

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
2 septembre 2004 (02.09.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/073904 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **B22C**
(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/000357

Thomas [FR/BR]; Rua Oliveira Pimentel, 367,
VNC-Holma, 04504-010 Sao Paulo (BR). **REY-FLAN-
DRIN, Robert** [FR/FR]; 369, Chemin des Coches, Tolvon,
F-38960 Saint-Etienne-De-Crossey (FR).

(22) Date de dépôt international :
17 février 2004 (17.02.2004)

(74) Mandataire : **MARSOLAIS, Richard**; Péchiney, 217,
cours Lafayette, F-69451 Lyon Cedex 06 (FR).

(25) Langue de dépôt : français

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

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
03/01912 18 février 2003 (18.02.2003) FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) : **ALU-
MINIUM PECHINEY** [FR/FR]; 7, place du Chancelier
Adenauer, F-75218 Paris 16 (FR).

(72) Inventeurs; et

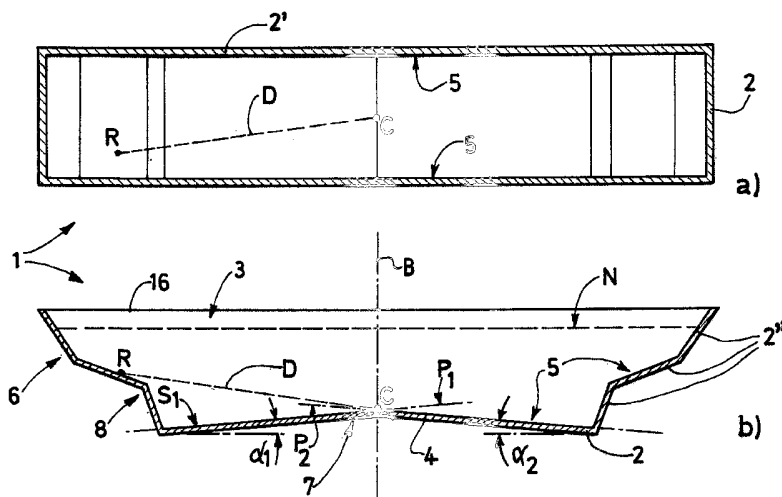
(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de
protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM,

(75) Inventeurs/Déposants (*pour US seulement*) : **SPADONE,**

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: INGOT MOULD FOR QUENCHING METALS AND INGOTS THUS OBTAINED

(54) Titre : LINGOTIERE A METAUX A REFROIDISSEMENT RAPIDE ET LINGOTS SUSCEPTIBLES D'ETRE OBTENUS
AVEC CELLE-CI



(57) Abstract: The invention relates to an ingot mould (1) for metals, which is intended for the production of an ingot through the cooling and solidification of a liquid metal mass. The inventive mould consists of a wall (2) which defines a base (4) and an inner surface (5) comprising one part S, known as the cooling surface, which can discharge all or part of the heat energy released by the metal mass during the cooling and solidification thereof. The invention is characterised in that the cooling surface S comprises at least one flat surface element Si which forms all or part of the base (4) of the ingot mould (1). The invention is also characterised in that it comprises at least one point C on a plane Pi which is tangential to each surface element Si, such that all of the segments of the straight line D connecting every point R of the cooling surface S to point C are only located inside the mould (1). The invention is further characterised in that the total area of surface elements Si is at least equal to 10 % of the surface S. The inventive ingot mould can be used to accelerate the production of ingots.

[Suite sur la page suivante]



KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)) pour la désignation suivante US*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention a pour objet une lingotière à métaux (1), destinée à la fabrication d'un lingot par refroidissement et solidification d'une masse de métal liquide, comportant une paroi (2) qui définit un fond (4) et une surface intérieure (5) dont une partie S, dite surface de refroidissement, apte à évacuer tout ou partie de l'énergie thermique dégagée par la masse de métal au cours de son refroidissement et de sa solidification, et caractérisée en ce que la surface de refroidissement S comprend au moins un élément de surface plan Si formant tout ou partie du fond (4) de la lingotière (1), en ce qu'il existe au moins un point C sur un plan Pi tangent à chaque élément de surface Si tel que tous les segments de droite D reliant tout point R de la surface de refroidissement S au point C passent uniquement à l'intérieur de la lingotière (1), et en ce que l'aire totale des éléments de surface Si est au moins égale à 10 % de la surface S. La lingotière selon l'invention permet d'accélérer la fabrication des lingots.

LINGOTIERE A METAUX A REFROIDISSEMENT RAPIDE ET LINGOTS SUSCEPTIBLES D'ETRE OBTENUS AVEC CELLE-CI

5 **Domaine de l'invention**

La présente invention concerne la fonderie des métaux non ferreux, notamment l'aluminium et ses alliages. Elle concerne tout particulièrement les lingots de métal, notamment les lingots empilables, et les lingotières qui permettent de les obtenir.

10

Etat de la technique

Les lingots de métal sont produits par verse de métal liquide dans une lingotière de forme déterminée. Le métal liquide se refroidit, se solidifie et donne un lingot ayant
15 la forme du volume intérieur de la lingotière.

Les lingots ont, pour la plupart, une forme qui permet leur stockage par empilage et la manutention des empilements obtenus. Les empilements peuvent être stabilisés par une ou plusieurs sangles. En général, les lingots sont également dotés de moyens
20 pour limiter de volume des empilements et pour les auto-stabiliser. Ces moyens sont typiquement des éléments de verrouillage ("interlocking means" en anglais), tels que des éléments en saillie (têtes, bossages, plots,...) et des éléments en creux (encoches, rainures,...), qui coopèrent pour permettre à chaque lingot d'être retenu par les lingots voisins. Plusieurs formes de lingots et de lingotières ont été proposées,
25 telles que celles décrites dans le brevet français FR 1 310 651 (correspondant au brevet américain US 3 161 477) de Pechiney, le brevet américain US 3 570 664 de l'American Magnesium Co., les brevets américains US 3 498 451 et US 3 671 204 de Ormet Corp., le brevet français FR 2 068 802 (correspondant à la demande britannique GB 1 315 134) d'Intalco Aluminum Corp., le brevet d'Union soviétique
30 SU 1 065 076 de l'Institut de recherches scientifiques et d'études techniques de l'U.R.S.S. pour l'industrie de l'aluminium, du magnésium et des électrodes, et la demande française FR 2 678 185 de Sollac.

Problème posé

La vitesse du processus de fabrication des lingots par refroidissement et solidification des lingots est un facteur déterminant de la productivité d'une fonderie. Ainsi, dans les chaînes de production industrielle de lingots de métal, l'évacuation de la chaleur du métal contenu dans les lingotières est généralement accélérée à l'aide d'un fluide de refroidissement, typiquement de l'eau, qui est mis en contact thermique avec la surface extérieure des lingotières. Toutefois, compte tenu de l'augmentation permanente de la capacité de production des usines de production de métal, notamment des usines de production d'aluminium par électrolyse, la fabrication des lingots peut devenir une étape limitant la production d'une usine. Il y a par conséquent une recherche permanente de solutions pour accélérer la fabrication des lingots, tout en préservant la qualité des lingots obtenus et la possibilité de les empiler de manière stable.

Description de l'invention

L'invention a pour objet une lingotière à métaux, destinée à la fabrication de lingots par refroidissement et solidification d'une masse de métal liquide de volume initial V_0 , comportant une surface intérieure de refroidissement S destinée à l'évacuation de tout ou partie de l'énergie thermique dégagée par la masse de métal liquide lors de son refroidissement et de sa solidification, et caractérisée en ce que la surface de refroidissement S possède une forme telle que, lors de la contraction du volume V_0 de métal provoquée par son refroidissement et sa solidification, le métal reste en contact avec au moins 10 % de la surface S .

De préférence, le métal reste en contact avec au moins 15 % de la surface S , et de préférence encore au moins 20 % de la surface S .

Dans sa recherche de solutions au problème posé à l'invention, la demanderesse a constaté que, de manière inattendue, le temps de refroidissement effectif des lingots,

depuis la verse du métal liquide dans la lingotière jusqu'à l'extraction du lingot solidifié, était en fait nettement plus long que ne le prévoyaient les estimations à partir de calculs thermiques et que l'importance de ce phénomène dépendait fortement de la forme même de la lingotière. Elle a alors eu l'idée que le
5 rallongement du refroidissement était en fait en grande partie attribuable à un problème de contact thermique entre le métal et la lingotière et a noté que, contre toute attente, la contraction du métal lors de sa solidification produit, en de nombreux endroits, une légère séparation entre le lingot et la surface intérieure de la lingotière. Bien que faible, cette séparation crée une lame d'air qui réduit sensiblement les
10 échanges thermiques entre le lingot et la paroi de lingotière. Les échanges thermiques ne se font alors pratiquement plus que sur des surfaces très restreintes à l'interface entre le lingot et la lingotière.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, la lingotière à métaux est
15 caractérisée en ce que la surface de refroidissement comprend au moins un élément de surface plan S_i , formant de préférence tout ou partie du fond de la lingotière, en ce qu'il existe au moins un point C sur un plan P_i tangent à l'élément, ou à chaque élément, de surface S_i tel que tous les segments de droite D reliant tout point R de la surface de refroidissement S au point C passent uniquement à l'intérieur de la
20 lingotière, et en ce que l'aire totale de l'élément, ou des éléments, de surface S_i est au moins égale à 10 % de la surface de refroidissement S.

De préférence, l'aire totale de l'élément, ou des éléments, de surface S_i est au moins égale à 15 % de la surface de refroidissement S, et de préférence encore au moins
25 égale à 20 % de la surface de refroidissement S.

L'invention a également pour objet un lingot en métal, susceptible d'être obtenu avec une lingotière selon l'invention, comportant une surface moulée S_m et une surface brute S_b , et caractérisé en ce que la surface moulée S_m comprend au moins un
30 élément de surface plan S_i , en ce qu'il existe au moins un point C sur un plan P_i tangent à l'élément, ou à chaque élément, de surface S_i tel que tous les segments de droite D reliant tout point R de la surface moulée S_m au point C passent uniquement

à l'intérieur du lingot, et en ce que l'aire totale de l'élément, ou des éléments, de surface S_i est au moins égale à 10 % de la surface moulée S_m .

5 La surface moulée S_m correspond à la partie de la surface totale du lingot qui a été mise en forme par la lingotière, à savoir la surface initiale S_o . Le reste de la surface du lingot, ou surface brute S_b , correspond typiquement à la partie supérieure de la masse de métal liquide initiale.

10 De préférence, l'aire totale de l'élément, ou des éléments, de surface S_i est au moins égale à 15 % de la surface moulée S_m , et de préférence encore au moins égale à 20 % de la surface moulée S_m .

15 L'invention a encore pour objet l'utilisation d'une lingotière selon l'invention pour la fabrication de lingots en métal.

L'invention a encore pour objet un procédé de fabrication de lingots en métal utilisant une lingotière selon l'invention.

20 L'invention est particulièrement adaptée à la fabrication de lingots en métal non ferreux, notamment en aluminium, en alliage d'aluminium, en magnésium, en alliage de magnésium, en zinc ou en alliage de zinc.

25 L'invention sera mieux comprise à l'aide des figures annexées et de la description détaillée ci-dessous qui en décrivent un mode de réalisation préféré.

Les figures 1 et 2 illustrent, vues en section longitudinale, deux lingotières typiques de l'art antérieur et l'effet de la contraction du métal au cours de son refroidissement et de sa solidification.

30 La figure 3 représente une lingotière selon l'invention.

La figure 4 illustre, vue en section longitudinale, une lingotière selon l'invention et l'effet de la contraction du métal au cours de son refroidissement et de sa solidification.

- 5 La figure 5 illustre des profils de lingotières selon des variantes de l'invention.

Description détaillée de l'invention

- Comme le montrent les figures annexées, une lingotière (1) comprend typiquement
10 une paroi (2), généralement en métal et/ou en matériau réfractaire, et une ouverture (3) apte à permettre l'admission de métal liquide dans la lingotière. La paroi (2) définit un fond (4), des parois latérales (2') et des parois d'extrémité (2''). La paroi (2) possède une surface intérieure (5) et des éléments de forme (6, 7, 8) destinés à donner une forme déterminée au lingot. Ces éléments de forme permettent d'obtenir,
15 notamment, des éléments de verrouillage ou de manutention du lingot.

- Le métal liquide (10) remplit initialement un volume V_0 et entre en contact avec la paroi (2) sur une partie S_0 de la surface intérieure de refroidissement S . Le rapport entre l'aire A_0 de la surface S_0 et le volume V_0 du métal liquide est alors élevé, soit
20 typiquement de l'ordre de $0,5 \text{ cm}^{-1}$. Au cours du refroidissement et de la solidification, le métal se contracte (occupant un volume V_0' plus faible que V_0) et se détache de la paroi en plusieurs endroits, formant ainsi des lames d'air (9). Comme le montrent les figures 1 et 2, dans le cas des lingotières de l'art antérieur, l'aire A_r de la surface de contact résiduelle S_r est nettement plus faible que l'aire
25 initiale A_0 . La demanderesse estime que l'aire de la surface résiduelle obtenue avec les lingotières de l'art antérieur est nettement inférieure à 10 % de l'aire initiale (typiquement de l'ordre de 5 %). Par conséquent, une faible réduction du volume V_0 conduit à une augmentation considérable de la résistance thermique.

- 30 Selon l'invention, il est possible de maintenir une surface de contact élevée, en dépit de la contraction du métal, grâce à l'utilisation d'une forme appropriée de la surface intérieure de la lingotière. De préférence, la forme est telle que, lors de la contraction

du volume V_0 de métal provoquée par son refroidissement et sa solidification, le métal reste en contact avec au moins 10 % de la surface de refroidissement S.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, la lingotière à métaux (1), qui est destinée à la fabrication d'un lingot (11) par refroidissement et solidification d'une masse de métal liquide (10), comporte une paroi (2) et une ouverture (3), ladite paroi (2) définissant un fond (4) et une surface intérieure (5) dont une partie S, dite surface de refroidissement, est apte à évacuer tout ou partie de l'énergie thermique dégagée par la masse de métal (10) au cours de son refroidissement et de sa solidification, ladite paroi (2) comportant au moins un élément de forme (6, 7, 8) destiné à former au moins un élément de verrouillage, un élément d'empilement ou un élément de manutention sur le lingot (11), et est caractérisée en ce que la surface de refroidissement S comprend au moins un élément de surface plan S_i formant tout ou partie du fond (4) de la lingotière (1), en ce qu'il existe au moins un point C sur un plan P_i tangent à l'élément, ou à chaque élément, de surface S_i tel que tous les segments de droite D reliant tout point R de la surface de refroidissement S au point C passent uniquement à l'intérieur de la lingotière (1), et en ce que l'aire totale de l'élément, ou des éléments, de surface S_i est au moins égale à 10 % de la surface de refroidissement S.

20

En d'autres termes, les segments de droite D ne touchent aucun autre point de la surface S, sauf ceux des éléments de surface S_i .

De préférence, l'aire totale de l'élément, ou des éléments, de surface S_i est au moins égale à 15 % de la surface S, et de préférence encore au moins égale à 20 % de la surface S.

L'impact de la contraction du métal provoquée par le refroidissement et la solidification du métal liquide (10), qui est initialement en contact avec une partie S_0 de la surface de refroidissement S, peut être visualisée, de manière approximative, par une contraction homothétique de la surface S_0 , d'une quantité K relativement faible par rapport au point C. On voit sur la figure 4 que, dans une lingotière selon

30

l'invention, la contraction ne génère pas d'intersection entre la surface contractée So' ainsi obtenue et la surface So initiale et permet de maintenir pratiquement inchangée l'aire de chaque surface Si du fond (4) (dans le cas illustré à la figure 4, le fond comporte deux surfaces Si , qui sont identifiées par les repères S_1 et S_2 à la figure 3).

- 5 En fait, la contraction homothétique maintient la surface contractée So' en contact avec le ou les éléments de surface Si par glissement dans leur plan P_i . Lorsqu'il y plus d'un élément de surface Si , le point C se trouve à l'intersection des plans respectifs $P_1, P_2, \dots$, tel qu'illustré à la figure 3.
- 10 L'effet de la gravitation est pris en compte par le fait que le ou les éléments de surface Si sont situés au fond de la lingotière. En pratique, le point C est de préférence tel que le centre de masse du volume contracté Vo' , correspondant à la surface contractée So' , est au point le plus bas possible par rapport au sens d'utilisation normal de la lingotière, c'est-à-dire qu'il n'est pas possible de déplacer
- 15 verticalement vers le bas la surface contractée So' sans produire une intersection entre So' et la surface intérieure (5) de la lingotière. En d'autres termes, la contraction homothétique laisse la surface contractée So' au niveau gravitationnel le plus bas par rapport au sens d'utilisation de la lingotière. Les lingotières selon l'invention permettent ainsi de maintenir une surface de contact résiduelle nettement
- 20 plus grande que les lingotières de l'art antérieur.

- La valeur exacte de la quantité K , appelée « rapport d'homothétie », n'est pas critique pour le fonctionnement de l'invention, du moment qu'elle est représentative des valeurs de contraction thermiques obtenues avec les métaux. Il est suffisant
- 25 d'utiliser un rapport d'homothétie K inférieur à environ 1 % pour déterminer les formes de surface de refroidissement appropriées. Les contractions de volume du métal, de Vo à Vo' , représentées dans les figures annexées ont été volontairement exagérées afin de mieux illustrer le principe de l'invention.

- 30 Les éléments de surface Si sont avantageusement inclinés d'un angle α_i par rapport au niveau normal N initial du métal liquide (10). Ledit niveau N est typiquement parallèle au bord extérieur (16) de l'ouverture (3) de la lingotière (1). L'angle α_i est

de préférence inférieur à 30° , et de préférence inférieur à 20° , afin d'optimiser le volume du lingot tout en libérant un espace sous celui-ci qui permet de passer une sangle lors de l'empilement des lingots obtenus.

- 5 Afin de former les éléments de forme (6, 7, 8, 14, 15), la surface de refroidissement S comporte normalement plus de 5 éléments de surface distincts, à savoir au moins deux parois latérales (2'), deux parois d'extrémité (2'') et un fond (4). Par exemple, la lingotière illustrée à la figure 3 comporte au moins 10 éléments de surface distincts (en incluant les parois latérales (2')).

10

La lingotière selon l'invention comporte typiquement un nombre pair d'éléments de surface S_i . Le nombre d'éléments de surface S_i est de préférence égal à 2 (tel qu'illustré aux figures 3 et 4) afin de simplifier sa réalisation et d'obtenir plus facilement une très grande surface de contact résiduelle. Les éléments de surface S_i

15 sont de préférence jointifs (tel qu'illustré à la figure 3) afin de permettre de maximiser la surface contact résiduelle.

- La figure 3 illustre un mode de réalisation de l'invention, particulièrement avantageux, dans lequel il y a deux éléments de surface S_i , dénotée S_1 et S_2 , qui ne
- 20 sont pas dans le même plan et qui se croisent au point C. La figure 5 illustre des variantes de l'invention dans lesquelles le fond (4) comporte des éléments de forme supplémentaires (14, 15).

- Les éléments de surface S_i peuvent avoir des aires A_i différentes et être inclinés d'un
- 25 angle α_i différent. Afin de simplifier la réalisation et l'utilisation de la lingotière selon l'invention, celle-ci possède avantageusement un axe principal A et un plan de symétrie B perpendiculaire à son axe principal A, et le point C se situe dans le plan de symétrie B. Dans ce mode de réalisation, l'angle α_i est le même pour les éléments de surface S_i disposés symétriquement. Dans ce cas, le bord extérieur (16) de
- 30 l'ouverture (3) de la lingotière (1) est de préférence sensiblement droit et perpendiculaire au plan B et le niveau normal N initial du métal liquide (10) est sensiblement parallèle audit bord extérieur (16).

De préférence, aucun des angles entre les éléments de la surface intérieure de la lingotière n'est inférieur à 90° afin d'éviter de former des zones de blocage du lingot dans la lingotière qui gêneraient son extraction.

5

Les éléments de verrouillage comprennent typiquement des éléments en saillie (tétons, bossages, plots,...) et des éléments en creux (encoches, rainures,...), qui coopèrent pour permettre à chaque lingot d'être retenu par les lingots voisins. Les éléments d'empilement comprennent typiquement des éléments en saillie ou en creux (tels que des enfoncements) qui permettent d'empiler les lingots de manière optimale et/ou qui permettent de placer des moyens de stabilisation de l'empilement, tels que des sangles. Les éléments de manutention comprennent typiquement des éléments en saillie et/ou en creux qui forment des moyens de préhension, tels que des "oreilles" ou des poignées.

15

L'invention a également pour objet un lingot (11) en métal comportant une surface moulée S_m et une surface brute S_b , comportant au moins un élément choisi parmi les éléments de verrouillage, les éléments d'empilement et les éléments de manutention, et caractérisé en ce que la surface moulée S_m comprend au moins un élément de surface plan S_i , en ce qu'il existe au moins un point C sur un plan P_i tangent à l'élément, ou à chaque élément, de surface S_i tel que tous les segments de droite D reliant tout point R de la surface moulée S_m au point C passent uniquement à l'intérieur du lingot (11), et en ce que l'aire totale de l'élément, ou des éléments, de surface S_i est au moins égale à 10 % de la surface moulée S_m .

25

Ainsi, à l'image du cas de la lingotière selon l'invention, une contraction homothétique de la surface S_m , d'une quantité K déterminée par rapport au point C, ne génère pas d'intersection entre la surface contractée S_m' ainsi obtenue et la surface moulée S_m .

30

De préférence, l'aire totale de l'élément, ou des éléments, de surface S_i est au moins égale à 15 % de la surface moulée S_m , et de préférence encore au moins égale à 20 % de la surface moulée S_m .

- 5 Chaque élément de surface S_i est avantageusement incliné d'un angle α_i par rapport à la surface brut S_b du lingot, ce qui permet d'optimiser le volume du lingot tout en libérant un espace sous celui-ci qui permet de passer une sangle lors de l'empilement des lingots. L'angle α_i est de préférence inférieur à 30° , et de préférence encore inférieur à 20° . La demanderesse a noté que l'espace libre ainsi obtenu était
- 10 particulièrement avantageux car il permet d'utiliser une sangle en matériau souple, tel que le polyester, qui assure une bonne tenue de l'empilement, lorsque les lingots sont empilés, sans risquer qu'elle s'use lors de la manutention de l'empilement. En effet, en l'absence de cet espace libre, la sangle peut frotter sur le sol et s'user par abrasion. Il est généralement suffisant que la profondeur H de l'espace libre sous le
- 15 lingot obtenu soit compris entre 6 et 12 mm pour un lingot d'une longueur totale de 70 cm environ.

Le lingot selon l'invention comporte typiquement un nombre pair d'éléments de surface S_i , et de préférence deux éléments de surface S_i afin de simplifier sa

20 fabrication. Dans ce dernier cas, les deux éléments de surface S_i sont typiquement jointifs.

Dans un mode de réalisation avantageux de l'invention, le lingot possède un axe principal A et un plan de symétrie B perpendiculaire à son axe principal A , et le point

25 C se situe dans le plan de symétrie B . Dans ce mode de réalisation, l'angle α_i est le même pour les éléments de surface S_i disposés symétriquement. Le nombre d'éléments de surface S_i est de préférence égal à 2 (tel qu'illustré aux figures 3 à 5). Les éléments de surface S_i sont de préférence jointifs (tel qu'illustré aux figures 3 et 4).

De manière à faciliter la manutention des lingots selon l'invention, ceux-ci comprennent de préférence des éléments de manutention (13), typiquement deux éléments d'extrémité, appelés « oreilles », tel qu'illustré à la figure 4.

- 5 Le lingot selon l'invention, qui est typiquement un lingot empilable, peut être obtenu avec la lingotière selon l'invention.

L'invention a encore pour objet un procédé de fabrication de lingots en métal dans lequel on verse un volume V_0 de métal liquide dans une lingotière selon l'invention,
10 on soumet la lingotière à un flux de fluide de refroidissement (typiquement de l'eau) et on extrait le lingot après refroidissement et solidification du métal.

Le métal est typiquement de l'aluminium, un alliage d'aluminium, du magnésium, un alliage de magnésium, du zinc ou un alliage de zinc.

15

L'invention permet d'obtenir des lingots exempts de bulles et de fissures provenant de la retassure du métal lors de son refroidissement.

Elle permet également d'éviter le blocage des lingots dans la lingotière, par
20 contraction thermique. Le démoulage des lingots en est facilité, ce qui contribue également à accélérer les opérations de fabrication des lingots.

Essais

- 25 Des essais comparatifs ont été réalisés avec des lingotières en métal similaires à celles représentées à la figure 2 (art antérieur) et à la figure 3 (invention). Le métal était de l'aluminium. Le volume de métal coulé était typiquement 23 et 28 kg.

Les temps de solidification étaient respectivement supérieurs à 350 s pour les
30 lingotières de l'art antérieur et de l'ordre de 335 s pour les lingotières selon l'invention. En outre, les temps de solidification obtenus avec des lingotières de l'art antérieur étaient très dispersées (écart type supérieur à 30 s), alors qu'elles étaient

peu dispersés avec les lingotières selon l'invention (écart type inférieure à 3 sec). Les lingots obtenus avec les lingotières selon l'invention étaient généralement exemptes de retassures et de fissures.

- 5 La surface intérieure totale des lingotières (y compris les parois latérales (2')) de l'art antérieur et selon l'invention était de 2300 cm² environ. La demanderesse estime que la valeur de la surface de contact résiduelle était de 5 % environ de la surface totale pour les lingotières de l'art antérieur et de 20 % environ de la surface totale avec les lingotières selon l'invention.

10

Liste des repères numériques

- | | | |
|----|---------|--|
| | 1 | Lingotière à métaux |
| | 2 | Paroi |
| 15 | 2' | Parois latérales |
| | 2" | Parois d'extrémité |
| | 3 | Ouverture |
| | 4 | Fond |
| | 5 | Surface intérieure |
| 20 | 6, 7, 8 | Eléments de forme |
| | 9 | Lames d'air |
| | 10 | Métal liquide |
| | 11 | Lingot |
| | 12 | Surface libre du métal liquide |
| 25 | 13 | Eléments de manutention |
| | 14, 15 | Eléments de forme |
| | 16 | Bord extérieur de l'ouverture de la lingotière |

REVENDICATIONS

1. Lingotière à métaux (1) destinée à la fabrication d'un lingot (11) par refroidissement et solidification d'une masse de métal liquide (10), comportant
5 une paroi (2) et une ouverture (3), ladite paroi (2) définissant un fond (4) et une surface intérieure (5) dont une partie S, dite surface de refroidissement, est apte à évacuer tout ou partie de l'énergie thermique dégagée par la masse de métal (10) au cours de son refroidissement et de sa solidification, ladite paroi (2) comportant au moins un élément de forme (6, 7, 8) destiné à former au moins un
10 élément de verrouillage, un élément d'empilement ou un élément de manutention sur le lingot (11), et caractérisée en ce que la surface de refroidissement S comprend au moins un élément de surface plan S_i formant tout ou partie du fond (4) de la lingotière (1), en ce qu'il existe au moins un point C sur un plan P_i tangent à l'élément, ou à chaque élément, de surface S_i tel que tous les segments
15 de droite D reliant tout point R de la surface de refroidissement S au point C passent uniquement à l'intérieur de la lingotière (1), et en ce que l'aire totale de l'élément, ou des éléments, de surface S_i est au moins égale à 10 % de la surface de refroidissement S.
- 20 2. Lingotière selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'aire totale de l'élément, ou des éléments, de surface S_i est au moins égale à 15 % de la surface de refroidissement S.
3. Lingotière selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'aire totale de
25 l'élément, ou des éléments, de surface S_i est au moins égale à 20 % de la surface de refroidissement S.
4. Lingotière selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que chaque élément de surface S_i est incliné d'un angle α_i par rapport au niveau
30 normal N initial du métal liquide (10).

5. Lingotière selon la revendication 4, caractérisée en ce que l'angle α_i est inférieur à 30°, et de préférence inférieur à 20°.
6. Lingotière selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce qu'elle comporte un nombre pair d'éléments de surface Si.
7. Lingotière selon la revendication 6, caractérisée en ce qu'elle comporte deux éléments de surface Si.
8. Lingotière selon la revendication 7, caractérisée en ce que les deux éléments de surface Si sont jointifs.
9. Lingotière selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce qu'elle possède un axe principal A et un plan de symétrie B perpendiculaire à son axe principal A, et en ce que le point C se situe dans le plan de symétrie B.
10. Lingot (11) en métal comportant une surface moulée Sm et une surface brute Sb, comportant au moins un élément choisi parmi les éléments de verrouillage, les éléments d'empilement et les éléments de manutention, et caractérisé en ce que la surface moulée Sm comprend au moins un élément de surface plan Si, en ce qu'il existe au moins un point C sur un plan Pi tangent à l'élément, ou à chaque élément, de surface Si tel que tous les segments de droite D reliant tout point R de la surface moulée Sm au point C passent uniquement à l'intérieur du lingot (11), et en ce que l'aire totale de l'élément, ou des éléments, de surface Si est au moins égale à 10 % de la surface moulée Sm.
11. Lingot selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'aire totale de l'élément, ou des éléments, de surface Si est au moins égale à 15 % de la surface moulée Sm.

12. Lingot selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'aire totale de l'élément, ou des éléments, de surface S_i est au moins égale à 20 % de la surface moulée S_m .
- 5 13. Lingot selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce que chaque élément de surface S_i est incliné d'un angle α_i par rapport à la surface brut S_b du lingot.
- 10 14. Lingot selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'angle α_i est inférieur à 30° , et de préférence inférieur à 20° .
- 15 15. Lingot selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, caractérisé en ce qu'il comporte un nombre pair d'éléments de surface S_i .
- 16 16. Lingot selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comporte deux éléments de surface S_i .
- 17 17. Lingot selon la revendication 16, caractérisé en ce que les deux éléments de surface S_i sont jointifs.
- 20 18. Lingot selon l'une quelconque des revendications 10 à 17, caractérisé en ce qu'il possède un axe principal A et un plan de symétrie B perpendiculaire à son axe principal A, et en ce que le point C se situe dans le plan de symétrie B.
- 25 19. Utilisation de la lingotière selon l'une quelconque des revendications 1 à 9 pour la fabrication de lingots en métal.
- 20 20. Utilisation selon la revendication 19, caractérisée en ce que le métal est un métal non ferreux.

21. Utilisation selon la revendication 20, caractérisée en ce que le métal non ferreux est choisi parmi l'aluminium, les alliages d'aluminium, le magnésium, les alliages de magnésium, le zinc et les alliages de zinc.
- 5 22. Procédé de fabrication de lingots en métal dans lequel on verse un volume V_0 de métal liquide dans une lingotière selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, on soumet la lingotière à un flux de fluide de refroidissement et on extrait le lingot après refroidissement et solidification du métal.
- 10 23. Procédé de fabrication selon la revendication 22, caractérisée en ce que le métal est un métal non ferreux.
- 15 24. Procédé de fabrication selon la revendication 23, caractérisée en ce que le métal non ferreux est choisi parmi l'aluminium, les alliages d'aluminium, le magnésium, les alliages de magnésium, le zinc et les alliages de zinc.

1/5

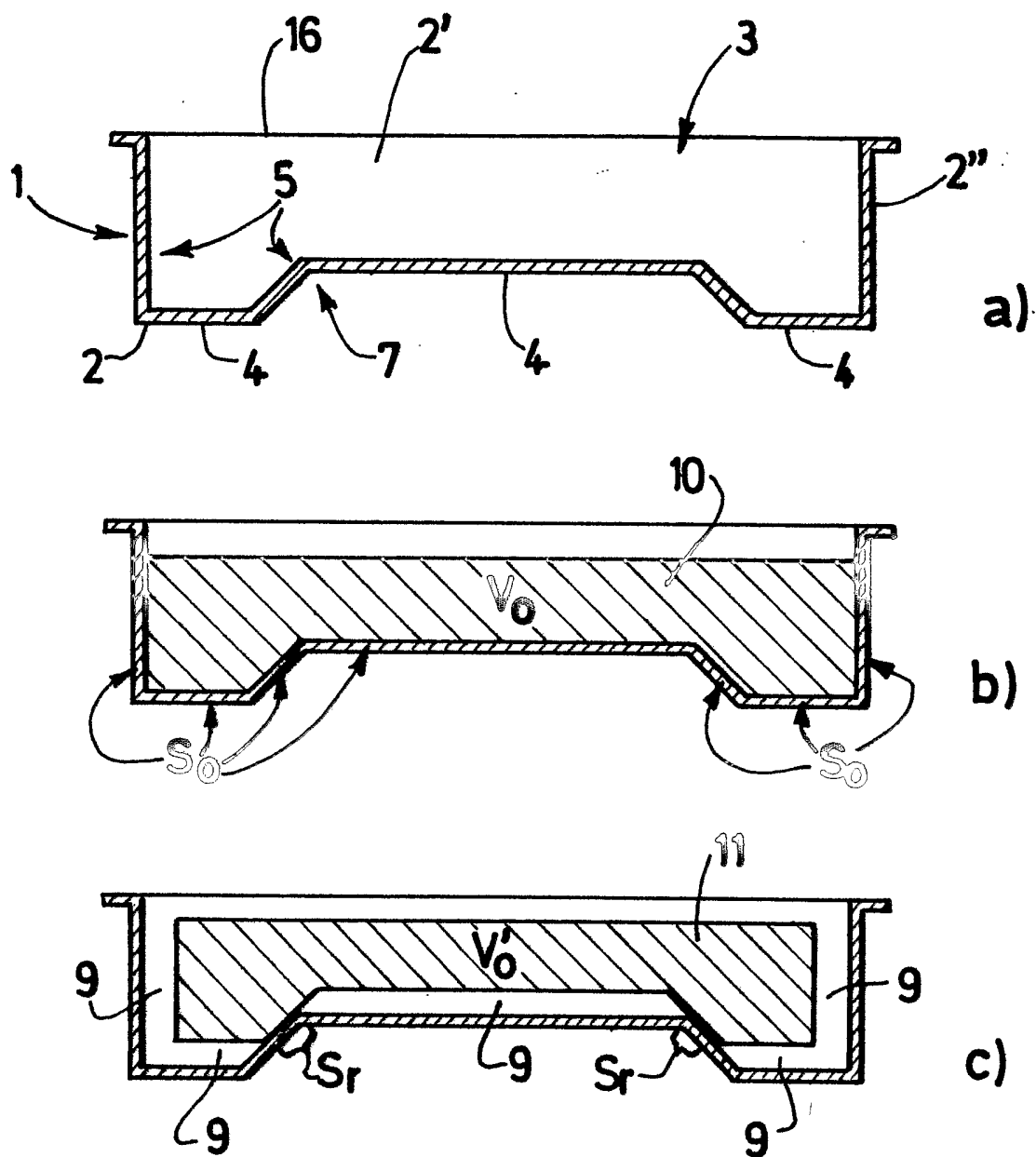


FIG.1

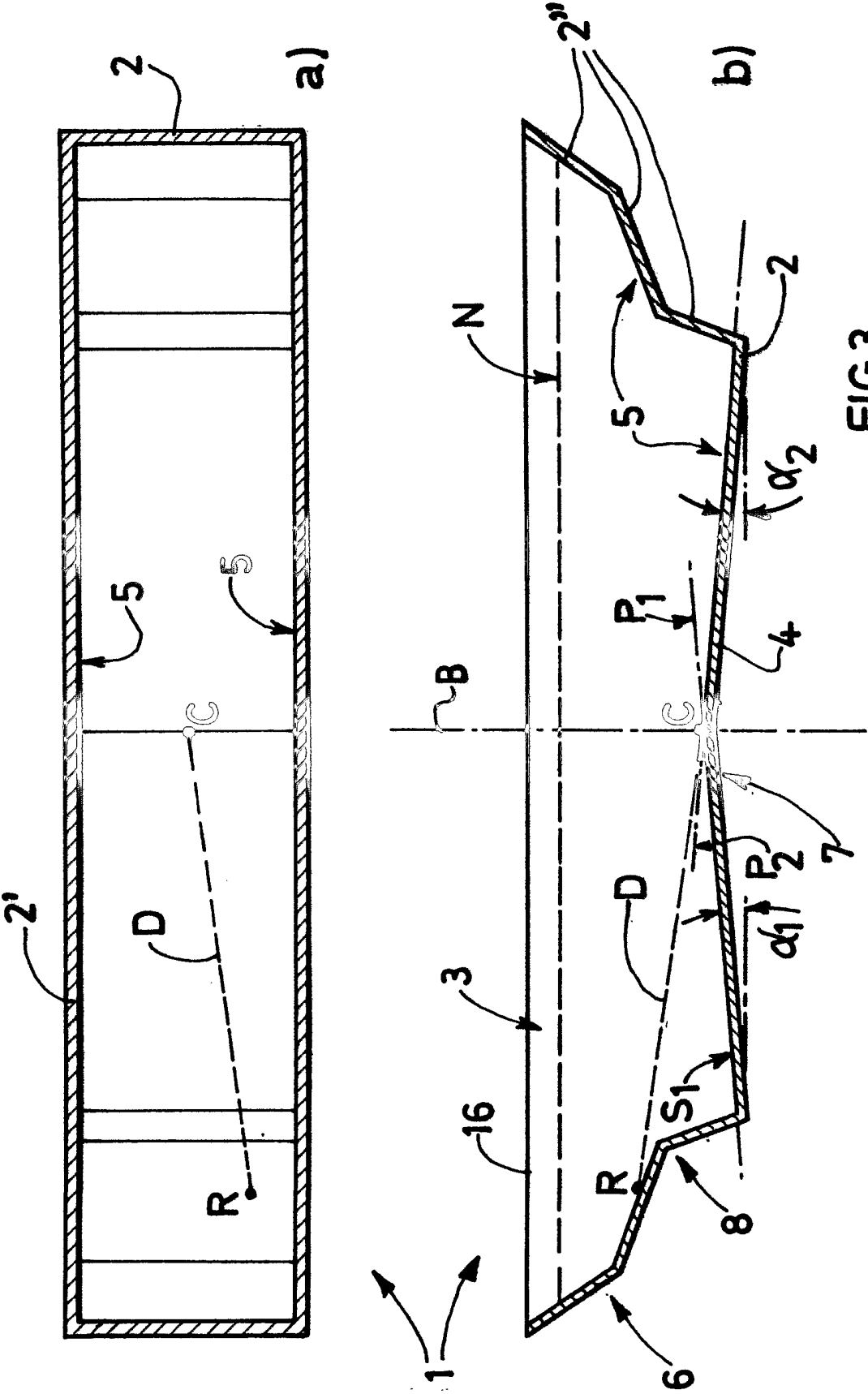


FIG.3

4/5

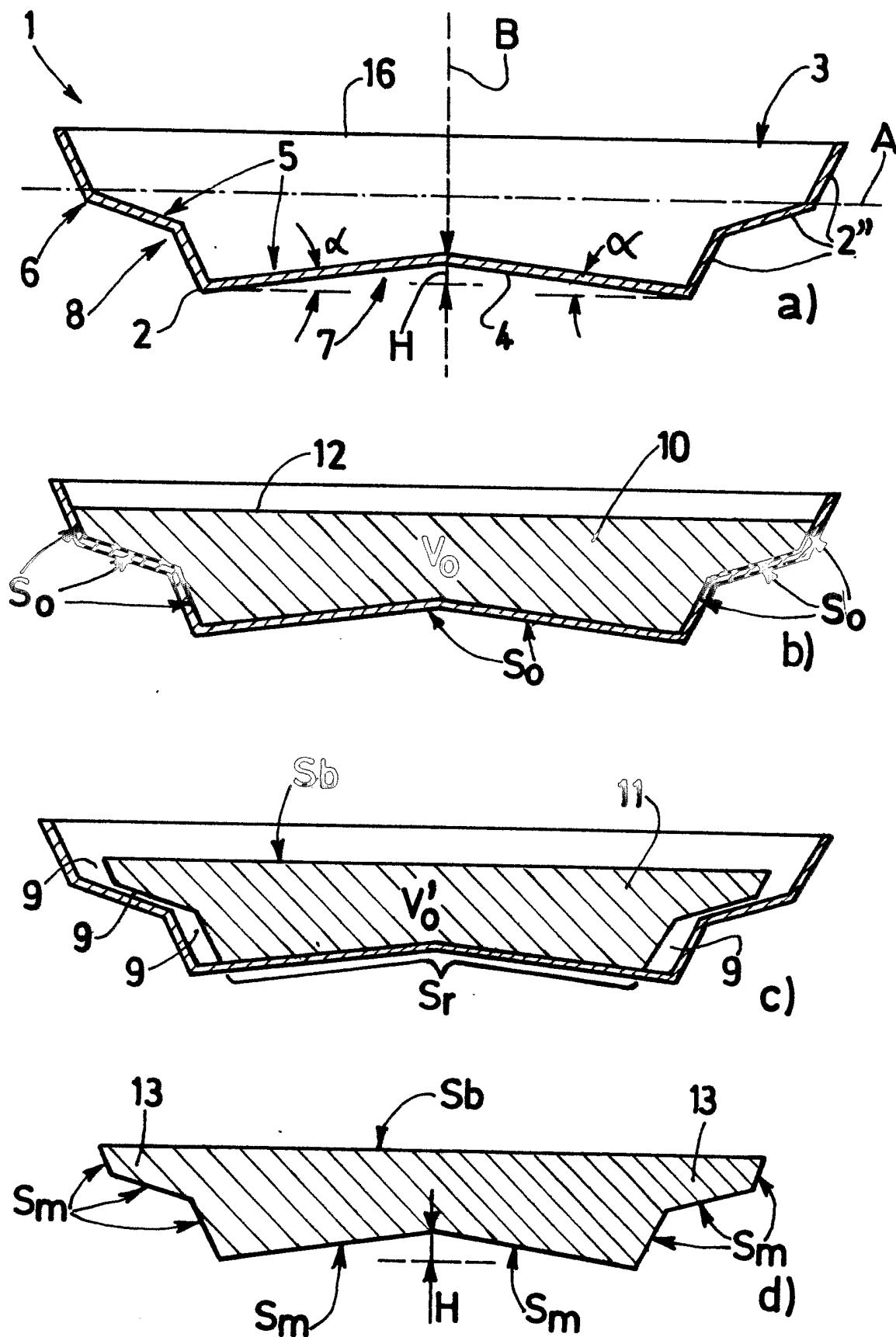


FIG. 4

5/5

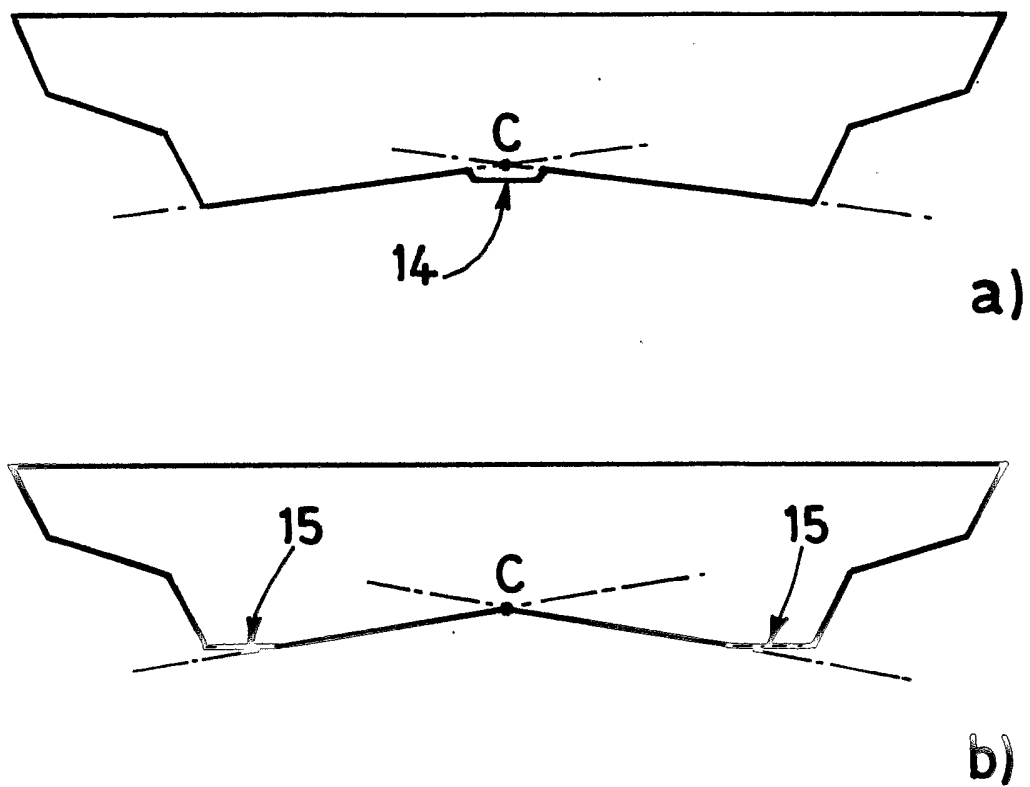


FIG. 5