



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

**0 241 387
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
21.12.88

(51) Int. Cl.⁴ : **B 22 D 11/04**

(21) Numéro de dépôt : **87420070.2**

(22) Date de dépôt : **11.03.87**

(54) **Lingotière permettant de régler le niveau suivant lequel elle est en contact avec la surface libre du métal dans une coulée verticale.**

(30) Priorité : **13.03.86 FR 8604117**

(43) Date de publication de la demande :
14.10.87 Bulletin 87/42

(45) Mention de la délivrance du brevet :
21.12.88 Bulletin 88/51

(84) Etats contractants désignés :
AT BE CH DE ES GB GR IT LI LU NL SE

(56) Documents cités :
FR-A- 2 107 852
GB-A- 752 271
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 8, no. 284 (M-348)[1721], 26 décembre 1984; & JP-A-59 153 550 (KAWASAKI SEITETSU K.K.) 01-09-1984
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 8, no. 262 (M-341)[1699], 30 novembre 1984; & JP-A-59 133 942 (KOBE SEIKOSHO K.K.) 01-08-1984

(73) Titulaire : **CEGEDUR SOCIETE DE TRANSFORMATION DE L'ALUMINIUM PECHINEY**
23, Rue Balzac
F-75008 Paris (FR)

(72) Inventeur : **Riquet, Jean-Pierre**
Maison Bouveyron
F-38590 Saint-Etienne-de-Saint-Geoirs (FR)

(74) Mandataire : **Vanlaer, Marcel et al**
PECHINEY 28, rue de Bonnel
F-69433 Lyon Cédex 3 (FR)

EP 0 241 387 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

L'invention concerne une lingotière permettant de régler le niveau suivant lequel elle est en contact avec la surface libre du métal dans une coulée verticale.

Lors de la fabrication de semi-produits métallurgiques par coulée de métaux ferreux ou légers comme l'aluminium et ses alliages, l'homme de l'art cherche à obtenir des lingots, des billettes, des plaques, etc... ayant la meilleure homogénéité physique et chimique possible, ceci afin d'éviter l'apparition de certains défauts lors de la transformation ultérieure de ces produits en feuilles, fils, etc...

Or, la plupart des procédés de coulée utilisés actuellement dans l'industrie donnent lieu, lors du passage du métal de l'état liquide à l'état solide, à la formation de défauts d'homogénéité plus ou moins importants, dus essentiellement à des conditions de refroidissement différentes d'un point à l'autre des produits coulés. C'est ainsi que dans la coulée en lingotière à passage vertical où le métal est successivement refroidi indirectement par l'intermédiaire de la lingotière, puis directement par une lame d'eau, on constate la présence sur les semi-produits d'une couche externe dite « couche corticale primaire ». Cette couche dont la structure et la composition diffèrent de celles de la partie interne du semi-produit, résulte du refroidissement indirect du métal au contact de la lingotière. Par ailleurs, d'autres hétérogénéités, beaucoup moins prononcées, mais toutes aussi gênantes, peuvent apparaître, telles que les « picots » ou petites piqures dues notamment à une dispersion dans la masse métallique de la couche d'oxyde qui se forme à la surface du métal liquide en contact avec l'atmosphère.

Certes, l'homme de l'art n'est pas resté inactif devant ces problèmes et il a apporté un certain nombre de solutions plus ou moins satisfaisantes visant à supprimer ou tout au moins à diminuer l'importance de ces hétérogénéités.

C'est ainsi que dans le brevet français 1 509 962, l'homme de l'art a préconisé l'utilisation de la coulée électromagnétique, technique déjà traditionnelle dans laquelle, grâce au confinement du métal à l'aide de forces d'origine électromagnétique, on peut supprimer la lingotière et éviter ainsi l'apparition de la couche corticale puisqu'il n'y a plus de refroidissement indirect.

On arrive ainsi à améliorer l'homogénéité des semi-produits.

Toutefois, cette technique présente les inconvénients suivants :

— il faut équiper le métier de coulée avec une installation électrique relativement complexe et chère à cause de la nécessité de disposer de courants de fréquence non industrielle (500 à 4 000 Hz) pour créer un champ de confinement convenable ;

— le risque d'hétérogénéité par picots est accru en raison, d'une part de l'absence de lingotière et donc de l'augmentation de la surface de métal liquide susceptible d'être oxydé, d'autre part du phénomène de brassage de la masse liquide causé par le champ de confinement qui contribue fortement à la dislocation du film d'oxyde et à sa dispersion dans le métal ;

— il est souvent difficile de créer un confinement convenable lors du démarrage de la coulée électromagnétique ;

— la sécurité du personnel peut être mise en cause quand on coule l'aluminium et ses alliages car en cas de défaillance électrique, le métal liquide n'étant plus confiné se répand à l'extérieur de la lingotière et peut entrer en contact avec le fluide de refroidissement direct en provoquant une explosion.

D'autres solutions plus simples ont également été proposées pour diminuer l'épaisseur de la couche corticale. Par exemple, le brevet français 1 398 526 enseigne l'emploi d'une bande de fiberfrax collée sur la lingotière de façon à réduire la hauteur de métal en contact avec la lingotière, et donc de réduire les effets dus au refroidissement indirect. Cependant, cette réduction de hauteur ne peut être fixée une fois pour toutes, car elle dépend notamment de la vitesse de coulée. Ainsi, quand ce paramètre varie, il faut soit changer de lingotière, soit tout au moins modifier la hauteur de la bande. Ce qui confère un manque de souplesse à une solution n'apportant en définitive qu'une suppression partielle des hétérogénéités.

Dans le brevet français 1 496 241, on supprime les inconvénients du refroidissement indirect en utilisant une lingotière en graphite non refroidie, mais on se heurte alors à des problèmes d'entretien et de changement fréquent de la lingotière dus à la fragilité de ce matériau.

Une autre solution consiste à mettre en œuvre des lingotières à surface intérieure striée au moyen desquelles on réduit de plus de 30 % l'épaisseur de la couche corticale quand on coule de l'aluminium 1 050 par exemple. Toutefois, outre l'usinage de ces lingotières qui en augmente sensiblement le prix, on retrouve les inconvénients dus à l'adaptation de la lingotière, et ici des stries, à chaque vitesse de coulée.

On connaît encore la coulée en charge avec rehausse, dite « HOT TOP », mais elle a aussi l'inconvénient à la fois de conduire à une solidification périodique du ménisque, cause de petits replis à la surface des semi-produits, et de s'accompagner de difficultés lors du démarrage.

Enfin, plus récemment, le brevet français 2 417 357 a revendiqué un procédé dans lequel on fait varier la longueur axiale de la partie de la lingotière en contact avec le métal liquide en mettant en œuvre une manchette glissant sur la paroi intérieure de la lingotière. Un tel système a l'inconvénient lors d'une solidification intempestive du métal de conduire à une adhérence entre la lingotière et la manchette provoquant ainsi un arrachement des pièces en présence au moment où l'on procède au mouvement de glissement.

C'est pourquoi la demanderesse consciente des problèmes posés par ces techniques a, dans le but

d'obtenir des semi-produits homogènes dans lesquels l'épaisseur de la couche corticale est pratiquement nulle, le grain est affiné et la peau est exempte de picots, cherché et mis au point un procédé qui présente par rapport à ceux de l'art antérieur, les avantages suivants :

- utilisation d'installations électriques moins compliquées que celles imposées par la coulée électromagnétique traditionnelle ;
- passage aisé de la phase de démarrage de la coulée au régime de croisière ;
- adaptation facile à des variations de paramètres tels que la vitesse de coulée puisque le procédé ne nécessite aucune modification du matériel tel que le changement de lingotière ;
- application à n'importe quel type de lingotière classique ;
- absence de tout dispositif dans lequel on met des pièces en mouvement ;
- risques d'explosion par fuite du métal liquide moins grands qu'avec la coulée électromagnétique traditionnelle.

Pour parvenir à ce résultat, la demanderesse est partie des observations suivantes :

- d'une part, le démarrage de la coulée est d'autant plus facile que le niveau de métal dans la lingotière est haut. En effet, avec un niveau bas, le filtre en tissu de verre qui régularise le niveau et l'alimentation en métal de la lingotière se rapproche du front de solidification et risque, pour des semi-produits de petites dimensions, d'être bloqué par une solidification intempestive du métal et de ne plus pouvoir assurer sa fonction. De même, le phénomène de cambrure qui se manifeste avec les semi-produits de grande largeur interdit également un démarrage au niveau bas.

- d'autre part, en régime de croisière, il est préférable de couler avec une hauteur de métal dans la lingotière la plus faible possible car on limite ainsi la hauteur de contact de métal avec la paroi de la lingotière et de ce fait on réduit l'épaisseur de la zone corticale qui, comme on l'a vu plus haut, est essentiellement due au refroidissement du métal par l'intermédiaire de la lingotière.

- Il fallait donc, partant d'une lingotière classique avec ses contingences, c'est-à-dire tout en gardant dans la lingotière une hauteur de métal constante puisque fixée par la position du flotteur et suffisante pour ne pas gêner le fonctionnement du filtre, pouvoir limiter le plus possible la hauteur de contact du métal avec la surface de la lingotière ce qui revenait en somme à trouver un moyen de régler le niveau de la ligne de contact de la surface libre du métal liquide avec la paroi de la lingotière.

- Ce moyen consiste à appliquer au liquide en cours de solidification un champ magnétique périodique d'intensité variable et de direction sensiblement parallèle à l'axe de la lingotière et à adapter son intensité en fonction du niveau souhaité.

- En effet, il a été constaté qu'en plaçant autour de la lingotière une bobine circulaire constituée par un circuit électrique formé d'un ou de plusieurs enroulements, et en l'alimentant avec un courant alternatif de tension industrielle suffisante, on parvenait à modifier le profil du mécanisme métallique et notamment à faire varier le niveau de cette ligne de contact avec la lingotière et ce d'autant plus que les variations de la tension d'alimentation et corrélativement de l'intensité du champ créé étaient grandes.

- Ainsi, en faisant croître l'intensité du champ, on pouvait abaisser le niveau et par suite diminuer la hauteur de la zone de contact métal-lingotière ou au contraire en la faisant décroître, on pouvait élever ce niveau et par suite augmenter cette hauteur.

- L'intérêt d'un tel procédé est donc de permettre de réduire à volonté la hauteur de contact métal-lingotière et par suite l'épaisseur de la couche corticale simplement avec une bobine alimentée par un courant de fréquence industrielle 50 ou 60 Hz en sachant que toute défaillance électrique n'aura pour répercussion que de faire varier la hauteur de métal dans la lingotière, c'est-à-dire que tout risque de fuite de métal liquide sera écarté, ce qui n'est pas le cas dans la coulée électromagnétique.

- De plus, la présence d'une lingotière, tout en limitant la possibilité d'oxydation du métal liquide au niveau du ménisque, empêche, par le contact qu'elle a avec le métal, tout déplacement du film d'oxyde vers la paroi latérale et donc tout risque de picot à la surface du semi-produit.

- De plus, le champ appliqué au métal a également pour effet de créer des forces à l'intérieur du liquide qui homogénéisent le refroidissement et tendent à provoquer un affinage du grain de coulée.

- Toutefois, la solution consistant à entourer la lingotière par une bobine annulaire, si elle a le gros avantage de ne modifier en rien le montage classique des métiers de coulée, elle a par contre l'inconvénient d'entraîner une consommation importante d'énergie électrique. En effet, la lingotière absorbe une partie du champ magnétique représentant environ 15 à 30 % de l'énergie totale consommée. De plus, à cause de la présence de la lingotière, la bobine doit être éloignée du métal liquide ; or, comme l'intensité du champ magnétique diminue d'autant plus que cet éloignement est grand, il en résulte une perte d'énergie supplémentaire.

- C'est pourquoi, soucieuse d'économiser l'énergie et consciente du fait que le coût des installations électriques augmente rapidement en fonction de l'intensité à débiter, la demanderesse a cherché le moyen de diminuer l'intensité électrique nécessaire au fonctionnement de ce type de procédé.

- Ses travaux ont abouti à la création d'une lingotière caractérisée en ce qu'elle est constituée au moins dans sa partie inférieure par un métal, qu'elle est revêtue intérieurement d'un film en matériau isolant de l'électricité, qu'elle présente suivant au moins une génératrice, sur toute sa hauteur et sur toute son épaisseur, un insert en matériau isolant de l'électricité, qu'elle est munie extérieurement au niveau de ladite partie inférieure de deux bornes placées de part et d'autre dudit insert et reliées à une source de courant alternatif.

La demanderesse a en effet constaté qu'une telle lingotière jouait exactement le rôle de la bobine car elle permettait de créer un champ magnétique ayant pour effet de modifier le profil du ménisque du métal coulé et de faire varier le niveau de la ligne de contact du métal avec la lingotière. Il résulte de cette invention qu'on peut supprimer la bobine et tous ses inconvénients notamment celui de sa forte
5 consommation en énergie électrique.

Etant donné que le courant nécessaire à la création du champ est relativement intense, il est nécessaire que la lingotière soit construite en métal et de préférence un métal présentant une faible résistivité électrique comme le cuivre ou l'aluminium et leurs alliages. Ceci ne pose aucun problème puisque les lingotières sont traditionnellement constituées par de tels métaux.

10 Cependant, il n'est pas nécessaire que la lingotière soit entièrement en métal et il est même préférable d'utiliser des lingotières composites dans lesquelles on limite l'utilisation d'un tel matériau à la partie inférieure et on réalise la partie supérieure comportant la collerette avec un matériau sinon isolant, du moins mauvais conducteur de l'électricité comme un acier inoxydable, par exemple. En effet, on verra par la suite qu'en limitant ainsi la hauteur de passage du courant dans la lingotière, on obtient de
15 meilleurs résultats.

Ces lingotières composites sont construites en utilisant des moyens d'assemblage bien connus de l'homme de l'art.

La lingotière selon l'invention est caractérisée notamment en ce qu'elle est revêtue intérieurement d'un film en matériau isolant de l'électricité afin d'éviter le passage du courant de la lingotière vers le
20 métal coulé. Ce film doit couvrir complètement de bas en haut la surface interne de la lingotière. Il est souhaitable que ce film ne soit pas un bon isolant thermique car il perturberait les échanges thermiques lingotière-métal et aurait des répercussions fâcheuses sur la qualité des produits obtenus. C'est pourquoi la demanderesse a été amenée à étudier de près ce problème et a trouvé après de nombreux essais que certains films seulement étaient applicables.

25 Il s'agit en particulier lorsque la lingotière est en aluminium ou un de ses alliages d'un film d'oxyde d'aluminium obtenu par anodisation. En effet, ce film, quel que soit le type d'anodisation mis en œuvre, forme un revêtement continu, relativement résistant au passage du courant, et bon conducteur de la chaleur puisque des épaisseurs aussi faibles que $1\ \mu\text{m}$ permettent l'application de tensions voisines de 100 volts. En outre, ce type de revêtement est très résistant à l'abrasion, et peut être imprégné d'un agent
30 lubrifiant (graisse à chaud) pour faciliter la coulée. De plus, cet oxyde se prête facilement à la coloration ce qui permet de détecter toute détérioration du revêtement en cours d'élaboration.

Un autre type de revêtement présentant les mêmes avantages que l'oxyde est le film d'émail dont la réalisation fait appel aux techniques connues de l'homme de l'art.

On peut citer également les films en résine fluorocarbonée pour lesquels les résultats sont également
35 excellents et dont la fragilité est largement compensée par ses excellentes propriétés de frottement qui permettent d'éliminer toute utilisation d'agent lubrifiant.

Une autre solution intéressante consiste à séparer le film du métal coulé par une couche de graphite de quelques millimètres d'épaisseur ce qui évite également de recourir à un agent lubrifiant.

L'invention est aussi caractérisée en ce que la lingotière présente suivant au moins une génératrice, 40 sur toute sa hauteur et sur toute son épaisseur, un insert en matériau isolant de l'électricité. Il faut en effet pour que la lingotière assure une fonction analogue à celle de la bobine, qu'elle permette au courant qui la traverse de circuler dans une direction perpendiculaire à l'axe de la lingotière. Ceci est obtenu en fendant la lingotière sur toute sa hauteur, en insérant dans cette fente un isolant électrique et en alimentant la lingotière en courant alternatif à partir de deux bornes placées sur sa paroi externe de part
45 et d'autre dudit insert, et au niveau de la partie inférieure métallique. Cet isolant peut être tout matériau connu de l'homme de l'art, tel que le mica par exemple, y compris les matériaux constituant le film et notamment dans le cas d'une lingotière en aluminium ou en un de ses alliages, l'oxyde obtenu par anodisation ; les deux bornes de raccordement au réseau électrique sont de n'importe quel type connu.

L'invention sera mieux comprise à l'aide des figures jointes qui représentent :

50 Figure 1 : une coupe verticale de deux demi-lingotières dont celle de gauche est utilisée sans réglage de niveau et celle de droite qui est équipée d'une bobine annulaire permettant ledit réglage ;

figure 2 : une vue en perspective d'une lingotière monométallique suivant l'invention ;

figure 3 : une vue en perspective d'une lingotière composite suivant l'invention.

Sur la figure 1, on distingue une busette d'alimentation (1) en métal liquide, une quenouille (2) de
55 régulation de niveau, une lingotière (3) refroidie directement par un fluide (4) qui refroidit ensuite le métal (5) directement au point (6). La demi-lingotière de droite est équipée d'une bobine (7) qui est alimentée sous une tension alternative (8) afin de créer le champ magnétique de direction (9) et de provoquer l'abaissement du niveau de la ligne de contact de la surface du métal avec la lingotière d'un point (10) dans la coulée de l'art antérieur au point (11) suivant le procédé, point qui est situé au niveau de
60 l'intersection (12) du front de solidification (13) résultant du refroidissement indirect et du front (14) résultant du refroidissement direct. On voit ainsi qu'on a réduit la hauteur de contact du métal avec la lingotière d'une hauteur h_1 à une hauteur h_2 extrêmement petite qu'on peut assimiler au point (11).

Sur la figure 2, on voit une lingotière (15) en aluminium revêtue intérieurement d'un film (16) d'oxyde obtenu par anodisation présentant sur une de ses génératrices une fente (17) dont les faces en regard ont
65 également été anodisées et deux bornes (18) qui sont reliées à une source de courant alternatif non

représentée.

Sur la figure 3, on voit une lingotière composite formée d'une partie supérieure (19) en acier inoxydable et une partie inférieure (20) en aluminium. L'ensemble est revêtu intérieurement d'un film (21) en résine fluorocarbonée. Sur la partie inférieure de la lingotière et à l'extérieur sont placées deux bornes (22) reliées à une source de courant alternatif non représentée.

L'invention peut être illustrée à l'aide des exemples d'application suivants qui comparent, pour 3 types de lingotières, l'intensité nécessaire pour abaisser le niveau de la ligne de contact du métal avec la lingotière respectivement de 15, 30 et 40 mm dans une lingotière en aluminium de section 1 100 × 300 mm et dans lesquelles le niveau de métal au centre était fixé à 60 mm à partir de la base de la lingotière.

Les types de lingotières suivants ont été considérés :

— type 1 : une lingotière en aluminium anodisé intérieurement suivant l'invention et de hauteur 104 mm

— type 2 : une lingotière composite suivant l'invention en aluminium anodisé pour la partie inférieure d'une hauteur de 60 mm, et en matériau isolant pour la partie supérieure d'une hauteur de 44 mm

— type 3 : une lingotière en aluminium de même hauteur totale, utilisée suivant l'art antérieur c'est-à-dire sans revêtement intérieur, ni insert et le champ étant créé par une bobine annulaire.

Les résultats figurent dans le tableau suivant :

Abaissement du niveau de la ligne de contact en mm	Intensité en ampères		
	Type 1	Type 2	Type 3
15	4600	3400	9800
30	6200	5300	14000
40	7000	6300	16000

On constate que quel que soit l'abaissement du niveau, c'est la lingotière composite (type 2) qui conduit à l'intensité la plus faible, c'est-à-dire celle qui permet de minimiser le plus le coût du dispositif. Compte tenu des pertes électriques dans les amenées de courant, c'est aussi celle qui globalement consomme le moins d'énergie électrique.

Le type 1, bien que moins performant, constitue néanmoins un progrès très important par rapport aux lingotières de l'art antérieur puisque l'intensité est pratiquement divisée par 2.

La présente invention trouve son application dans la coulée de semi-produits métallurgiques notamment en aluminium et ses alliages tels que, par exemple, les alliages au lithium et dans lesquels on veut obtenir à la fois une zone corticale d'épaisseur pratiquement nulle, un grain fin sans ajout préalable d'agents d'affinage comme l'AT5B et une absence de picots.

Revendications

1. Lingotière (15) permettant de régler le niveau suivant lequel elle est en contact avec la surface libre du métal dans une coulée verticale, caractérisée en ce qu'elle est constituée au moins dans sa partie inférieure par un métal, qu'elle est revêtue intérieurement d'un film (16) en matériau isolant de l'électricité, qu'elle présente, suivant au moins une génératrice, sur toute sa hauteur et sur toute son épaisseur, un insert (17) en matériau isolant de l'électricité, qu'elle est munie extérieurement au niveau de ladite partie inférieure de deux bornes (18) placées de part et d'autre dudit insert et reliées à une source de courant alternatif.

2. Lingotière selon la revendication 1, caractérisée en ce que le métal qui la constitue a une faible résistivité électrique.

3. Lingotière selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comprend une partie supérieure (19) constituée par un matériau isolant ou médiocrement conducteur de l'électricité.

4. Lingotière selon la revendication 1, caractérisée en ce que le métal qui la constitue appartient au groupe formé par le cuivre, l'aluminium et leurs alliages.

5. Lingotière selon la revendication 4, caractérisée en ce que lorsque le métal est l'aluminium et ses alliages, le revêtement intérieur est un film d'oxyde d'aluminium obtenu par anodisation.

6. Lingotière selon la revendication 5, caractérisée en ce que le film est coloré.

7. Lingotière selon la revendication 1, caractérisée en ce que le revêtement intérieur est un film d'émail.

8. Lingotière selon la revendication 1, caractérisée en ce que le revêtement intérieur est un film de résine fluorocarbonée.

9. Lingotière selon la revendication 1, caractérisée en ce que le revêtement intérieur est recouvert d'un agent lubrifiant.

10. Lingotière selon la revendication 1, caractérisée en ce que le film est séparé du métal coulé par une couche de graphite.

11. Lingotière selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'insert est en un matériau de même composition que celle du film.

5

Claims

1. A mould (15) permitting regulation of the level at which it is in contact with the free surface of the metal in a vertical casting operation, characterised in that it is formed at least in its lower part by a metal, that it is internally coated with a film (16) of electrically insulating material, that along at least one generatrix, over its entire height and over its entire thickness, it has an insert (17) of electrically insulating material, and that it is externally provided at the level of said lower part with two terminals (18) disposed on respective sides of said insert and connected to an alternating current source.

2. A mould according to claim 1 characterised in that the metal which forms the mould has a low level of electrical resistivity.

3. A mould according to claim 1 characterised in that it comprises an upper part (19) formed by an insulating material or a material which is a poor conductor of electricity.

4. A mould according to claim 1 characterised in that the metal forming the mould belongs to the group formed by copper, aluminium and their alloys.

5. A mould according to claim 4 characterised in that when the metal is aluminium or alloys thereof, the internal coating is a film of aluminium oxide produced by anodisation.

6. A mould according to claim 5 characterised in that the film is coloured.

7. A mould according to claim 1 characterised in that the internal coating is a film of enamel.

8. A mould according to claim 1 characterised in that the internal coating is a film of fluorocarbon resin.

9. A mould according to claim 1 characterised in that the internal coating is covered with a lubricating agent.

10. A mould according to claim 1 characterised in that the film is separated from the cast metal by a layer of graphite.

11. A mould according to claim 1 characterised in that the insert is of a material of the same composition as that of the film.

Patentansprüche

1. Gießform (15), die die Regulierung der Höhe, auf der sie im Kontakt mit der freien Oberfläche des Metalls bei einem Vertikalguß ist, gestattet, dadurch gekennzeichnet, daß sie wenigstens in ihrem unteren Teil aus einem Metall besteht, daß sie innen mit einer Schicht (16) aus elektrisch isolierendem Material überzogen ist, daß sie längs wenigstens einer Mantellinie auf ihrer ganzen Höhe und ihrer ganzen Wanddicke einen Einsatz (17) aus elektrisch isolierendem Material aufweist, und daß sie äußerlich auf Höhe des unteren Teils mit zwei Anschlußklemmen (18) versehen ist, die zu beiden Seiten des Einsatzes angeordnet und mit einer Wechselstromquelle verbunden sind.

2. Gießform nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall, das sie bildet, einen niedrigen elektrischen Widerstand hat.

3. Gießform nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen oberen Teil (19) aufweist, der aus einem isolierenden oder mittelmäßig elektrisch leitenden Material besteht.

4. Gießform nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall, das sie bildet, zu der von Kupfer, Aluminium und deren Legierungen gebildeten Gruppe gehört.

5. Gießform nach dem Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß, wenn das Metall Aluminium und seine Legierungen ist, der innere Überzug eine durch anodische Oxidation erhaltene Aluminiumoxidschicht ist.

6. Gießform nach dem Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht gefärbt ist.

7. Gießform nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der innere Überzug eine Emailschiicht ist.

8. Gießform nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der innere Überzug eine Fluorkohlenstoffharzschicht ist.

9. Gießform nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der innere Überzug mit einem Schmiermittel bedeckt ist.

10. Gießform nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht vom gegossenen Metall durch eine Graphitschicht getrennt ist.

11. Gießform nach dem Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz aus einem Material gleicher Zusammensetzung wie der der Schicht ist.

65

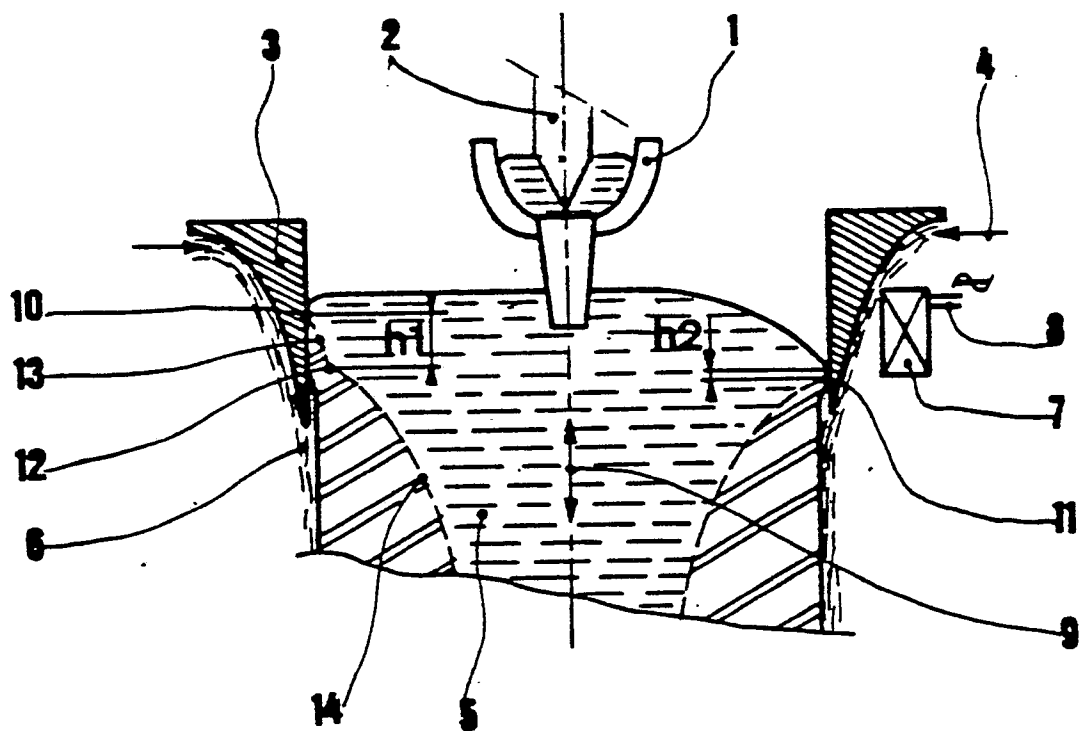


FIG. 1

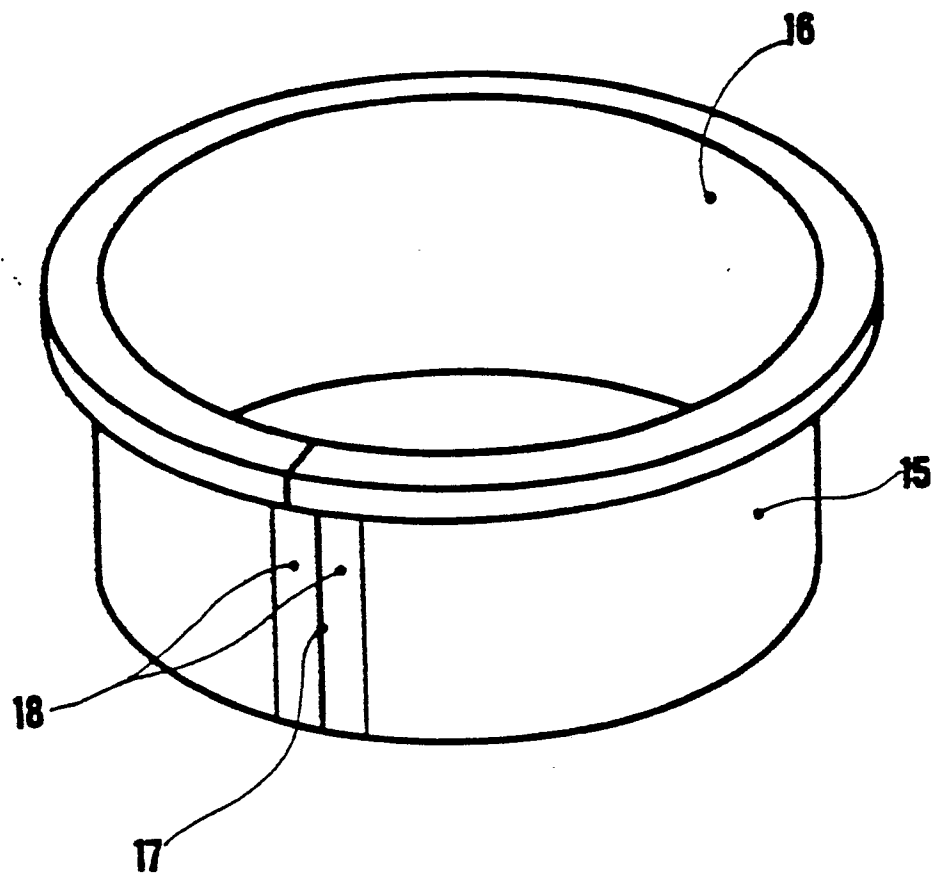


FIG. 2

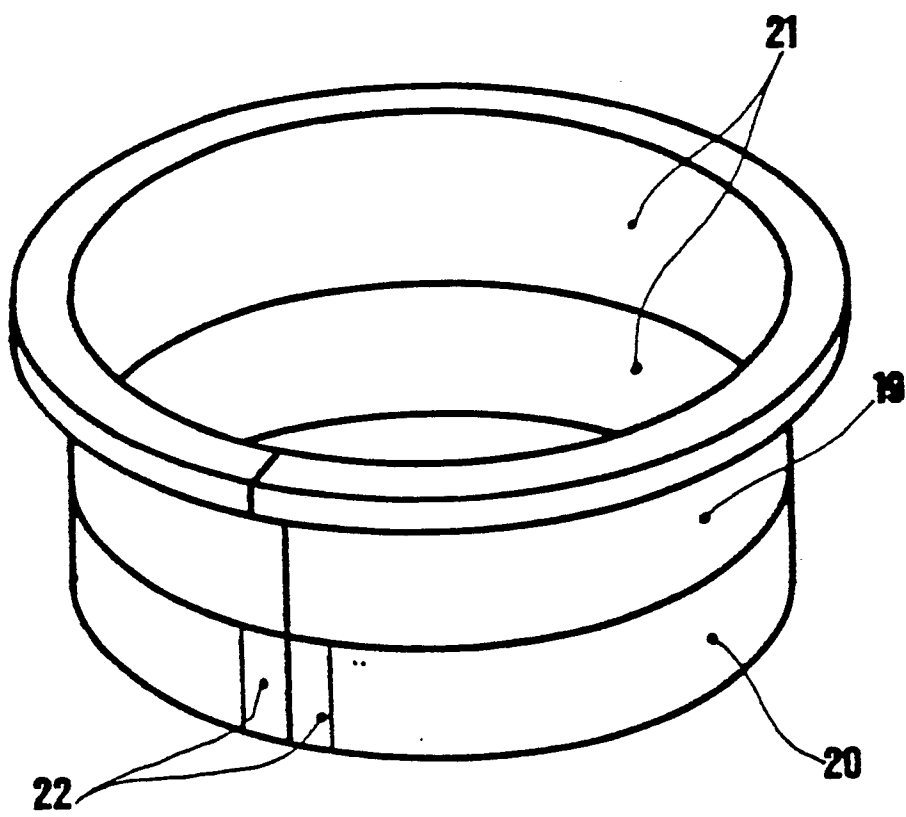


FIG. 3