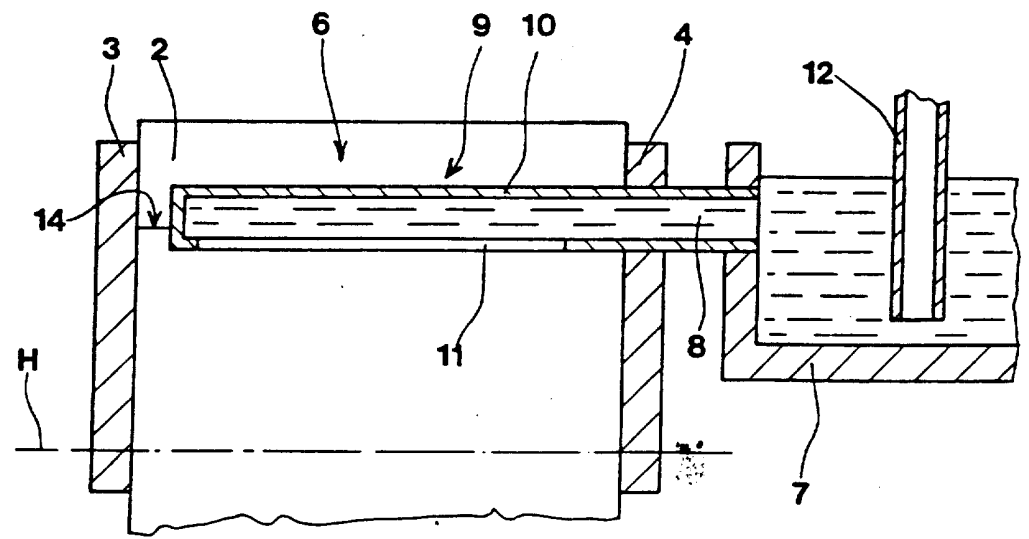


Fig-2.



2/2

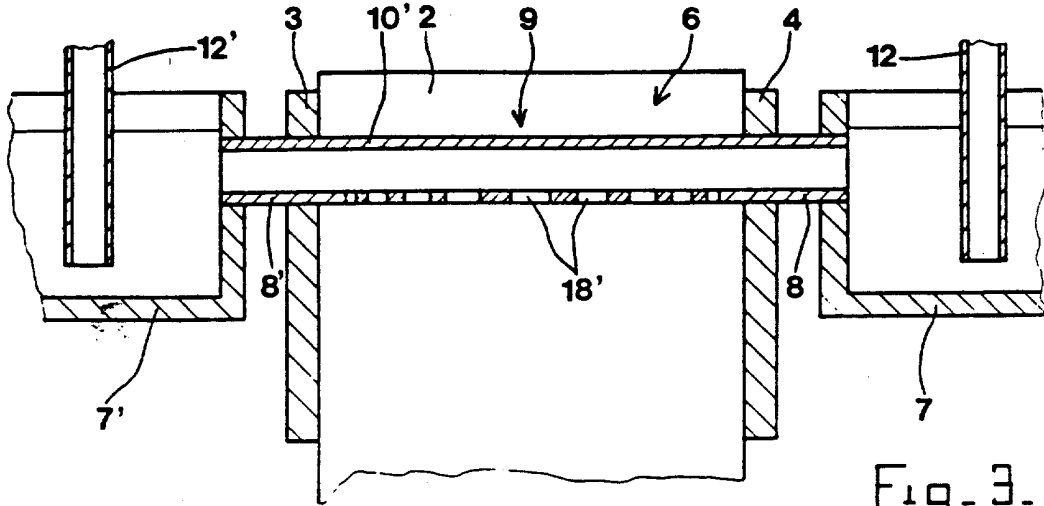


Fig. 3.



Fig. 4.

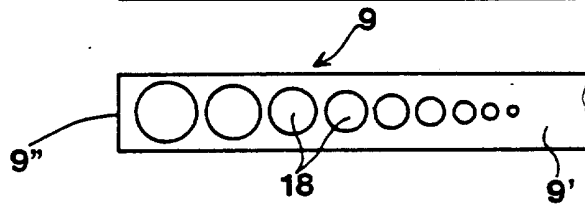


Fig. 5.

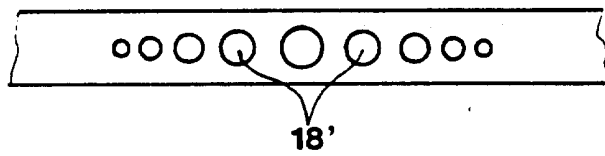


Fig. 6.



Fig. 7.

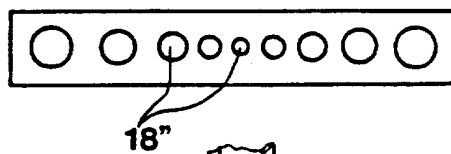


Fig. 8.

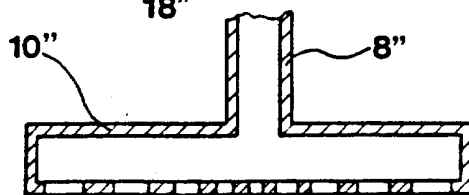


Fig. 9.