



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 936 007 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**07.05.2003 Bulletin 2003/19**

(51) Int Cl.7: **B22D 1/00, C21C 1/10,  
B22C 9/08**

(21) Numéro de dépôt: **99400242.6**

(22) Date de dépôt: **03.02.1999**

(54) **Dispositif pour filtrer et traiter du métal en fusion**

Vorrichtung zum Filtern und Behandeln von flüssigen Metallen

Device for filtering and treating molten metal

(84) Etats contractants désignés:  
**BE DE ES GB IT NL SE**

(30) Priorité: **11.02.1998 FR 9801634**

(43) Date de publication de la demande:  
**18.08.1999 Bulletin 1999/33**

(73) Titulaire: **DAUSSAN ET COMPAGNIE  
F-57146 Woippy Cédex (FR)**

(72) Inventeurs:

- **Daussan, Jean  
57000 Metz (FR)**
- **Daussan, Gérard  
57050 Longeville les Metz (FR)**

• **Daussan, Andrö  
57050 Longeville les Metz (FR)**

(74) Mandataire: **Keib, Gérard et al  
Novagraaf Technologies,  
122, rue Edouard Vaillant  
92593 Levallois Perret Cedex (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 249 897 EP-A- 0 578 517  
US-A- 3 658 115**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no.  
037 (C-473), 4 février 1988 & JP 62 185859 A  
(KUBOTA LTD), 14 août 1987**

**EP 0 936 007 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un dispositif pour filtrer et traiter du métal en fusion.

**[0002]** On connaît, d'après le EP-A-0 578 517 au nom de la Demanderesse, sur lequel est basé le préambule des revendications jointes, un dispositif pour filtrer et traiter du métal en fusion, comprenant une série d'au moins deux plaques filtrantes en matière minérale réfractaire percées de trous de filtration pour le passage et la filtration du métal en fusion, ces plaques étant maintenues à une distance prédéterminée l'une de l'autre par des parois périphériques de manière à ménager entre elles une cavité à l'intérieur de laquelle est logée une plaque d'un matériau de traitement dudit métal en fusion ayant une forme telle que, vue dans le sens de passage du métal liquide, la plaque laisse sur les plaques filtrantes au moins une région non recouverte.

**[0003]** La région de la première plaque filtrante (amont) non recouverte par la plaque de matériau de traitement comporte des trous de filtration libres qui permettent au métal en fusion de pénétrer dans la cavité, de venir en contact avec le matériau de traitement de la plaque, et de s'écouler autour de la plaque avant de quitter la cavité par les trous de filtration libres de la seconde plaque filtrante (aval).

**[0004]** On constate ainsi que le métal en fusion traverse librement le dispositif dès le début de la coulée, après avoir été en contact avec le matériau de traitement présent dans la cavité du dispositif, de sorte que l'on obtient un traitement du métal en fusion très homogène dès le début et jusqu'à la fin de la coulée dudit métal.

**[0005]** Un tel dispositif est adapté à être fabriqué par le fournisseur de filtre en fonction des exigences de l'utilisateur final.

**[0006]** L'utilisateur final, qui est en général une fonderie, a deux exigences contradictoires.

**[0007]** D'une part, sachant que le poids d'un même matériau de traitement doit être une fraction connue du poids du métal en fusion traversant le dispositif lors d'une opération de coulée prédéterminée, l'utilisateur a besoin de dispositifs contenant des poids respectifs prédéterminés différents de matériau de traitement constituant une série. Une telle série peut aller, par exemple dans le cas d'un matériau d'inoculation pour la coulée de fonte à graphite sphéroïdal, par paliers successifs de 10 grammes en 10 grammes ou de 20 grammes en 20 grammes, de dix grammes à 150 grammes ou plus.

**[0008]** En outre, on utilise des matériaux de traitement différents suivant la nature du métal en fusion à traiter, ces matériaux de traitement différents ayant des densités différentes et étant utilisés dans des proportions différentes par rapport au poids du métal en fusion à traiter.

**[0009]** D'autre part, et pour des raisons de standardisation des équipements utilisés, un utilisateur souhaite limiter au maximum le nombre de dispositifs de dimensions différentes nécessaire pour faire face à ses besoins.

**[0010]** La Demanderesse a donc été conduite à étudier la possibilité de placer, dans la cavité d'un même dispositif pour filtrer et traiter du métal en fusion, des quantités différentes de matériaux de traitement différents. Certains essais effectués par la Demanderesse ont montré dans certains cas une diminution de la qualité et/ou de l'homogénéité du traitement du métal en fusion au cours d'une opération de coulée.

**[0011]** Le but de la présente invention est de remédier aux inconvénients précités des dispositifs connus, et de proposer un dispositif du type précité capable de contenir des quantités différentes de divers matériaux de traitement tout en garantissant la qualité et l'homogénéité du traitement du métal en fusion au cours d'une opération de coulée.

**[0012]** Suivant un premier aspect de l'invention, le dispositif du type précité pour filtrer et traiter du métal en fusion est caractérisé en ce que le rapport entre le nombre des trous libres d'une plaque filtrante situés dans les régions non recouvertes par la plaque de matériau de traitement, d'une part, et le nombre total des trous de ladite plaque filtrante, d'autre part, n'est pas inférieur à 10%, et/ou n'est pas supérieur à 75%, avantageusement n'est pas inférieur à 20%, et/ou n'est pas supérieur à 65%, et de préférence n'est pas inférieur à 35%, et/ou n'est pas supérieur à 50%.

**[0013]** On comprend qu'il faut un pourcentage minimum de trous libres pour permettre le passage du métal en fusion à travers le dispositif selon l'invention dès le début d'une opération de coulée.

**[0014]** On comprend également que ce pourcentage de trous libres ne doit pas être trop grand : il faut en effet que la surface de contact de la plaque de matériau de traitement avec le métal en fusion soit suffisante pour permettre un passage régulier et suffisant du matériau de traitement dans ledit métal.

**[0015]** Ainsi, en contrôlant le rapport entre le nombre des trous libres et le nombre total des trous d'une plaque filtrante, il est possible d'introduire, dans la cavité d'un dispositif de dimensions prédéterminées, un nombre aussi grand que possible de plaques de poids différents de divers matériaux de traitement sans diminuer la qualité et l'homogénéité du traitement du métal en fusion. On garantit ainsi un nombre aussi réduit que possible de dispositifs de dimensions différentes.

**[0016]** Suivant une version avantageuse de l'invention, le rapport entre le volume laissé libre dans la cavité par la plaque de matériau de traitement, d'une part, et le volume total de ladite cavité, d'autre part, n'est pas inférieur à 20%, et/ou n'est pas supérieur à 80%, avantageusement n'est pas inférieur à 30%, et/ou n'est pas supérieur à 75%, et de préférence, n'est pas inférieur à 35%, et/ou n'est pas supérieur à 72%.

**[0017]** On comprend qu'il faut un pourcentage minimum de volume laissé libre par la plaque de matériau de traitement

à l'intérieur de la cavité pour permettre le passage du métal en fusion dans ce volume libre au contact du matériau de traitement dès le début et pendant toute la durée de la coulée.

**[0018]** On comprend également que ce pourcentage de volume libre ne doit pas être trop grand. Il faut en effet que les conditions de contact entre le métal en fusion et le matériau de traitement restent sensiblement régulières et constantes pendant toute la durée de la coulée pour assurer une qualité régulière, homogène, fiable et reproductible du traitement du métal en fusion pendant cette durée.

**[0019]** Suivant une version préférée de l'invention, pour un traitement d'inoculation de fonte en fusion, le rapport exprimé en  $\text{dm} \times \text{sec}$  entre le poids du métal coulé en kg, d'une part, et le module de la pastille en  $\text{dm}$  multiplié par la vitesse du métal coulé à l'intérieur de la cavité du filtre, exprimée en  $\text{dm}/\text{sec}$ , d'autre part, est compris dans la plage  $70d \pm 50\%$ , avantageusement dans la plage  $70d \pm 35\%$ , de préférence dans la plage  $70d \pm 20\%$ ,  $d$  étant la masse spécifique du métal en fusion en  $\text{kg}/\text{dm}^3$ .

**[0020]** L'invention concerne également, suivant un autre aspect de celle-ci, l'utilisation d'un dispositif suivant le premier aspect de l'invention dans un procédé de coulée en moule de métal en fusion comportant les étapes d'interposition d'un filtre et d'un matériau de traitement sur le passage du métal avant l'entrée dudit métal dans le moule proprement dit.

**[0021]** D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront dans la description ci-après.

**[0022]** Aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 est une vue en coupe transversale, suivant I-I à la figure 2, d'un mode de réalisation d'un dispositif suivant la présente invention, ce dispositif contenant, dans sa moitié gauche à la figure, une plaque de matériau de traitement d'une première forme, et dans sa moitié droite à la figure, une plaque de matériau de traitement d'une autre forme ;
- la figure 2 est une vue de dessus du dispositif de la figure 1, la plaque filtrante amont étant enlevée pour la clarté du dessin.

**[0023]** On a représenté aux figures un dispositif 1 pour filtrer et traiter du métal en fusion.

**[0024]** Ce dispositif comprend une série d'au moins deux plaques filtrantes 2, 3 en matière minérale réfractaire percées de trous 4, 4a de filtration pour le passage et la filtration du métal en fusion. On n'a représenté aux figures 1 et 2 qu'une partie des trous 4, 4a de filtration dans un souci de clarté de ces figures.

**[0025]** Ces plaques sont maintenues à une distance prédéterminée l'une de l'autre par des parois périphériques 5 de manière à ménager entre elles une cavité 6 à l'intérieur de laquelle est logée une plaque 7 d'un matériau de traitement dudit métal en fusion ayant une forme telle que, vue dans le sens 8 du passage du métal en fusion, la plaque 7 laisse sur les plaques filtrantes 2, 3 au moins une région 9 non recouverte.

**[0026]** Dans le sens de la flèche 8 représentant à la figure 1 le sens de passage du métal en fusion, la plaque 2 est la plaque amont, ou plaque supérieure, et la plaque filtrante 3 est la plaque aval, ou plaque inférieure.

**[0027]** Dans la réalisation de la figure 1, chaque plaque filtrante 2, 3 présente des parois périphériques latérales 5 en saillie dirigées l'une vers l'autre en ménageant la cavité 6. Dans cet exemple, les deux plaques filtrantes 2, 3 sont réunies l'une à l'autre par un joint 15, par exemple en ciment réfractaire.

**[0028]** Un tel dispositif 1 est adapté à être utilisé dans un procédé de coulée en moule de métal en fusion comprenant les étapes d'interposition d'un filtre et d'un matériau de traitement sur le passage du métal en fusion avant l'entrée dudit métal dans le moule proprement dit.

**[0029]** Suivant l'invention, le rapport R1 entre le nombre des trous libres 4a d'une plaque filtrante 2, 3 situés dans les régions 9 non recouvertes par la plaque 7 de matériau de traitement, d'une part, et le nombre total des trous 4, 4a de ladite plaque filtrante 2, 3, d'autre part, n'est pas inférieur à 10%, et/ou n'est pas supérieur à 75%.

**[0030]** Par souci de clarté, il y a lieu de préciser ici que ceci signifie que le rapport R1 remplit, soit l'une, soit l'autre, soit l'ensemble des deux conditions ci-dessous :

- R1 n'est pas inférieur à 10% ;
- R1 n'est pas supérieur à 75%.

**[0031]** Avantageusement, le rapport R1 n'est pas inférieur à 20%, et/ou n'est pas supérieur à 65%.

**[0032]** De préférence, le rapport R1 n'est pas inférieur à 35%, et/ou n'est pas supérieur à 50%.

**[0033]** De la même manière, le rapport R2 entre le volume laissé libre dans la cavité 6 par la plaque 7 de matériau de traitement, d'une part, et le volume total de ladite cavité 6, d'autre part, n'est pas inférieur à 20%, et/ou n'est pas supérieur à 80%.

**[0034]** Ceci signifie que le rapport R2 remplit soit l'une, soit l'autre, soit l'ensemble des deux conditions ci-dessous :

- R2 n'est pas inférieur à 20% ;
- R2 n'est pas supérieur à 80%.

- [0035]** Avantageusement le rapport R2 n'est pas inférieur à 30%, et/ou n'est pas supérieur à 75%.
- [0036]** De préférence le rapport R2 n'est pas inférieur à 35%, et/ou n'est pas supérieur à 72%.
- [0037]** De façon connue en soi, le matériau de traitement formant la plaque 7 est choisi parmi les produits désulfurants, thermogènes, inoculants, sphéroïdisants, recarburants, affinants, modificateurs, et les alliages d'addition.
- 5 **[0038]** De façon connue, le poids du matériau de traitement est compris entre 0,001% et 1% environ du poids du métal en fusion à traiter.
- [0039]** Les trous de filtration 4, 4a ont, en général, un diamètre compris entre 1,5 et 3 mm environ, de préférence entre 1,8 et 2,5 mm environ.
- 10 **[0040]** Le matériau de traitement formant la plaque 7 est avantagement un matériau inoculant choisi parmi les composés suivants : alliage de fer, magnésium et composés du magnésium, calcium et ses composés de baryum, silicium, zirconium, aluminium, terres rares, graphite, carbone, pour un traitement d'inoculation de fonte en fusion.
- [0041]** Dans l'exemple représenté dans la moitié gauche des figures 1 et 2, la plaque 7 a en projection sur un plan perpendiculaire au sens 8 de passage du métal, un contour extérieur octogonal 10 et présente un trou central 11 dont le diamètre est supérieur à celui des trous de filtration 4, 4a.
- 15 **[0042]** Dans l'exemple représenté dans la moitié droite des figures 1 et 2, la plaque 7 a en projection la forme d'une couronne circulaire délimitée par un contour circulaire extérieur 12 dont le diamètre est légèrement inférieur à la largeur de la cavité qui a ici une section carrée, et un contour circulaire intérieur 13.
- [0043]** Les plaques filtrantes 2 et 3 sont des plaques en matière minérale réfractaire cuites au four. Les trous 4, 4a, qui ont tous le même diamètre dans l'exemple représenté aux figures, pourraient avoir des diamètres différents sur une plaque 2, 3 par rapport à l'autre plaque 3, 2, ou sur une même plaque.
- 20 **[0044]** Les plaques 2, 3 peuvent être fabriquées avec leurs trous, par moulage sous pression, ou par extrusion sous pression, puis sont cuites au four.
- [0045]** Elles peuvent comporter les parois périphériques 5 en saillie représentées aux figures. Elles peuvent également ne pas comporter de telles parois et être assemblées l'une à l'autre au moyen d'une entretoise périphérique, avec deux joints tels que 15.
- 25 **[0046]** Les plaques filtrantes 2, 3 peuvent avoir un contour extérieur de forme quelconque, carrée comme dans l'exemple représenté, mais aussi ronde, rectangulaire ou autre.
- [0047]** De même la cavité 6 peut avoir un contour intérieur de forme quelconque adaptée à celle du contour extérieur des plaques filtrantes 2, 3.
- 30 **[0048]** La plaque 7 en matériau de traitement a pour sa part un contour extérieur dont la forme est adaptée à celle du contour intérieur de la cavité, de manière que la plaque 7 puisse être introduite dans la cavité 6 en laissant un nombre de trous libres 4a sur les plaques filtrantes 2, 3 adapté à permettre un traitement de qualité régulière, homogène, efficace, fiable et reproductible, du métal en fusion pendant toute la durée de l'opération de coulée.
- [0049]** Les valeurs indiquées ci-dessus pour le rapport entre le nombre de trous libres 4a d'une plaque filtrante 2, 3 et le nombre total des trous 4, 4a de ladite plaque, s'entendent bien entendu dans l'hypothèse où les trous 4, 4a ont tous le même diamètre.
- 35 **[0050]** Dans ce cas, le rapport entre les nombres de trous respectifs est égal au rapport entre les sections de passage des trous respectifs, et sensiblement égal au rapport entre la surface des régions 9 non recouvertes, d'une part, et la surface totale de la cavité, d'autre part.
- 40 **[0051]** Ainsi dans l'exemple représenté dans la moitié gauche des figures 1 et 2, on peut vérifier, d'après les dimensions reproduites que la plaque 7 de matériau de traitement de forme octogonale a, en projection, une superficie telle que le rapport entre la superficie des régions 9 non recouvertes par la plaque 7, d'une part, et la superficie totale de la cavité, d'autre part, est d'environ 41%. Par voie de conséquence, le rapport entre le nombre de trous libres et le nombre total de trous est d'environ 41%.
- 45 **[0052]** De même, dans l'exemple représenté dans la moitié droite des figures 1 et 2, on peut vérifier, d'après les dimensions reproduites, que la plaque 7 de matériau de traitement en forme de couronne circulaire a, en projection, une superficie telle que le rapport entre la superficie des régions 9 non recouvertes par la plaque 7, d'une part, et la superficie totale de la cavité 6, d'autre part, est d'environ 53%. Par voie de conséquence, le rapport entre le nombre de trous libres et le nombre total de trous est d'environ 53%.
- 50 **[0053]** On peut également vérifier que le rapport R2 entre le volume laissé libre dans la cavité 6 par la plaque 7 de matériau de traitement, d'une part, et le volume total de la cavité 6, d'autre part, compte tenu des épaisseurs représentées pour la cavité 6 et la plaque 7, est d'environ 61% pour la plaque octogonale de la moitié gauche des figures, et d'environ 69% pour la plaque en forme de couronne cylindrique de la moitié droite des figures.
- 55 **[0054]** Les tableaux 1 et 2 récapitulent, dans les exemples 1 à 17, les caractéristiques d'essais effectués par la demanderesse à titre privé et confidentiel. Ces tableaux indiquent pour chaque filtre, la longueur L, la largeur l, la hauteur h du filtre et le rayon  $\varnothing$  des trous, le tout en millimètres, le poids en gramme de la pastille, pour chaque filtre, la surface frontale a, en mm<sup>2</sup>, le nombre de trous b, le diamètre des trous c, la surface de passage d en mm<sup>2</sup> pour l'ensemble des trous, pour la cavité du filtre, la surface e de la cavité en mm<sup>2</sup>, la hauteur f de la cavité en mm, le volume

g de la cavité en mm<sup>3</sup>, pour la pastille de matériau de traitement, son diamètre h en mm, sa hauteur i en mm, sa surface frontale j en mm<sup>2</sup>, sa surface totale développée k en mm<sup>2</sup>, son volume l en mm<sup>3</sup>, son module  $M = l/k$  en dm, le nombre n des trous de la chambre bouchés par la pastille, le rapport R1 du nombre n des trous bouchés par rapport au nombre total b des trous du filtre, la surface p non bouchée par la pastille, en mm<sup>2</sup>, le rapport  $R1 = p/e$  en %, le volume libre r en mm<sup>3</sup> occupé par la pastille ( $r = g-1$ ), le rapport R2 en % entre le volume r laissé libre dans la cavité par la pastille, et le volume total g de cette cavité ( $R2 = r/g$ ).

**[0055]** Les exemples 5 et 6 n'ont pas donné des résultats totalement satisfaisants, et sont à l'origine de la limite inférieure égale à 10% pour le rapport R1, ainsi qu'à la limite inférieure, égale à 20% pour le rapport R2. Les cas les plus difficiles, dans lesquels on coule en même temps plusieurs pièces identiques ou non dans des alvéoles réparties autour du canal de coulée d'un même moule, ont permis de déterminer les limites inférieure et supérieure des plages avantageuses et préférées pour les deux rapports R1 et R2.

**[0056]** Le tableaux 1 et 2 montrent que le matériau de traitement est avantageusement sous la forme d'une plaque ou pastille dont le module M, ou rapport entre le volume et la surface développée totale de ladite plaque ou pastille, est une fonction croissante du poids de ladite pastille.

**[0057]** Le tableau 2 démontre que le module M de la pastille est supérieur à au moins 0,0050 dm, avantageusement à au moins 0,0100 dm, de préférence à au moins 0,0150 dm.

**[0058]** Or, le poids de matériau de traitement est une proportion connue du poids du métal coulé dans une opération de coulée. Dans un moule donné et avec un filtre donné, le temps de coulée est sensiblement proportionnel au poids du métal en fusion à couler et à traiter.

**[0059]** Le tableau 3 regroupe 6 exemples 21 à 26 pour chacun desquels on a indiqué les caractéristiques d'un filtre et d'une pastille correspondante.

**[0060]** Comme le rapport entre le poids du matériau de traitement et le poids du métal en fusion à traiter peut varier dans certaines limites autour d'un pourcentage moyen, une même pastille de matériau de traitement et un même filtre peuvent être utilisés pour des poids de métal coulé compris dans une certaine plage de part et d'autre d'un poids de métal coulé moyen. Dans ces conditions, le temps de coulée est sensiblement proportionnel au poids du métal coulé à traiter.

**[0061]** Le tableau 3 indique donc, pour chacun des 6 exemples de filtres et de pastilles, une plage de poids de métal coulé et une plage de temps de coulée.

**[0062]** La demanderesse s'est intéressée au rapport R3 défini comme étant le rapport entre le poids de métal coulé à traiter, d'une part, et d'autre part, le module de la pastille de matériau de traitement multiplié par la vitesse du métal coulé dans le filtre.

**[0063]** Le module de la pastille est défini par le rapport M entre le volume et la surface développée totale de cette pastille.

**[0064]** Par ailleurs, la vitesse du métal coulé à l'intérieur du filtre est égale au rapport entre le poids de métal coulé d'une part, et d'autre part, la surface de la chambre multipliée par le temps de coulée et par la masse spécifique d du métal en fusion.

**[0065]** On a donc R3 égale  $S(p) \times d \times S(c) \times (t) / V(p)$  où S(p) égale la surface développée totale de la pastille en dm<sup>2</sup>, d égale le poids spécifique du métal en fusion, S(c) égale la surface frontale de la cavité du filtre, en dm<sup>2</sup>

t égale le temps en secondes

V(p) égale le volume de la pastille en dm<sup>3</sup>

**[0066]** On a donc S(c)

$$R3 = \frac{S(c) \times t \times d}{M(p)}$$

**[0067]** On a indiqué au tableau 3 la valeur du rapport R3 obtenu pour le temps moyen de coulée dans chacun des 6 exemples.

**[0068]** On peut constater un regroupement des valeurs de ce rapport R3 autour de 70d, ce qui est tout à fait surprenant.

**[0069]** Les valeurs du tableau 3 correspondant à un traitement d'inoculation de fonte en fusion, et en tenant compte des limites des plages considérées pour le poids de coulée ou le temps de coulée, la demanderesse a été amenée à prendre comme critère de détermination de la géométrie des pastilles d'une part et des filtres d'autre part, la règle selon laquelle le rapport R3 exprimé en dm x sec, entre le poids P du métal coulé, en kg d'une part, et le module M de la pastille en dm multiplié par la vitesse du métal coulé à l'intérieur de la chambre du filtre exprimée en dm/sec, d'autre part, est compris dans la plage de  $70d \pm 50\%$ , avantageusement dans la plage  $70d \pm 35\%$ , de préférence dans la plage  $70d \pm 20\%$ , d étant la masse spécifique du métal en fusion en kg/dm<sup>3</sup>.

**[0070]** La demanderesse a également cherché à voir si elle ne pouvait pas définir un critère spécifique des dimensions géométriques de la pastille considérée seule.

**[0071]** Elle a donc réuni dans le tableau 4 douze exemples 31 à 42 de pastilles dont les poids vont de 10g à 110g, en choisissant pour plusieurs poids de pastille, deux géométries nettement différentes correspondant l'une à un diamètre relativement faible et à une épaisseur relativement importante, l'autre à un diamètre relativement important associé à une hauteur plus faible.

**[0072]** La demanderesse s'est intéressée à un premier rapport R4 défini comme étant égal à la racine carrée du poids de la pastille divisée par le module M de celle-ci.

**[0073]** La demanderesse a ainsi été conduite à conclure que la pastille de matériau de traitement est avantageusement dimensionnée de façon telle que le rapport R4 entre la racine carrée de son poids P en grammes, d'une part, et son module M en décimètres, d'autre part, est compris entre 80 et 280, avantageusement entre 100 et 260, de préférence entre 120 et 250.

**[0074]** Parallèlement, la demanderesse s'est également intéressée à la valeur du rapport R5, qui est le rapport entre la racine cubique du poids P d'une pastille, en grammes, d'une part, et son module M en décimètres d'autre part.

**[0075]** Elle a été amenée à définir comme critère de dimensionnement des pastilles, la règle selon laquelle le rapport R5 est utilement compris entre 50 et 170, avantageusement entre 60 et 160, de préférence entre 75 et 130.

**[0076]** Les plages ainsi indiquées pour le rapport R5 sont plus étroites que celles indiquées ci-dessus pour le rapport R4. Ceci peut probablement s'expliquer du fait que le rapport R5 est un nombre sans dimension car son numérateur, la racine cubique du poids, est proportionnelle à la racine cubique du volume, et peut s'exprimer en décimètres, comme son dénominateur, le module M.

**[0077]** Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation que l'on vient de décrire, et on peut apporter à ceux-ci de nombreux changements et modifications sans sortir du domaine de l'invention tel que défini par les revendications jointes.

**[0078]** En particulier, les exemples 21 à 26 et 31 à 42 concernent des traitements connus d'inoculation de fonte liquide, quelle que soit la qualité de fonte visée, fonte grise, fonte vermiculaire, fonte à graphite sphéroïdal ou autre.

**[0079]** Le dispositif selon l'invention peut bien entendu être utilisé pour le traitement d'autres métaux en fusion, en particulier l'aluminium et ses alliages, les alliages légers en général, d'autres métaux ferreux et non ferreux.

TABLEAU I

	FILTRE		PASTILLE		FILTRE				CAVITE DU FILTRE		
	L x l x h x Ø en mm	poids en g	surface Frontale (mm <sup>2</sup> ) (a)	Nombre de trous (b)	Ø des trous (mm) (c)	surface de passage (mm <sup>2</sup> ) (d)	surface cavité (mm <sup>2</sup> ) (e)	Hauteur cavité (mm) (f)	Volume cavité (mm <sup>3</sup> ) (g)		
EXEMPLE 1	40 x 40 x 22 x 2,5	10	1600	95	2,35	412	1024	11	11264		
EXEMPLE 2	50 x 50 x 22 x 2	10	2500	336	1,85	903	1936	8	15488		
EXEMPLE 3	50 x 50 x 22 x 2,5	10	2500	176	2,35	763	1764	8	14112		
EXEMPLE 4	Ø 50 x 21 x 2	10	1963	193	1,85	519	1385	8	11080		
EXEMPLE 5	Ø 50 x 21 x 2	20	1963	193	1,85	519	1385	8	11080		
EXEMPLE 6	Ø 50 x 21 x 2	20	1963	193	1,85	519	1385	8	11080		
EXEMPLE 7	50 x 50 x 22 x 2,5	20	2500	176	2,35	763	1764	8	14112		
EXEMPLE 8	55 x 55 x 22 x 2	20	3025	418	1,85	1123	2401	8	19208		
EXEMPLE 9	55 x 55 x 22 x 2	30	3025	418	1,85	1123	2401	8	19208		
EXEMPLE 10	60 x 60 x 22 x 2,5	40	3600	246	2,35	1067	2704	10	27040		
EXEMPLE 11	60 x 60 x 30 x 2,5	60	3600	246	2,35	1067	2704	15	40560		
EXEMPLE 12	75 x 50 x 22 x 2	20	3750	352	1,85	946	2814	8	22512		
EXEMPLE 13	75 x 50 x 22 x 2,5	30	3750	272	2,35	1180	2814	8	22512		
EXEMPLE 14	71 x 71 x 23 x 2,5	40	5041	404	2,35	1752	3969	9	35721		
EXEMPLE 15	100 x 50 x 22 x 2,5	40	5000	378	2,35	1639	3864	8	30912		
EXEMPLE 16	81,5 x 81,5 x 31 x 2,5	100	6642	598	2,35	2594	5402	20	108040		
EXEMPLE 17	81,5 x 81,5 x 31 x 2,5	140	6642	598	2,35	2594	5402	20	108040		

TABLEAU 2

	PASTILLE						RATIO					
	Ø (mm) (h)	hauteur (mm) (i)	Surface frontale (mm <sup>2</sup> ) (j)	Surface Dévelop- pée. (mm <sup>2</sup> ) (k)	Volume (mm <sup>3</sup> ) (l)	Module M = l/k	nombre de trous non bouchés (n)	R1(% n/b (o)	Surf. Non bouchée (mm <sup>2</sup> ) (p)	p/e % (q)	Volume libre (mm <sup>3</sup> ) (r)	R2(% r/g (s)
EX 1	30	6	707	1979	4242	0,0214	29	30	317	31	7022	62
EX 2	30	6	707	1979	4242	0,0214	214	64	1229	63	11246	72
EX 3	30	6	707	1979	4242	0,0214	104	59	1057	60	9870	70
EX 15	30	6	707	1979	4242	0,0214	93	48	678	49	6838	62
EX 16	34x34	6	1156	3128	6936	0,0222	22	11	229	17	4144	37
EX 17	38	7	1134	3104	7938	0,0256	24	12	251	18	3142	28
EX 4	38	7	1134	3104	7938	0,0256	62	35	630	36	6174	44
EX 5	38	7	1134	3104	7938	0,0256	221	53	1267	53	11270	59
EX 6	47	7	1735	4504	12145	0,0270	116	28	666	28	7063	37
EX 7	50,8	8,6	2027	5426	17432	0,0321	60	24	677	25	9608	36
EX 8	50,8	12,5	2027	6049	25338	0,0419	60	24	677	25	15222	38
EX 9	38	7	1134	3104	7938	0,0256	212	60	1680	60	14574	65
EX 10	38/30	7/6	1841	5083	12180	0,0240	94	35	973	35	10332	46
EX 11	50,8	8,6	2027	5426	17432	0,0321	197	49	1942	49	18289	51
EX 12	2x38	7	2268	6208	15876	0,0256	154	41	1596	41	15036	49
EX 13	57	15	2552	7790	38283	0,0491	315	53	2850	53	69760	65
EX 14	72	14	4072	11311	57008	0,0504	147	25	1330	25	51032	47

TABLEAU 3

	FILTRE		PASTILLE					COULEE			
	L x l x h x Ø	S(c)	Poids (g)	Ø (mm)	hauteur (mm)	Module M(dm)	Poids coulé kg	temps de coulée sec	temps moyen sec	R3	
EX 21	50x50x22x2,5	0,1764	10	38	4	0,0165	12 à 18	6 à 8	7	74,83d	
EX 22	50x50x22x2,5	0,1764	10	30	6	0,0214	12 à 18	7 à 10	8,5	70,06d	
EX 23	50x50x22x2,5	0,1764	20	38	7	0,0256	20 à 30	8 à 12	10	68,91d	
EX 24	50x50x22x2,5	0,1764	20	25,4	14	0,0343	20 à 30	10 à 15	12,5	64,29d	
EX 25	60x60x30x2,5	0,2704	60	51	13	0,0431	50 à 80	10 à 12	11	69,01d	
EX 26	60x60x30x2,5	0,2704	60	38	20	0,0487	50 à 80	10 à 15	12,5	69,40d	

$$R3 = \frac{S(c) \times t \times d}{M}$$

t = temps de coulée moyen en sec.  
S(c) = Surface de la cavité du filtre en dm<sup>2</sup>

Notc : dans l'exemple 21,  
dans l'exemple 24,

R3 = 74,83 d pour t = 7 sec.  
R3 = 64,49d pour t=6,5 sec  
R3 = 64,29 d pour t = 12,5 sec  
R3 = 69,42 d pour t = 13,5 sec

TABLEAU 4

	POIDS P (g)	Ø (mm)	h (mm)	M (dm)	R4 $\sqrt{P/M}$	R5 $\sqrt[3]{P/M}$
EX 31	10	25,4	7,5	0,0236	134	91,3
EX 32	10	30	6	0,0214	148	100,6
EX 33	20	38,1	6,3	0,0237	189	114,5
EX 34	20	25,4	17	0,0363	130	74,8
EX 35	30	38,1	9	0,0306	179	101,5
EX 36	30	46	6,5	0,0253	216	122,8
EX 37	40	50,8	8,6	0,0321	197	106,5
EX 38	40	38,1	14,8	0,0416	152	82,2
EX 39	60	50,8	12,3	0,0414	187	94,5
EX 40	60	38,1	21	0,0499	155	78,4
EX 41	80	46	16	0,0472	189	91,3
EX 42	110	56	15	0,0482	218	99,4
R4 = $\sqrt{P/M}$ R5 = $\sqrt[3]{P/M}$						

### Revendications

- Dispositif (1) pour filtrer et traiter du métal en fusion, comprenant une série d'au moins deux plaques filtrantes (2, 3) en matière minérale réfractaire percées de trous (4, 4a) de filtration pour le passage et la filtration du métal en fusion, ces plaques étant maintenues à une distance prédéterminée l'une de l'autre par des parois périphériques (5) de manière à ménager entre elles une cavité (6) à l'intérieur de laquelle est logée une plaque (7) d'un matériau de traitement dudit métal en fusion ayant une forme telle que, vue dans le sens (8) de passage du métal en fusion, la plaque (7) laisse sur les plaques filtrantes (2, 3) au moins une région (9) non recouverte, **caractérisé en ce que** le rapport (R1) entre le nombre de trous libres (4a) d'une plaque filtrante (2, 3) situés dans les régions (9) non recouvertes par la plaque (7) de matériau de traitement, d'une part, et le nombre total des trous (4, 4a) de ladite plaque filtrante (2, 3) d'autre part, n'est pas inférieur à 10%, et/ou n'est pas supérieur à 75%, avantageusement n'est pas inférieur à 20%, et/ou n'est pas supérieur à 65%, et de préférence n'est pas inférieur à 35%, et/ou n'est pas supérieur à 50%.
- Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le rapport (R2) entre le volume laissé libre dans la cavité (6) par la plaque (7) de matériau de traitement, d'une part, et le volume total de ladite cavité (6), d'autre part, n'est pas inférieur à 20%, et/ou n'est pas supérieur à 80%, avantageusement n'est pas inférieur à 30%, et/ou n'est pas supérieur à 75%, et de préférence n'est pas inférieur à 35%, et/ou n'est pas supérieur à 72%.
- Dispositif selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le matériau de traitement est sous la forme d'une plaque ou pastille dont le module (M), ou rapport entre le volume et la surface développée totale de ladite plaque, est une fonction croissante du temps de coulée ou du poids du métal en fusion à traiter à travers le dispositif.
- Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, pour un traitement d'inoculation de fonte en fusion, le rapport (R3), exprimé en dm x sec, entre le poids (P) du métal coulé en kg, d'une part, et le module (M) de la pastille en dm multiplié par la vitesse du métal coulé à l'intérieur de la chambre de filtre, exprimée en dm/sec, d'autre part, est compris dans la plage  $70 d \pm 50\%$ , avantageusement dans la plage  $70d \pm 35\%$ , de préférence dans la plage  $70d \pm 20\%$ , d étant la masse spécifique du métal en fusion en  $\text{kg/dm}^3$ .
- Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le module (M) de la pastille est supérieur à au moins 0,0050 dm, avantageusement à au moins 0,0100 dm, de préférence à au moins 0,0150 dm.

- 5  
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pastille de matériau de traitement est dimensionnée de façon telle que le rapport (R4) entre la racine carrée de son poids (P) en grammes, d'une part, et son module (M) en dm, d'autre part, est compris entre 80 et 280, avantageusement entre 100 et 260, de préférence entre 120 et 250.
- 10  
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pastille de matériau de traitement est dimensionnée de façon telle que le rapport (R5) entre la racine cubique de son poids (P) en grammes, d'une part, et son module (M) en dm, d'autre part, est compris entre 50 et 170, avantageusement entre 60 et 160, de préférence entre 75 et 130.
- 15  
8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le matériau de traitement formant la plaque (7) est choisi parmi les produits désulfurants, thermogènes, inoculants, sphéroïdisants, recarburants, affinants, modificateurs, et les alliages d'addition.
- 20  
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le poids du matériau de traitement est compris entre 0,001% et 1% environ du poids du métal en fusion à traiter.
- 25  
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les trous de filtration (4, 4a) ont un diamètre compris entre 1,5 et 3 mm environ, de préférence entre 1,8 et 2,5 mm environ.
- 30  
11. Dispositif conforme à l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit matériau de traitement est un matériau inoculant.
- 35  
12. Dispositif conforme à la revendication 11, **caractérisé en ce que** ledit matériau inoculant est choisi parmi les composés suivants : alliages de fer, magnésium, composés de lithium, composés de strontium, composés de baryum, silicium, zirconium, aluminium, terres rares, graphite, carbone.
- 40  
13. Utilisation d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans un procédé de coulée en moule de métal en fusion comportant les étapes d'interposition d'un filtre et d'un matériau de traitement sur le passage du métal en fusion avant l'entrée dudit métal dans le moule proprement dit.

### Claims

- 35  
1. A device (1) for filtering and processing molten metal, comprising a series of at least two filter plates (2, 3) of refractory mineral material formed with filtration holes (4, 4a) for the passage and filtration of the molten metal, said plates being held a predetermined distance apart by peripheral walls (5) so as to form between them a cavity (6) inside which is housed a plate (7) of a molten metal processing material having a form such that, considered in the direction (8) of passage of the molten metal, the plate (7) leaves at least one uncovered zone (9) on the filter  
40  
plates (2, 3), **characterised in that** the ratio (R1) between the number of free holes (4a) of a filter plate (2, 3) situated in the zones (9) not covered by the processing material plate (7), on the one hand, and the total number of holes (4, 4a) of the said filter plate (2, 3), on the other hand, is not less than 10%, and/or is not more than 75%, advantageously is not less than 20%, and/or is not more than 65%, and preferably is not less than 35%, and/or is not more than 50%.
- 45  
2. A device according to claim 1, **characterised in that** the ratio (R2) between the volume left free in the cavity (6) by the processing material plate (7), on the one hand, and the total volume of the said cavity (6), on the other hand, is not less than 20%, and/or is not more than 80%, advantageously is not less than 30%, and/or is not more than 75%, and preferably is not less than 35%, and/or is not more than 72%.
- 50  
3. A device according to claim 1 or 2, **characterised in that** the processing material is in the form of a plate or pellet of which the module (M) or ratio between the volume and the total developed surface of said plate is an increasing function of the casting time or of the weight of the molten metal to be processed through the device.
- 55  
4. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** for a molten casting inoculation processing the ratio (R3) expressed in dm x sec, between the weight (P) of the cast metal in kg, on the one hand, and the module (M) of the pellet in dm multiplied by the speed of the cast metal inside the filter chamber, expressed in dm/sec, on the other hand, is within the range of  $70 d \pm 50\%$ , advantageously in the range of  $70 d \pm 35\%$ ,

preferably in the range of  $70 d \pm 20\%$ ,  $d$  being the specific mass of the molten metal in  $\text{kg/dm}^3$ .

- 5
- 6
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
5. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the module (M) of the pellet is greater than at least 0.0050 dm, advantageously than at least 0.0100 dm, preferably than at least 0.0150 dm.
  6. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the processing material pellet is dimensioned so that the ratio (R4) between the square root of its weight (P) in grams, on the one hand, and its module (M) in dm, on the other hand, is between 80 and 280, advantageously between 100 and 260, preferably between 120 and 250.
  7. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the processing material pellet is dimensioned so that the ratio (R5) between the cube root of its weight (P) in grams, on the one hand, and its module (M) in dm, on the other hand, is between 50 and 170, advantageously between 60 and 160, preferably between 75 and 130.
  8. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the processing material forming the plate (7) is selected from desulphurising, thermogenic, inoculating, spheroidising, recarbonising, refining, and modifying products, and addition alloys.
  9. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the weight of the processing material is between 0.001% and 1% approximately of the weight of the molten metal for processing.
  10. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the filtration holes (4, 4a) have a diameter of between 1.5 and 3 mm approximately, preferably between 1.8 and 2.5 mm approximately.
  11. A device according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the said processing material is an inoculating material.
  12. A device according to claim 11, **characterised in that** the said inoculating material is selected from the following compounds: alloys of iron, magnesium, lithium compounds, strontium compounds, barium compounds, silicon, zirconium, aluminium, rare earths, graphite, carbon.
  13. Use of a device according to any one of the preceding claims, in a molten metal mould casting process comprising the steps of interposing a filter and a processing material in the passage of the molten metal before the metal enters the actual mould.

#### Patentansprüche

- 40
- 45
- 50
- 55
1. Vorrichtung (1) zum Filtern und Behandeln von schmelzflüssigem Metall, die umfasst: eine Reihe von mindestens zwei Filterplatten (2, 3) aus mineralischem, hitzebeständigem Material, die mit Filtrationslöchern (4, 4a) durchbohrt sind, zum Durchtritt und zur Filtration des schmelzflüssigen Metalls, wobei die Platten in einem Abstand gehalten werden, der von der einen zu der anderen durch periphere Wände (5) vorbestimmt ist, um zwischen diesen einen Hohlraum (6) zu bilden, innerhalb welchem eine Platte (7) aus einem Material zur Behandlung des schmelzflüssigen Metalls untergebracht ist, die eine Form aufweist, so dass, gesehen in Richtung (8) des Durchgangs des schmelzflüssigen Metalls, die Platte (7) über den Filterplatten (2, 3) wenigstens einen Bereich (9) unbedeckt lässt, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis (R1) zwischen der Zahl der freien Löcher (4a) einer Filterplatte (2, 3), die in den durch die Platte (7) aus Behandlungsmaterial unbedeckten Bereichen (9) gelegen ist, einerseits, und der Gesamtzahl der Löcher (4, 4a) der Filterplatte (2, 3), andererseits, nicht unterhalb von 10% und/oder nicht oberhalb von 75%, vorzugsweise nicht unterhalb von 20% und/oder nicht oberhalb von 65%, und insbesondere nicht unterhalb von 35% und/oder nicht oberhalb von 50% liegt.
  2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis (R2) zwischen dem Volumen, das in dem Hohlraum (6) durch die Platte (7) des Behandlungsmaterials gelassen wird, einerseits, und dem Gesamtvolumen des Hohlrums (6), andererseits, nicht unterhalb von 20% und/oder nicht oberhalb von 80%, vorzugsweise nicht unterhalb von 30% und/oder nicht oberhalb von 75%, und insbesondere nicht unterhalb von 35% und/oder nicht oberhalb von 72% liegt.

- 5
3. Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Behandlungsmaterial in der Form einer Platte oder Plättchen ist, dessen Modul (M) oder Verhältnis zwischen dem Volumen und der gesamten entwickelten Oberfläche der Platte einen Funktionsverlauf besitzt, der mit der Fließzeit oder dem Gewicht des schmelzflüssigen Metalls, das beim Durchtritt durch die Vorrichtung behandelt wird, ansteigt.
- 10
4. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine Impfbehandlung mit schmelzflüssigem Gusseisen das Verhältnis (R3), ausgedrückt als  $dm \times s$ , zwischen dem Gewicht (P) des Schmelzmetalls in kg, einerseits, und dem Modul (M) des Plättchens in dm multipliziert mit der Geschwindigkeit des Schmelzmetalls im Inneren der Filterkammer, ausgedrückt in dm/s, andererseits, in dem Bereich  $70d \pm 50\%$ , vorzugsweise in dem Bereich  $70d \pm 35\%$ , insbesondere in dem Bereich  $70d \pm 20\%$  umfasst ist, wobei d die spezifische Masse des schmelzflüssigen Metalls in  $kg/dm^3$  ist.
- 15
5. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Modul (M) des Plättchens oberhalb von wenigstens 0,0050 dm, vorzugsweise von wenigstens 0,0100 dm, insbesondere von wenigstens 0,0150 dm ist.
- 20
6. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Plättchen des Behandlungsmaterials derart dimensioniert ist, dass das Verhältnis (R4) zwischen der Quadratwurzel ihres Gewichts (P) in Gramm, einerseits, und ihres Moduls (M) in dm, andererseits, zwischen 80 und 280, vorzugsweise zwischen 100 und 260, insbesondere zwischen 120 und 250 umfasst ist.
- 25
7. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Plättchen des Behandlungsmaterials derart dimensioniert ist, dass das Verhältnis (R5) zwischen der kubischen Wurzel ihres Gewichts (P) in Gramm, einerseits, und ihres Moduls (M) in dm, andererseits, zwischen 50 und 170, vorzugsweise zwischen 60 und 160, insbesondere zwischen 75 und 130 umfasst ist.
- 30
8. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Behandlungsmaterial, das die Platte (7) bildet, ausgewählt ist aus den entschwefelnden, wärmeerzeugenden, impfenden, weichglühenden, rückkohlenden, reduzierenden Produkten und Modifikator-Produkten und den Zusatzlegierungen.
- 35
9. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Gewicht des Behandlungsmaterials zwischen ungefähr 0,001% und 1% des zu behandelnden schmelzflüssigen Metalls umfasst ist.
- 40
10. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Filtrationslöcher (4, 4a) einen Durchmesser besitzen, der zwischen ungefähr 1,5 und 3mm, vorzugsweise zwischen ungefähr 1,8 und 2,5 mm umfasst ist.
- 45
11. Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Behandlungsmaterial ein Impfmateriale ist.
- 50
12. Vorrichtung gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Impfmateriale aus den folgenden Zusammensetzungen ausgewählt ist: Legierung aus Eisen, Magnesium, Lithium-Verbindungen, Strontium-Verbindungen, Barium-Verbindungen, Silicium, Zirkonium, Aluminium, Seltene Erden, Graphit, Kohlenstoff.
- 55
13. Verwendung einer Vorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche in einem Formgießverfahren für schmelzflüssiges Metall, das die Schritte des Einsetzens eines Filters und eines Behandlungsmaterials auf dem Weg des schmelzflüssigen Metalls vor dem Eintritt des Metalls in die sog. Form aufweist.

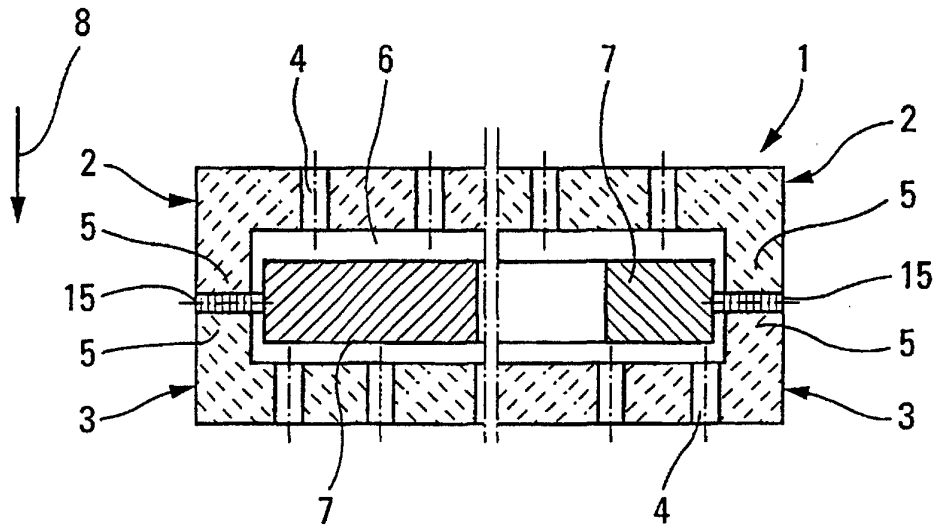


Fig. 1

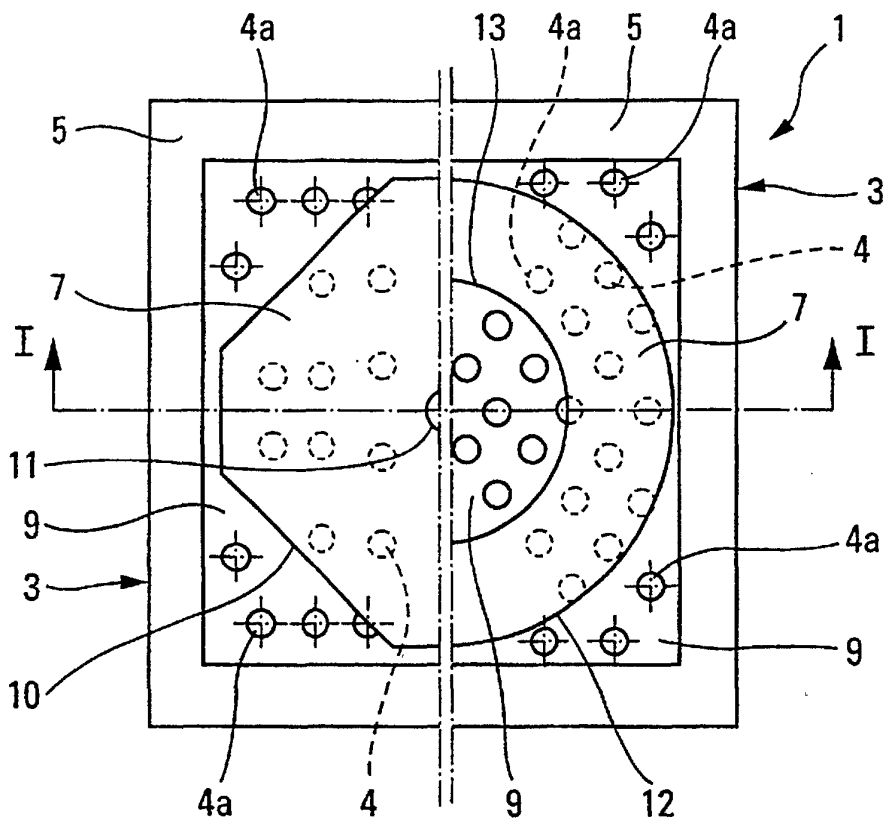


Fig. 2