

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 584 321

②1 N° d'enregistrement national :

85 10246

⑤1 Int Cl⁴ : B 22 D 7/06.

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 4 juillet 1985.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 2 du 9 janvier 1987.

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

⑦1 Demandeur(s) : VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSLEDOVA-
TELSKY, PROEKTNO-KONSTRUKTORSKY I TEKHOLOGI-
CHESKY INSTITUT ELEKTROTERMICHESKOGO OBORU-
DOVANIA (VNIIE TO). — SU.

⑦2 Inventeur(s) : M. A. Kisselmann, A. L. Andreev, A. L.
Tsikerman, V. A. Bobin, V. N. Kurlykin, L. A. Volokhonsky,
V. B. Gutkin, V. K. Trunova, S. I. Grishin, S. V. Orlov, N. A.
Kononenko et A. P. Kuchmy.

⑦3 Titulaire(s) :

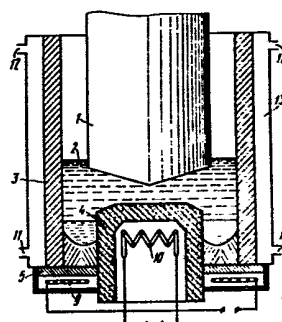
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Z. Weinstein.

⑤4 Procédé de fabrication d'ébauches creuses par refusion sous laitier électroconducteur, dispositif pour sa mise en
œuvre et ébauches creuses obtenues par ledit procédé.

⑤7 L'invention concerne l'électrometallurgie.

Le procédé faisant l'objet de l'invention est caractérisé en
ce que, avant le début de la refusion, la forme intérieure 4 et
la plaque de fond 5 sont préchauffées jusqu'à une température
égale à 0,8-0,95 de la température de fusion de l'électrode
consommable 1, puis la refusion de l'électrode consommable 1
est réalisée sans refroidissement des formes extérieure 3 et
intérieure 4, de façon à obtenir une ébauche creuse bimétal-
lique dans laquelle la matière de la première couche sera celle
de l'électrode consommable 1, et la seconde couche sera
constituée par la matière de la forme extérieure 3, le proces-
sus de refusion s'effectuant jusqu'à obtention d'une ébauche
creuse bimétallique d'une hauteur égale à 0,7-0,9 de la hauteur
de la forme extérieure 3.

L'invention peut être utilisée notamment pour la fabrication
de lingotières pour les installations de refusion sous laitier
électroconducteur.



FR 2 584 321 - A1

L'invention concerne l'électrométallurgie et a notamment pour objet un procédé de fabrication d'ébauches creuses par refusion sous laitier électroconducteur, un dispositif pour sa mise en oeuvre, ainsi que les ébauches creuses obtenues par ledit procédé.

L'invention peut être appliquée à la fabrication de divers organes et pièces, dont les lingotières pour les installations de refusion sous laitier électroconducteur.

On connaît largement un procédé de fabrication d'ébauches creuses par refusion sous laitier électroconducteur, suivant lequel des électrodes consommables sont disposées dans un écartement annulaire formé par une forme extérieure (lingotière) et une forme intérieure (noyau) (cf., par exemple, "Les fours à laitier électroconducteur", par B.E. Paton et al, publié en 1976, Editions "Naukova Dumka", Kiev, p.67).

Ce procédé connu de fabrication d'ébauches creuses est difficile à mettre en oeuvre, par suite de la complexité de la préparation des électrodes consommables à la fusion, ces électrodes étant composées, par exemple, d'un faisceau de barres distinctes, et disposées dans l'écartement annulaire pour obtenir l'ébauche creuse.

En outre, le dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé a de grandes dimensions par suite de la longueur excessive des électrodes. Mais le principal inconvénient consiste en ce que ledit dispositif ne permet pas d'obtenir des ébauches creuses bimétalliques.

On connaît un procédé de fabrication d'ébauches creuses par refusion sous laitier électroconducteur, consistant à refondre des électrodes consommables dans une zone constituée par une forme extérieure et une forme intérieure disposées coaxialement, et par une plaque de fond placée entre elles. Les formes sont réalisées mobiles l'une par rapport à l'autre et la forme extérieure

comporte des moyens de refroidissement réglable. L'ébauche creuse commence à se former sur la plaque de fond, laquelle, dans l'une des variantes possibles de réalisation, se déplace en descente conjointement avec la forme intérieure. Il en résulte la formation continue d'une ébauche creuse, la forme extérieure étant refroidie sans interruption (cf., par exemple, brevet Grande-Bretagne n° 1 261 832, classe B3F, 1972, B.E. Paton et al).

Un inconvénient de ce procédé connu est l'impossibilité de son application à l'obtention d'ébauches creuses bimétalliques.

On connaît un dispositif pour la fabrication d'ébauches creuses par refusion sous laitier électroconducteur, comprenant une forme extérieure et une forme intérieure disposées coaxialement de façon à constituer une zone de formation de l'ébauche creuse. Les formes se déplacent l'une par rapport à l'autre. Par exemple, la forme extérieure descend au fur et à mesure de la formation de l'ébauche creuse à partir d'une électrode consommable disposée au-dessus de cette zone (cf., par exemple, "Les fours à laitier électroconducteur ", par B.E. Paton et al., 1976, Editions "Naukova Dumka", Kiev, pp. 281, 282, figure 302).

Dans ce dispositif on obtient des ébauches creuses dont l'épaisseur varie suivant leur périmètre, ce qui est dû aux écarts de l'axe vertical de la forme intérieure par rapport à l'axe vertical de la forme extérieure, provoqués par les charges mécaniques. Ceci implique une augmentation des surépaisseurs d'usinage des ébauches creuses, ce qui n'est pas souhaitable, surtout si les ébauches doivent être bimétalliques, car une telle augmentation entraîne un accroissement de la consommation de métaux non ferreux ou autres métaux coûteux.

On s'est donc proposé de créer un procédé de fabrication d'ébauches creuses par refusion sous laitier électroconducteur et un dispositif pour sa mise en

oeuvre, qui permettraient d'obtenir des ébauches creuses bimétalliques de haute qualité.

La solution à ce problème consiste en un procédé de fabrication d'ébauches creuses par refusion sous
5 laitier électroconducteur, suivant lequel une électrode consommable est refondue dans la zone constituée par une forme extérieure (lingotière) et une forme intérieure (noyau), disposées coaxialement et pouvant se déplacer l'une par rapport à l'autre, et une plaque de fond
10 placée entre lesdites formes, procédé dans lequel, d'après l'invention, avant le début de la refusion, la forme intérieure et la plaque de fond sont préchauffées jusqu'à une température égale à 0,8-0,95 de la température de fusion de l'électrode consommable, puis la refusion de
15 l'électrode consommable est réalisée sans refroidissement des formes extérieure et intérieure, de façon à élaborer une ébauche creuse bimétallique dans laquelle la matière de la première couche sera celle de l'électrode consommable, et la seconde couche sera constituée par la matière de la
20 forme extérieure, ce processus de refusion s'effectuant jusqu'à obtention d'une ébauche creuse bimétallique d'une hauteur égale à 0,7-0,9 de la hauteur de la forme extérieure.

Pour prévenir la fusion de la forme extérieure, il
25 est avantageux que, lorsque la hauteur de l'ébauche creuse bimétallique atteint environ 0,5 de la hauteur de la forme extérieure, la puissance fournie pour la refusion soit diminuée jusqu'à une valeur égale à 0,5-0,8 de la
valeur de la puissance initiale.

30 Pour prévenir la fusion de la forme, on peut, après obtention d'une ébauche creuse bimétallique d'une hauteur égale à 0,7-0,9 de la hauteur de la forme extérieure, refroidir la forme extérieure sur toute sa hauteur.

Afin d'élever la qualité de l'ébauche creuse bimétal-
35 lique à obtenir, il est avantageux de refroidir la zone de

la forme extérieure située au-dessous de l'interface laitier-métal de l'électrode consommable à une distance égale à 0,1-0,5 de la hauteur du bain de laitier, et de maintenir constant le niveau supérieur de la zone refroidie.

5 La solution au problème exposé plus haut consiste également en un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé de fabrication d'ébauches creuses, comprenant une forme extérieure (lingotière) et une forme intérieure
10 (noyau), disposées coaxialement, dispositif dans lequel, d'après l'invention, il est prévu suivant le périmètre de la forme intérieure au moins trois éléments pour le maintien d'un écartement constant entre les formes, chacun de ces éléments contactant la surface intérieure de
15 la forme extérieure.

Il est avantageux que lesdits éléments pour le maintien d'un écartement constant entre les formes soient réalisés amovibles, chacun d'eux pouvant être fabriqué avec une matière dont la température de
20 fusion est plus élevée que celle de la matière de la forme intérieure.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de
25 différents modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs avec références aux dessins non limitatifs annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente le schéma de principe d'un dispositif pour la fabrication d'ébauches creuses, conforme à l'invention (coupe longitudinale);
30
- la figure 2 représente le schéma de principe d'un dispositif assurant un refroidissement supplémentaire de la forme extérieure, conforme à l'invention (coupe longitudinale);

- la figure 3 représente un autre dispositif conforme à l'invention, comportant des éléments pour le maintien d'un écartement constant (coupe longitudinale);

5 - la figure 4 est une vue en plan du dispositif de la figure 3;

- la figure 5 représente une variante de réalisation du dispositif de la figure 3) détail A de la partie encerclée de la figure 3, à une plus grande échelle).

10 Le procédé de fabrication d'ébauches creuses bimétalliques par refusion sous laitier électroconducteur est mis en oeuvre de la façon suivante.

 Une électrode consommable 1 (figure 1) est fondue dans un bain de laitier 2, dans la zone formée entre les formes 3 et 4 et la plaque de fond 5. Une couche
15 de l'ébauche creuse bimétallique à obtenir est constituée par la matière de l'électrode consommable 1, et l'autre couche, par la matière de la forme extérieure 3.

 La refusion est réalisée sans refroidissement des formes 3 et 4, avant de commencer la refusion, la
20 forme intérieure 4 et la plaque de fond 5 sont réchauffées afin d'assurer la fusion préliminaire du laitier et la formation du bain de laitier 2 avant le début de la refusion. Le réchauffage est effectué
25 jusqu'à une température égale à 0,8-0,95 de la température de fusion de l'électrode consommable 1.

 La limite inférieure de la plage de température indiquée est déterminée d'après la température moyenne de fusion des laitiers les plus utilisés dans la refusion des métaux sous laitier électroconducteur.
30 La limite supérieure de ladite plage est choisie de manière à ce que l'électrode 1 plongée dans le laitier fondu ne puisse fondre avant le commencement du processus de refusion.

 A titre d'exemple, on peut citer la plage de
35 température de 860 à 1020°C, choisie quand l'invention est

appliquée pour l'obtention d'une ébauche creuse bimétallique acier-cuivre, la forme 3 étant en acier , la forme 4, en graphite, l'électrode 1, en cuivre, et le laitier étant composé de cryolithe et de fluorine.

5 Au cours de la refusion sous laitier électro-conducteur, les formes 3 et 4 ne sont pas refroidies. L'électrode consommable 1 est plongée dans le bain de laitier 2. Un courant d'intensité approprié circulant à travers ce bain y dégage la quantité de
10 chaleur nécessaire et suffisante pour la fusion de l'électrode 1 et le réchauffage de la paroi non refroidie de la forme 3. Il en résulte une liaison non séparable des deux métaux: celui de la forme 3 et celui de l'électrode consommable 1.

15 Pendant la refusion, les formes 3 et 4 sont déplacées l'une par rapport à l'autre d'une manière connue en soi. La refusion est exécutée jusqu'à ce que la hauteur de l'ébauche en cours de formation devienne égale à 0,7-0,9 de la hauteur de la forme 3.
20 La valeur de 0,7 de la hauteur de la forme 3 est choisie de manière à ce que la paroi de la forme n'entre pas en fusion, tandis que la valeur 0,9 correspond au coefficient minimal de remplissage de la forme 3, qui est choisi de manière à assurer
25 l'obtention d'une liaison de qualité entre les couches de l'ébauche creuse bimétallique.

Afin de prévenir la fusion de la forme extérieure 3, quand la hauteur de l'ébauche bimétallique élaborée atteint une valeur égale à 0,7-0,9 de la hauteur de
30 ladite forme 3, on interrompt la refusion et on refroidit la forme 3 sur toute sa hauteur.

Il convient de noter que, du fait que la refusion sous laitier électroconducteur est réalisée dans une forme 3 non refroidie, des conditions entraînant sa
35 fusion peuvent toujours se produire, vu que son

échauffement est maximal surtout dans la période finale du processus, quand le régime thermique du processus est proche du régime établi. C'est pourquoi, afin de prévenir la fusion de la forme, on diminue la puissance fournie pour la refusion jusqu'à une valeur égale à 0,5-0,8 de la puissance initiale. Dans la pratique, cette diminution de la puissance est particulièrement avantageuse quand la hauteur de l'ébauche bimétallique atteint à peu près la moitié de la hauteur de la forme 3.

La plage de puissance est choisie en partant des paramètres minimaux admissibles du processus, assurant la liaison des deux métaux, tels que l'absence d'autogarnissage de laitier, la pénétration du cuivre fluide dans l'acier et autres (limite inférieure), et en partant de la valeur maximale de la puissance ne provoquant pas la fusion de la forme (limite supérieure).

Afin d'accroître la fiabilité, plus précisément afin de prévenir la fusion de la paroi de la forme extérieure 3, on refroidit celle-ci dans la zone située au-dessous de l'interface 6 (figure 2) laitier-métal de l'électrode consommable 1, à une distance égale à 0,1-0,5 de la hauteur du bain de laitier 2, et on maintient constant le niveau supérieure de la zone refroidie.

L'agent de refroidissement est débité, par exemple, à l'aide d'une rampe 7 avec des trous 8, encerclant la forme 3.

Le niveau recommandé de la zone contactée par l'agent de refroidissement sur la paroi de la forme 3 est choisi en partant des conditions suivantes: la limite inférieure (0,1) doit assurer l'obtention du bimétal, c'est-à-dire le régime thermique minimal auquel le métal de l'électrode consommable 1 commence à diffuser dans le métal de la forme extérieure 3, sans

fusion de la paroi de cette forme 3; la valeur 0,5 correspond aux conditions thermiques limites de déroulement du processus dans lesquelles se produit la fusion superficielle partielle de la forme 3 à l'intérieur et sa liaison avec le métal de l'électrode consommable 1, la paroi de cette forme 3 ne fondant alors pas en profondeur, quoique étant fortement chauffée.

Ci-après sont donnés des exemples concrets mais non limitatifs de réalisation du procédé proposé de fabrication d'ébauches creuses bimétalliques.

Exemple 1

On refond une électrode consommable en cuivre sous un laitier électroconducteur à base de cryolithe. La refusion est réalisée dans une enceinte délimitée par une forme extérieure en acier à diamètre intérieur de 300 mm et par une forme intérieure en graphite de 200 mm de diamètre, disposées coaxialement. La forme intérieure est déplacée par rapport à la forme extérieure. La partie inférieure de l'enceinte est limitée par une plaque de fond qui est placée dans l'écartement entre les formes. Avant le début de la refusion, la forme intérieure et la plaque de fond sont réchauffées jusqu'à une température d'environ 850°C. Ensuite l'électrode consommable en cuivre est refondue sans refroidissement de la forme extérieure d'une hauteur de 1 m, jusqu'à obtention d'une ébauche creuse bimétallique d'une hauteur de 0,7m.

Exemple 2

La refusion est réalisée comme dans l'exemple 1, sauf que la forme intérieure et la plaque de fond sont préchauffées jusqu'à une température environ égale à 1000°C, et que la refusion est exécutée jusqu'à obtention d'une ébauche creuse bimétallique d'une hauteur de 0,8 m.

Exemple 3

La refusion est réalisée comme dans l'exemple 2, mais, quand la hauteur de l'ébauche creuse bimétallique élaborée atteint à peu près 0,4 m, on diminue la
5 puissance fournie pour la refusion jusqu'à une valeur d'environ 40 kW.

Exemple 4

La refusion est réalisée comme dans l'exemple 3, mais, quand la hauteur de l'ébauche atteint 0,4 m, on
10 diminue la puissance fournie pour la refusion jusqu'à une valeur d'environ 60 kW.

Exemple 5

La refusion est réalisée comme dans l'exemple 1, sauf que, lorsque l'ébauche creuse bimétallique en
15 formation atteint une hauteur de 0,7 m, on refroidit la forme extérieure sur toute sa hauteur.

Exemple 6

La refusion est réalisée comme dans l'exemple 2, sauf que, lorsque l'ébauche creuse bimétallique en
20 formation atteint une hauteur de 0,8 m, on refroidit la forme extérieure sur toute sa hauteur.

Exemple 7

La refusion est réalisée comme dans l'exemple 1, sauf que l'on refroidit la zone de la forme extérieure
25 située au-dessous de l'interface laitier - métal de l'électrode consommable à une distance égale à 10 mm, et que le niveau supérieur de la zone refroidie est maintenu constant.

Exemple 8

La refusion est réalisée comme dans l'exemple 1, sauf que l'on refroidit la zone de la forme extérieure
30 située au-dessous de l'interface laitier-métal de l'électrode consommable à une distance égale à 30 mm.

Les figures 1 à 5 représentent différents modes de
35 réalisation du dispositif pour la mise en oeuvre du procédé

faisant l'objet de l'invention.

Le dispositif comprend une forme extérieure 3 (figure 1) et une forme intérieure 4 disposées coaxialement, et une plaque de fond 5, qui forment
5 entre elles la zone de refusion. La forme 4 et la plaque de fond 5 comportent des éléments chauffants 9 et 10 sous forme de spirales. La forme 3 comporte un système de refroidissement avec des tubulures 11 et 12 pour l'entrée et la sortie d'un agent de refroidis-
10 sement, qui circule dans une enceinte 13 entourant la forme 3. Les formes 3 et 4 se déplacent l'une par rapport à l'autre; en particulier, pendant la refusion, on fait descendre la forme 3 dans le sens indiqué par la flèche B par un moyen connu quelconque.

Afin d'élever la qualité de l'ébauche creuse
15 bimétallique à obtenir, le dispositif comporte trois éléments 14 (figures 3 et 4) pour le maintien d'un écartement constant entre les formes 3 et 4. Les éléments 14 sont des saillies réalisées sur la surface extérieure
20 de la forme 4, uniformément réparties suivant sa circonférence et contactant la surface intérieure de la forme 3.

Lesdits éléments pour le maintien d'un écartement constant peuvent être réalisés amovibles, comme montré
25 sur la figure 5, sous forme d'étriers 15 embrassant la partie supérieure 16 de la forme 4. La partie inférieure 17 des étriers 15 entre dans une gorge 18 réalisée dans la surface extérieure de la forme 4.

Les étriers 15 sont réalisés en un matériau dont
30 la température de fusion est plus élevée que celle du matériau de la forme intérieure 4. Ainsi, par exemple, si la forme 4 est réalisée en acier (température de fusion = 1450°C), les éléments 14 sont réalisés en graphite (température de fusion = 1700°C). Les étriers 15 peuvent
35 être réalisés en métaux réfractaires: titane, zirconium, etc.

La figure 2 représente un exemple de réalisation d'un dispositif avec refroidissement supplémentaire effectué au moyen d'une rampe 7 pourvue de trous 8 et montée sur la forme 3.

5 Le dispositif représenté par les figures 3 à 5 fonctionne de la façon suivante.

10 Le métal liquide fourni par l'électrode consommable 1 tombe sur la forme 4, qui se trouve toujours dans le bain de laitier 2 et, par conséquent, est fortement réchauffée. En coulant suivant la forme 4, le métal liquide pénètre dans l'écartement entre les formes 3 et 4, dans lequel il contacte la surface intérieure de la forme 3, réchauffée par la chaleur provenant du bain de laitier. Pendant la refusion, la forme 3 se déplace en descente par rapport à la forme 4.

15 En se solidifiant sur la paroi réchauffée de la forme 3, le métal liquide fourni par l'électrode 1 se lie au métal de la forme 3 en constituant une ébauche creuse bimétallique.

20 Grâce aux éléments 14, le déplacement relatif des formes 3 et 4 s'effectue de telle façon que les axes verticaux des formes 3 et 4 restent confondus pendant toute la durée de la refusion. Il en résulte que l'ébauche creuse obtenue a une épaisseur uniforme sur tout son périmètre, ce qui permet de réduire notablement les surépaisseurs d'usinage de la couche intérieure de l'ébauche bimétallique, d'où la réalisation d'une économie de métaux d'approvisionnement difficile.

25 Les éléments 14 sont disposés de façon qu'ils soient équidistants, les angles entre eux étant égaux. Le nombre minimal de ces éléments est de trois, les angles entre eux étant alors de 120° (figure 5). Le nombre d'éléments 14 peut être augmenté dans une marge raisonnable.

5 Une telle réalisation des éléments 14 permet de garantir le maintien d'un écartement constant entre les formes 3 et 4 pendant toute la durée de la fusion, et de créer ainsi des conditions uniformes de solidification de l'ébauche creuse bimétallique.

10 Le procédé et le dispositif faisant l'objet de l'invention présentent les avantages suivants: possibilité absolue d'obtenir des ébauches creuses bimétalliques de haute qualité, simplicité de réalisation et grand rendement du processus, fiabilité.

R E V E N D I C A T I O N S

=====

1. Procédé de fabrication d'ébauches creuses
par refusion sous laitier électroconducteur, suivant
lequel une électrode consommable (1) est refondue
dans la zone constituée par une forme extérieure
5 (lingotière) (3) et une forme intérieure (noyau) (4),
disposées coaxialement et pouvant se déplacer l'une
par rapport à l'autre, et une plaque de fond (5)
placée entre lesdites formes (3, 4), caractérisé
en ce que, avant le début de la refusion, la forme
10 intérieure (4) et la plaque de fond (5) sont
préchauffées jusqu'à une température égale à 0,8-0,95
de la température de fusion de l'électrode consommable
(1), puis la refusion de l'électrode consommable (1)
est réalisée sans refroidissement des formes extérieure
15 (3) et intérieure (4), de façon à obtenir une ébauche
creuse bimétallique dans laquelle la matière de la
première couche sera celle de l'électrode consommable
(1), et la seconde couche sera constituée par la
matière de la forme extérieure (3), le processus de
20 refusion s'effectuant jusqu'à obtention d'une ébauche
creuse bimétallique d'une hauteur égale à 0,7-0,9
de la hauteur de la forme extérieure (3).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé
en ce que, lorsque la hauteur de l'ébauche creuse
25 bimétallique atteint environ 0,5 de la hauteur de la
forme extérieure (3), la puissance fournie pour la
refusion est diminuée jusqu'à une valeur égale à 0,5-0,8
de la valeur de la puissance initiale.

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2,
30 caractérisé en ce que, après l'obtention d'une ébauche
creuse bimétallique d'une hauteur de 0,7-0,9 de la
hauteur de la forme extérieure (3), celle-ci est
refroidie suivant toute sa hauteur.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'on refroidit la zone de la forme extérieure située au-dessous de l'interface (6) laitier-métal de l'électrode consommable (1) à une distance égale à 0,1-0,5 de la hauteur du bain de laitier (2), et que l'on maintient constant le niveau supérieur de la zone refroidie.

5. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé faisant l'objet de l'une des revendications 1, 2, 3 et 4, comprenant une forme extérieure (lingotière) (3) et une forme intérieure (noyau) (4) disposées coaxialement et pouvant se déplacer l'une par rapport à l'autre pendant la refusion de l'électrode consommable, caractérisé en ce qu'il est prévu suivant la périphérie de la forme intérieure (4) au moins trois éléments (14) pour le maintien d'un écartement constant entre les formes (3 et 4), chacun de ces éléments (14) contactant la surface intérieure de la forme extérieure (3).

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les éléments (14) pour le maintien d'un écartement constant entre les formes (3 et 4) sont réalisés amovibles.

7. Dispositif selon l'une des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que chaque élément (14) pour le maintien d'un écartement constant entre les formes (3 et 4) est réalisé en un matériau dont la température de fusion est plus élevée que celle du matériau de la forme intérieure 4.

8. Ebauches ou analogues creuses, caractérisées en ce qu'elles sont obtenues par le procédé faisant l'objet de l'une des revendications 1 à 4.

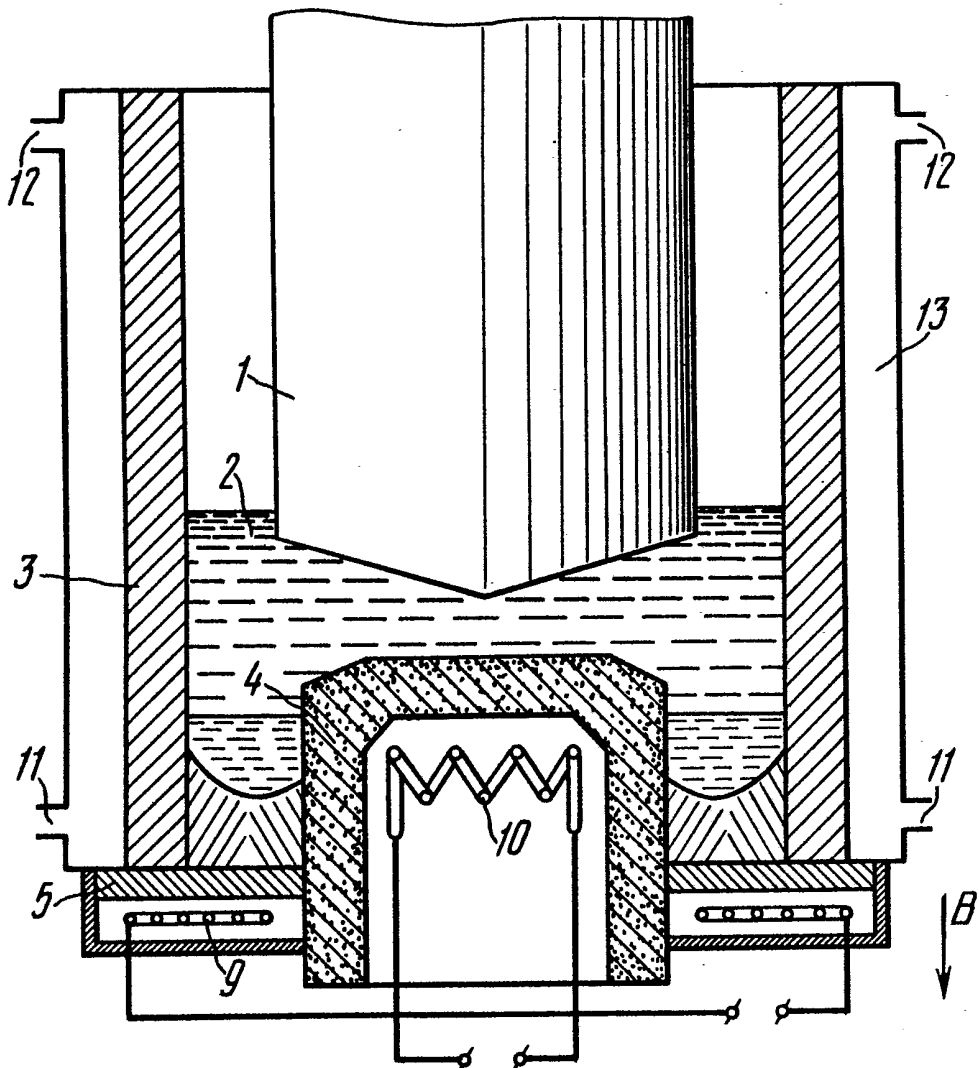


FIG. 1

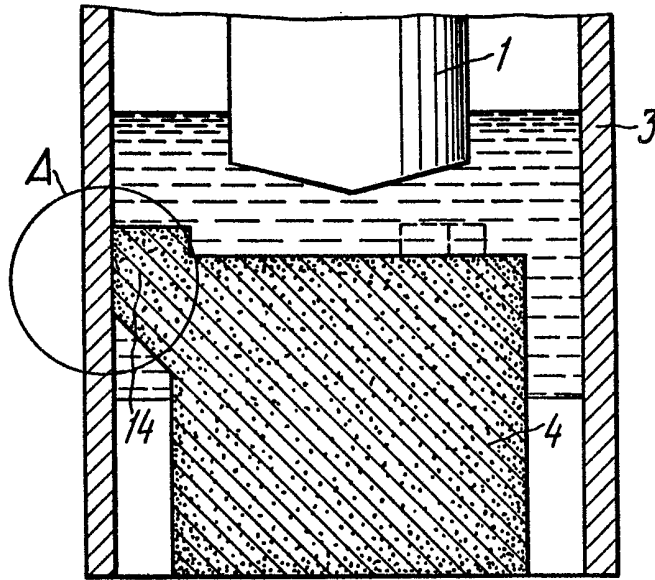


FIG. 3

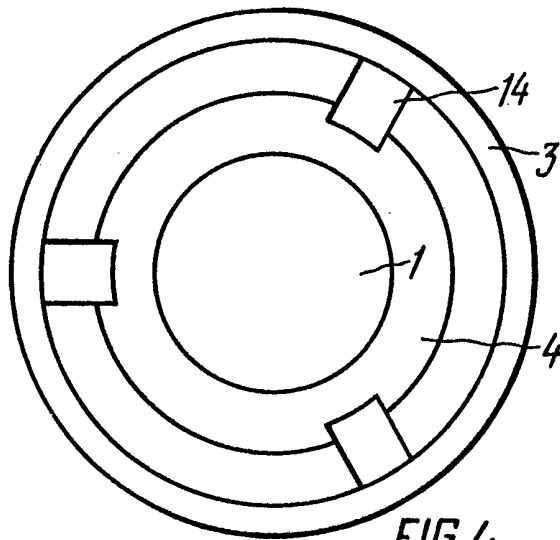


FIG. 4

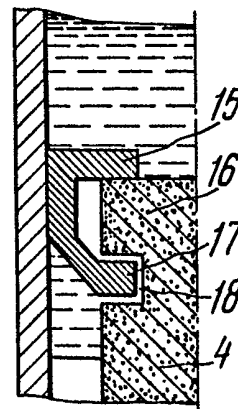


FIG. 5