

①⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift:
13.11.85

⑤① Int. Cl.⁴: **H 05 B 3/60, H 05 B 3/62**

②① Anmeldenummer: **80102887.9**

②② Anmeldetag: **23.05.80**

⑤④ **Elektrisch betriebene Einrichtung zur Erhitzung von Metallen und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie von Lösungen.**

③⑩ Priorität: **23.05.79 PL 215839**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.12.80 Patentblatt 80/25

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
13.11.85 Patentblatt 85/46

⑧④ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
CH - A - 88 060
DE - C - 313 058
DE - C - 620 835
FR - A - 2 226 063
FR - A - 2 343 390
US - A - 1 971 025

⑦③ Patentinhaber: **Biuro Projektow Przemyslu Metali**
Niezelaznych "Bipromet", Katowice (PL)

⑦② Erfinder: **Biolik, Felicjan, ul. Graniczna 58a/24, Katowice (PL)**
Erfinder: **Lukasik, Adam, ul. Dabrowskiego 17/25, Katowice (PL)**
Erfinder: **Morys, Zygmunt, ul. Zamenhoffa 16/3, Katowice (PL)**
Erfinder: **Walawender, Stanislaw, ul. Piastow 22/152, Katowice (PL)**
Erfinder: **Galazka, Szczepan, ul. Wielka Skotnica 38/47, Myslowice (PL)**

⑦④ Vertreter: **Füchsle, Klaus, Dipl.-Ing. et al, Hoffmann .**
Eitle & Partner Patentanwälte Arabellastrasse 4,
D-8000 München 81 (DE)

EP 0 019 876 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektrische Einrichtung zur Erhitzung von Metallen und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie von Lösungen, mit direkter Erhitzung des Bades mittels darin teilweise eingetauchter Widerstandsheizkörper.

Bei den bisher bekannten elektrischen Heizeinrichtungen, bei denen die in den Heizkörpern erzeugte Wärme direkt in das Bad übertragen wird, haben, wie in der polnischen Patentschrift Nr. 81 320 dargestellt, die Heizkörper die Form von einer oder mehreren Trennwänden, die vorzugsweise parallel zu in dem Boden oder in den Wänden der Schmelzwanne untergebrachten Elektroden angeordnet sind. Diese aus einer Platte aus Keramikwerkstoff gefertigten Trennwände trennen die Schmelzwanne in zwei oder mehrere Teile. Die Platte weist an der Oberseite einen Abschnitt auf, der einen höheren elektrischen Widerstand besitzt als der übrige Plattenabschnitt. Die Heizkörper können aber auch in den Wänden oder in dem Boden der Schmelzwanne eingebaut sein und mit mindestens einer Fläche das Metallbad berühren.

Durch die US-PS 1 971 025 und in ähnlicher Weise durch die DE-PS 27 06 811 sind vollständig aus homogenem Stoff einer bestimmten Porosität hergestellte Heizkörper in Form von Gefäßen bekannt, die einen aus dem erwärmten Bad herausragenden, der Wirkung der Ofenatmosphäre ausgesetzten Teil aufweisen und daher einer schnellen Alterungs-, einer Widerstandsänderung und Rissen unterliegen. Die Einheitsleistung dieser Heizkörper ist in Hinsicht auf die Ausführungstechnologie beschränkt. Kurzschlüsse in den aus dem Bad herausragenden Teilen der Heizkörper, die durch zufälliges Absetzen des metallischen Einsatzgutes und/oder Kontaktmaterials sowie durch Überhitzung aufgrund von entstehenden Stromkanälen an manchen Stellen der Oberfläche der herausragenden Teile des erwähnten Heizkörpers verursacht werden, können die Heizkörper rasch zerstören. Ein einziges, aus flüssigem Metall bestehenden Kontaktmaterial erzeugt praktisch keine zusätzliche Wärmemenge und bewirkt eine Korrosion der in ihm untergebrachten Metallelektroden, wodurch sehr vorteilhafte Metallelektroden nicht angewandt werden können.

Aufgabe der Erfindung ist es, die als bekannt vorausgesetzten Einrichtungen so weiterzubilden, daß eine Zerstörung des Widerstandsheizkörpers aufgrund chemischer und/oder physikalischer Angriffe oder aufgrund thermischer Spannungen weitgehend vermieden ist.

Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen gekennzeichnete Erfindung gelöst.

Eine erste Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß bei einer elektrischen Einrichtung zur direkten Erwärmung von Metallen und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie von Lösungen mit mindestens einem in das zu erwärmende Bad teilweise eingetauchten Widerstandsheizkörper in Form eines Gefäßes, in

dem ein Kontaktstoff eingebracht ist, in den mindestens eine Elektrode eingeführt ist, mittels der in Zusammenarbeit mit mindestens einer auf das Bad wirkenden Gegenelektrode ein Spannungspotential zwischen Kontaktstoff, Heizkörper und Bad angelegt wird, erfindungsgemäß vorgesehen ist, daß der Heizkörper mindestens zwei dauerhaft miteinander verbundene Formstücke umfaßt, wobei die Formstücke aus verschiedenen Werkstoffen mit unterschiedlichen physikalischen und/oder chemischen Eigenschaften bestehen.

Zweckmäßige Weiterbildungen dieser Einrichtung ergeben sich aus den Patentansprüchen 2—5.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel nach der Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur direkten Erwärmung von Metallen und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie von Lösungen mit mindestens einem in das zu erwärmende Bad teilweise eingetauchten Widerstandsheizkörper in Form eines Gefäßes, in dem ein Kontaktstoff eingebracht ist und mit mindestens einer Elektrode eingeführt ist, mittels der in Zusammenarbeit mit mindestens einer Gegenelektrode ein Spannungspotential zwischen Kontaktstoff, Heizkörper und Bad angelegt wird, das dadurch gekennzeichnet ist, daß ein Heizkörper in Form eines Doppelgefäßes vorgesehen ist, welches eine Reihenschaltung von zwei einzelnen Heizkörpern bildet und beidseits einer Wand, die das zu erhitzende Bad in zwei voneinander isolierte Teile teilt, in das zu erhitzende Bad eingetaucht ist, wobei die beiden Elektroden auf der einen und auf der anderen Seite der Trennwand angeordnet sind (Fig. 14).

Eine dritte Ausführungsform der Erfindung ist darin zu sehen, daß bei einer Einrichtung zur direkten Erwärmung von Metallen und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie von Lösungen mit mindestens einem in das zu erwärmende Bad teilweise eingetauchten Widerstandsheizkörper in Form eines Gefäßes, in dem ein Kontaktstoff eingebracht ist, in den mindestens eine Elektrode eingeführt ist, mittels der in Zusammenarbeit mit mindestens einer auf das Bad wirkenden Gegenelektrode ein Spannungspotential zwischen Kontaktstoff, Heizkörper und Bad angelegt wird, erfindungsgemäß vorgesehen ist, daß die elektrisch aktive Fläche des Heizkörpers mindestens zum Teil mit einer Schicht eines gegenüber der chemischen Einwirkung des Einsatzgutes und/oder von Kontaktstoff beständigen Werkstoffs bedeckt ist (Fig. 13).

Eine vierte erfindungsgemäße Einrichtung zur direkten Erwärmung von Metallen und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie von Lösungen mit mindestens einem in das zu erwärmende Bad teilweise eingetauchten Widerstandsheizkörper in Form einer Trennwand, der mindestens eine Elektrode zugeordnet ist, mittels der in Zusammenarbeit mit mindestens einer auf das Bad wirkenden Gegenelektrode ein

Spannungspotential zwischen Heizkörper und Bad angelegt wird, ist dadurch gekennzeichnet, daß die Trennwand rohrförmig ausgebildet ist und die im Innern des Rohrs eingebaute Elektrode die Funktion eines Kontaktstoffs erfüllt (Fig. 12).

Eine fünfte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß bei einer Einrichtung zur direkten Erwärmung von Metallen und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie Lösungen mit mindestens einem teilweise in dem zu erwärmenden Bad eingetauchten Widerstandsheizkörper einem mit diesem Widerstandsheizkörper zusammenwirkenden Kontaktstoff, in den mindestens eine Elektrode eingeführt ist, mittels der in Zusammenarbeit mit mindestens einer auf das Bad wirkenden Gegenelektrode ein Spannungspotential zwischen Kontaktstoff, Heizkörper und Bad angelegt wird, erfindungsgemäß vorgesehen ist, daß der Heizkörper in Form von innerhalb eines Begrenzungsringes untergebrachten Körpern ausgebildet ist, wobei die Körper mit einer Schicht eines Kontaktstoffs mit einer in bezug auf die Dichte des Werkstoffs des zu erhitzenden Bades und des Werkstoffs des Heizkörpers kleineren Dichte bedeckt sind (Fig. 10 und 11).

Schließlich ist bei einer elektrischen Einrichtung zur direkten Erwärmung von Metallen und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie von Lösungen

mit mindestens einem in das zu erwärmende Bad teilweise eingetauchten Widerstandsheizkörper in Form eines Gefäßes, in dem ein Kontaktstoff eingebracht ist, in dem mindestens eine Elektrode eingeführt ist, mittels der in Zusammenarbeit mit mindestens einer auf das Bad wirkenden Gegenelektrode ein Spannungspotential zwischen Kontaktstoff, Heizkörper und Bad angelegt wird, erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Heizkörper aus zwei Gefäßen besteht, ein Gefäß im Inneren des anderen untergebracht ist und der Raum zwischen den Gefäßen sowie das Innere des inneren Gefäßes zum Teil mit Kontaktstoff aufgefüllt sind, und daß die Gefäße zwischen der in den Kontaktstoff des inneren Gefäßes eingeführten Elektrode und der Gegenelektrode in Reihe liegen (Fig. 9).

Weitere zweckmäßige Ausbildungen dieser erfindungsgemäßen Einrichtungen ergeben sich aus den übrigen Patentansprüchen.

Die Heizkörper sind aus vorzugsweise gesinterten Werkstoffen gefertigt, die einen spezifischen Widerstand bei der Betriebstemperatur von unterhalb 100 Ωm , vorzugsweise innerhalb der Grenzen von 0,001 . . . 2,5 Ωm , und eine Porosität innerhalb der Grenzen von 0 . . . 30% aufweisen.

Die Elektroden sind aus Werkstoffen gefertigt, deren spezifischer Widerstand mindestens 10mal niedriger ist als der der Heizkörperwerkstoffe.

Die Kontaktstoffe sind stromleitende Werkstoffe mit einem spezifischen Widerstand von unter 200 Ωm . Die Heizkörper in Form eines Ge-

fäßes oder einer Trennwand weisen beliebigen Querschnitt auf, wobei die Höhe der Heizkörper bis 2 m, die Gefäßwanddicke oder Trennwanddicke bis 0,2 m, und die elektrisch aktive Fläche bis 2 m² beträgt.

Die Heizkörper sind aus einem homogenen Werkstoff in Form eines einheitlichen Formstücks oder aus fest verbundenen Formstücken gefertigt. Die Oberflächen der Heizkörper können auch zum Teil, vorzugsweise mit einer Dicke von 0,1 . . . 3 mm, in bezug auf die chemische Einwirkung des Einsatzguts oder der Kontaktstoffe beständigem Werkstoff beschichtet werden.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Einrichtung sind unter anderem ein umfangreicherer Anwendungsbereich, insbesondere zur Erhitzung von Metallen und Salzen im geschmolzenen Zustand und von Lösungen sowie zum Schmelzen von Metallen und Salzen; eine hohe Belastbarkeit der Heizkörper infolge der Anwendung einer dem gegebenen Prozeßverfahren entsprechenden Form der Heizkörper und eines entsprechenden Verfahrens zu deren Herstellung, der Anwendung einer entsprechenden Eintauchtiefe der Heizelemente in das zu erhitzende Bad, der Reihen-Parallel- oder Reihenschaltung der Kontaktstoffe in dem Stromkreis des Heizkörpers, der Erhitzung der aus dem zu erhitzenden Bad herausragenden Bereiche der Heizelemente, der Anwendung von für das gegebene Prozeßverfahren geeigneten Werkstoffen für die Heizkörper und die Kontaktstoffe, einer vergrößerten elektrisch aktiven Oberfläche der Heizelemente durch Unterbringung eines Heizelements im Inneren eines anderen Heizkörpers und des Einsatzes einer für die gegebene Verfahrenstechnik angemessenen Stromquelle; eine lange Standzeit der Elektroden und Stromzuleitungen infolge der Anwendung von für das gegebene Prozeßverfahren entsprechenden Werkstoffen bzw. Schutzatmosphären; die Beseitigung der oberen Stromzuleitungen aufgrund der Verwendung von Heizkörpern in Form eines Doppelgefäßes; die Einfachheit des Anlaufens der Einrichtung aus dem kalten Zustand infolge der Verbesserung der Kontakte der Heizkörper mit dem festen Einsatzgut mittels zusätzlicher Kontaktstoffe, vorzugsweise von pastöser Konsistenz; eine einfache Auslegung und Bedienung der Einrichtung als Ergebnis der Verwendung von mehreren Einbauarten der Heizkörper, der Elektroden und der Stromzuleitungen; sowie eine einfache Austauschbarkeit der Heizelemente ohne die Notwendigkeit, die Einrichtung außer Betrieb zu setzen.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform der Einrichtung im Querschnitt

Fig. 2 bis 8 Formen und Ausführungsarten der Heizkörper, und

Fig. 9 bis 14 Einbauarten von Heizelementen und Elektroden in weitere Ausführungsformen der Einrichtung.

Das in Fig. 1 dargestellte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einrichtung umfaßt ein Gefäß, bestehend aus Wänden 1 aus einem keramischen Werkstoff, welche zusammen mit dem Boden 2 die Kammer 3 der Einrichtung bildet. Die Wand 4 trennt die Kammer 3 in eine Abstehekammer und eine Schmelzkammer. Die Kammer 3 ist zum Teil mit dem Bad 5, hier Metall, in geschmolzenem Zustand aufgefüllt.

Im Metall 5 schwimmen zwei unter dem Schwimmer 6 angehängte Heizkörper 7, welche die Form von zum Teil mit dem geschmolzenen Metall 8 und dem geschmolzenen Salz 9 gefüllten Gefäßen aufweisen, welche die Funktion von Kontaktstoffen zwischen der im geschmolzenen Salz 9 eingetauchten Eisenelektrode 10 und einer Oberfläche des Heizkörpers 7 erfüllen. Im Boden 2 der Kammer 3 ist eine Graphitelektrode 11 derart eingebaut, daß eine ihrer Flächen mit dem Tragwerk der Einrichtung verbunden ist, während die andere Fläche mit dem Metall 5 im Kontakt steht, das andererseits die Heizkörper 7 umgibt.

Der elektrische Strom fließt unter dem Einfluß des Spannungsunterschiedes, der mittels der Stromzuleitung 12 an die Elektrode 10 und mittels der Stromzuleitung 13 an die Elektrode 11 angelegt ist, von der Elektrode 10 durch das geschmolzene Salz 9, das geschmolzene Metall 8, die Wände des Heizkörpers 7 und das Metall 5 zur Elektrode 11.

An den oberen Rändern des Heizkörpers 7 ist durch Sinterung der Ring 14 aus Aluminiumsilikatstoff befestigt. Der Heizkörper 7 ist aus nitridiertem Siliziumkarbid ausgeführt. Die äußeren und inneren Oberflächen des Heizkörpers 7 sind mit einer dünnen Schicht von Kohlenpaste 15 bedeckt. Die Metalle 8 und 5 sind Aluminium. Das Salz 9 ist eine Mischung vom Kalzium- und Natriumchlorid. Der Schwimmer 6 ist aus leichtem Kaolinstoff gefertigt.

Die Einrichtung gemäß dem oben beschriebenen Ausführungsbeispiel der Erfindung arbeitet auf folgende Weise. Nach einer Voraufwärmung der Kammer 3 der Einrichtung mittels eines zusätzlichen Heizkörpers und dem Einbringen von zum Teil geschmolzenem Metall in das Bad 5 werden die mit geschmolzenem Metall 8 und geschmolzenem Salz 9 aufgefüllten Heizkörper 7 unter gleichzeitigem Anschließen der Elektroden 10 und der Stromzuleitungen 12 in die Schmelze eingetaucht. An die nach außen aus der Einrichtung herausgeführten Stromzuleitungen 12 und 13 wird aus einer Drehstromquelle eine Spannung angelegt, wobei die Phasenspannung der Phase R an den ersten Heizkörper 7 und die der Phase S an den zweiten Heizkörper 7 angelegt wird. Der unter der Einwirkung der angelegten Spannungen durch die Wände der Heizkörper 7 und die Schicht des geschmolzenen 9 Salzes hindurchfließende Strom erzeugt die notwendige Wärme, welche auf das Metallbad 5 übertragen wird. In das Metallbad 5 wird das Einsatzgut im festen Zustand eingeführt, um dieses zu schmelzen. Nach Beendigung des Metallschmelzpro-

zesses und dem Absteigen der Schmelze wird die Einrichtung durch teilweises Kippen derselben, durch Auspumpen, oder durch eine im Boden oder in der Wand der Kammer 3 angeordnete Ablassöffnung entleert.

Der Anlauf der Einrichtung aus kaltem Zustand in dem Fall, in dem das Einsatzgut ausschließlich im festen Zustande eingebracht wird, wird mittels eines zusätzlichen Heizkörpers, der bis zum Zeitpunkt des Schmelzens des ersten Lots bzw. der ersten Charge des Einsatzguts arbeitet, oder mittels auf dem festen Einsatzgut aufgestellter Heizkörper 7 bewirkt, wobei die Oberflächen der Heizkörper 7 an dem Einsatzgut 5 und über die Kohlenpaste an dem Metall 8 anliegen, und die Elektrode 10 mit dem Metall 8 und die Elektrode 11 mit dem Einsatzgut 5 im Kontakt stehen.

Die Fig. 2 bis 5 stellen nur allgemeine Formen der Heizkörper 7 dar, jeder aus verschiedenen Werkstoffen geformt und darauffolgend gesintert oder aus verschiedenen Teilen bestehend.

Fig. 6 zeigt einen Heizkörper 7, an dessen oberen Rändern durch Sinterung der Ring 14 aus Aluminiumsilikatstoff befestigt ist.

In Fig. 7 ist ein aus zwei, durch Sintern verbundene Formstücke 16, 17 ausgeführter Heizkörper 7 dargestellt, wobei der Werkstoff des Formstücks 17 eine niedrigere elektrische Leitfähigkeit aufweist als die des Formstücks 16.

Fig. 8 zeigt einen aus drei, durch Sintern miteinander verbundene Formstücke ausgeführten Heizkörper 7.

In den Fig. 9 bis 14 sind die Einbauweisen der Heizkörper der erfindungsgemäßen Einrichtung dargestellt.

Fig. 9 zeigt zwei gefäßförmige Heizkörper, welche in das Metall 5 aufgrund eines Beschwerungsgewichts 18 eingetaucht sind, wobei ein Heizkörper 7 in dem anderen Heizkörper 7 untergebracht ist und sowohl der Raum zwischen den Heizkörpern 7 als auch der innere Heizkörper 7 zum Teil mit Metall 8 gefüllt sind. Die Metalle 8 und 5 sind Zink. Die Elektroden 10 und 11 sind aus Graphit und das Beschwerungsgewicht 18 ist aus mit Stahlstäben bewehrtem Zement-Schamottentstoff. Die beiden Heizkörper 7, der innere und der äußere, sind jeweils aus nitridiertem Siliziumkarbid gefertigt.

In Fig. 10 sind vier quaderförmige, frei im Metall 5 innerhalb des Begrenzungsring 19 schwimmende Heizkörper 7 dargestellt, wobei die Heizkörper 7 mit einer Schicht von geschmolzenem Salz 9 bedeckt sind. Unter dem Einfluß des an die Elektroden 10, 11 angelegten Potentialunterschiedes fließt der Strom von der Elektrode 10 parallel durch das Salz 9 und die Heizkörper 7 zum Metall 5 und schließlich zur Elektrode 11. Das Metall 5 ist eine Legierung von Zink und Aluminium. Das Salz 9 ist eine Mischung von Kalzium- und Natriumchlorid. Die Elektrode 10 ist aus Eisen gefertigt, die Elektrode 11 aus Graphit. Der Begrenzungsring 19 besteht aus Schamottentstoff. Der Heizkörper 7 ist aus nitridiertem Siliziumkarbid ausgeführt.

Der Anlauf der Einrichtung aus dem kalten Zu-

stand wird mittels auf das feste Einsatzgut 5 aufgesetzter Heizkörper 7 durchgeführt, wobei die Oberflächen der Heizkörper 7 mittels Kohlepaste an dem Einsatzgut und der Elektrode 10 anliegen, während die Elektrode 11 in Kontakt mit dem Einsatzgut 5 steht. Während der Anlaufzeit wird in die Kammer 3 Stickstoff eingeführt, der einen Schutz der Kohlenpaste gegen Oxidierung bildet. Nach dem Schmelzen des Einsatzgutes 5 wird in den Begrenzungsring 19 der Kontaktstoff 9 eingeführt.

Fig. 11 stellt drei quaderförmige, frei im Metall 5 innerhalb des Begrenzungsringes 19 schwimmende Heizkörper 7 dar. Die Heizkörper 7 sind mit einer Metallschicht 8 bedeckt, welche von dem Metall 5 durch eine Schicht von geschmolzenem Salz 9 getrennt ist, wobei die Schicht des geschmolzenen Salzes 9 bis unterhalb der oberen Ränder der Heizkörper 7 reicht. Unter der Einwirkung des zwischen den Elektroden 10 und 11 bestehenden Potentialunterschieds fließt der elektrische Strom von der Elektrode 10 durch das Metall 8, parallel durch das Salz 9 und die Heizkörper 7 zum Metall 5 und schließlich zur Elektrode 11. Das Metall 8 ist eine Aluminiumlegierung, und das Metall 5 eine Aluminiumbronze. Die Elektroden 10 und 11 bestehen aus Graphit und sind mit einer Schicht aus aus der Gasphase ausgetragenen Siliziumkarbid bedeckt. Das Salz 9 ist eine Mischung von Natriumkarbonat und -chlorid. Die Heizkörper 7 sind aus nitridiertem Siliziumkarbid, und der Begrenzungsring 19 ist aus Schamottestoff ausgeführt.

Fig. 12 zeigt einen kegelrohrförmigen Heizkörper 7, der in dem Bad 5, nämlich hier dem geschmolzenen Salz, mittels des Halters 20 und des Seils 21 an dem Tragwerk der Einrichtung derart beweglich aufgehängt ist, daß der Heizkörper 7 stets eine unveränderliche, von dem Badstand des Salzes unabhängige Eintauchtiefe aufweist.

Die an die Stromzuleitung 12 angeschlossene Elektrode 10 steht in unmittelbarem Kontakt mit einer Fläche des Heizkörpers 7. Der Kegelteil der Elektrode 10 erfüllt gleichzeitig die Funktion des Kontaktstoffs. Die Außenfläche des Heizkörpers 7 ist mit einer dünnen Schicht eines Stoffes 15 bedeckt.

Unter der Einwirkung des zwischen den Elektroden 10 und 11 bestehenden Potentialunterschieds fließt der elektrische Strom von der Elektrode 10 parallel durch den Heizkörper 7 und die Elektrode 10 zum Salz 5, und schließlich zur Elektrode 11. Das Salz 5 ist eine Mischung von Barium- und Kalziumchlorid. Der Stoff 15 besteht aus einem aus der Gasphase aufgetragenen Siliziumkarbid. Die Elektrode 10 ist aus reaktivweise gesintertem Siliziumkarbid ausgeführt. Die Elektrode 11 besteht aus Graphit mit einer aus der Gasphase aufgetragenen dünnen Schicht aus Siliziumkarbid. Der Halter 20 und das Seil 21 sind aus Legierungsstahl, und der Heizkörper 7 aus nitridiertem Siliziumkarbid gefertigt.

Fig. 13 zeigt einen gefäßförmigen, in eine wäßrige Lösung 5 von Schwefelsäure eingetauchten, unter einem Schwimmer 6 aufgehäng-

ten Heizkörper 7, wobei das Innere des Heizkörpers 7 mit Metall 8 aufgefüllt ist. Der Heizkörper 7 ist an seiner Außenseite mit einer dünnen Schicht eines Stoffes 15 bedeckt. Das Metall 8 ist Woodmetall. Der Schwimmer 6 besteht aus Polyäthylen, die Elektrode 10 aus Graphit, die Elektrode 11 aus säurebeständigem Stahl und der Schwimmer 22 aus Graphit. Der Heizkörper 7 ist aus gesintertem, auf Graphit basierendem Werkstoff ausgeführt. Die Schicht 15 besteht aus aus der Gasphase ausgetragenen Siliziumkarbid.

Fig. 14 zeigt einen Heizkörper 7 in Form eines Doppelgefäßes, das zum Teil in das Metall 5 eingetaucht und zum Teil mit Metall 8 gefüllt ist und wobei die Wand 23 das Bad 5 in zwei voneinander isolierte Teile trennt.

Unter der Einwirkung des zwischen der an die Stromzuleitung 12 angeschlossenen Elektrode 10 und der an die Stromzuleitung 13 angeschlossenen Elektrode 11 bestehenden Potentialunterschieds fließt elektrischer Strom von der Elektrode 10 durch das Metall 5, die Wände des Heizkörpers 7 und das Metall 5 zur Elektrode 11. Der Heizkörper 7 besteht aus einem gesinterten, auf Zirkoniumdioxid basierenden Werkstoff.

Dabei kann z. B. der Werkstoff des linken Gefäßes andere physikalische und chemische Eigenschaften aufweisen als der des rechten Gefäßes und zwar in Abhängigkeit von der unterschiedlichen Höhe der beiden Gefäße. Die Elektroden 10 und 11 bestehen aus Graphit. Die Wand 23 ist aus einem auf Korund basierenden Werkstoff gefertigt.

Patentansprüche

1. Elektrische Einrichtung zur direkten Erwärmung von Metallen und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie von Lösungen mit mindestens einem in das zu erwärmende Bad (5) teilweise eingetauchten Widerstandsheizkörper (7) in Form eines Gefäßes, in das ein Kontaktstoff (8; 9) eingebracht ist, in den mindestens eine Elektrode (10) eingeführt ist, mittels der in Zusammenarbeit mit mindestens einer auf das Bad (5) wirkenden Gegenelektrode (13) ein Spannungspotential zwischen Kontaktstoff, Heizkörper und Bad angelegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizkörper (7) mindestens zwei dauerhaft miteinander verbundene Formstücke umfaßt, wobei die Formstücke aus verschiedenen Werkstoffen mit unterschiedlichen physikalischen und/oder chemischen Eigenschaften bestehen.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an dem oberen Rand eines gefäßförmigen Formstückes ein Ring (14) aus Aluminiumsilikat befestigt ist (Fig. 1 und 6).

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff des einen Formstücks (17) eine niedrigere elektrische Leitfähigkeit aufweist als der des anderen Formstücks (16) (Fig. 7).

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch aktive Fläche des Heizkörpers (7) mindestens zum Teil mit einer Schicht eines gegenüber der chemischen Einwirkung des Einsatzgutes und/oder von Kunststoff (8; 9) beständigen Werkstoffs (15) bedeckt ist.

5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizkörper (7) mit die Porosität seines Werkstoffs reduzierenden Substanzen gesättigt ist.

6. Elektrische Einrichtung zur direkten Erwärmung von Metallen und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie von Lösungen mit mindestens einem in das zu erwärmende Bad (5) teilweise eingetauchten Widerstandsheizkörper (7) in Form eines Gefäßes, in dem ein Kontaktstoff (8; 9) eingebracht ist, in den mindestens eine Elektrode (10) eingeführt ist, mittels der in Zusammenarbeit mit mindestens einer auf das Bad (5) wirkenden Gegenelektrode (13) ein Spannungspotential zwischen Kontaktstoff, Heizkörper und Bad angelegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizkörper (7) aus zwei Gefäßen besteht, ein Gefäß im Inneren des anderen untergebracht ist und der Raum zwischen den Gefäßen sowie das Innere des inneren Gefäßes zum Teil mit Kontaktstoff (8; 9) aufgefüllt sind, und daß die Gefäße zwischen der in den Kontaktstoff (8) des inneren Gefäßes eingeführten Elektrode (10) und der Gegenelektrode (13) in Reihe liegen (Fig. 9).

7. Elektrische Einrichtung zur direkten Erwärmung von Metallen und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie von Lösungen mit mindestens einem in das zu erwärmende Bad (5) teilweise eingetauchten Widerstandsheizkörper (7) in Form eines Gefäßes, in das ein Kontaktstoff (8; 9) eingebracht ist, und mit mindestens einer Elektrode (10), mittels der in Zusammenarbeit mit mindestens einer Gegenelektrode (11) ein Spannungspotential zwischen Kontaktstoff, Heizkörper und Bad angelegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein Heizkörper (7) in Form eines Doppelgefäßes vorgesehen ist, welches eine Reihenschaltung von zwei einzelnen Heizkörpern bildet, und beidseits einer Wand (23), die das zu erheizende Bad (5) in zwei voneinander isolierte Teile teilt, in das zu erheizende Bad (5) eingetaucht ist, wobei die beiden Elektroden (10, 11) auf der einen und auf der anderen Seite der Trennwand (23) angeordnet sind (Fig. 14).

8. Elektrische Einrichtung zur direkten Erwärmung von Metallen und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie von Lösungen mit mindestens einem in das zu erwärmende Bad (5) teilweise eingetauchten Widerstandsheizkörper (7) in Form eines Gefäßes, in dem ein Kontaktstoff (8; 9) eingebracht ist, in den mindestens eine Elektrode (10) eingeführt ist, mittels der in Zusammenarbeit mit mindestens einer auf das Bad (5) wirkenden Gegenelektrode (11) ein Spannungspotential zwischen

Kontaktstoff, Heizkörper und Bad angelegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch aktive Fläche des Heizkörpers (7) mindestens zum Teil mit einer Schicht eines gegenüber der chemischen Einwirkung des Einsatzgutes und/oder von Kontaktstoff (8; 9) beständigen Werkstoffs (15) bedeckt ist (Fig. 13).

9. Elektrische Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem gefäßartigen Heizkörper (7) mindestens zwei Kontaktstoffe (8; 9) eingebracht sind.

10. Elektrische Einrichtung zur direkten Erwärmung von Materialien und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie von Lösungen mit mindestens einem in das zu erwärmende Bad (5) teilweise eingetauchten Widerstandsheizkörper (7) in Form einer Trennwand, der mindestens eine Elektrode (10) zugeordnet ist, mittels der in Zusammenarbeit mit mindestens einer auf das Bad (5) wirkenden Gegenelektrode (11) ein Spannungspotential zwischen Heizkörper und Bad angelegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennwand (7) rohrförmig ausgebildet ist und die im Innern des Rohrs eingebaute Elektrode (10) die Funktion eines Kontaktstoffs erfüllt (Fig. 12).

11. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch aktive Fläche des Heizkörpers (7) mindestens zum Teil mit einer Schicht eines gegenüber der chemischen Einwirkung des Einsatzgutes und/oder von Kontaktstoff beständigen Werkstoffs (15) bedeckt ist.

12. Elektrische Einrichtung zur direkten Erwärmung von Metallen und/oder Salzen im geschmolzenen Zustand sowie von Lösungen mit mindestens einem teilweise in dem zu erwärmenden Bad (5) eingetauchten Widerstandsheizkörper (7), einem mit diesem Widerstandsheizkörper (7) zusammenwirkenden Kontaktstoff (8; 9), in den mindestens eine Elektrode (10) eingeführt ist, mittels der in Zusammenarbeit mit mindestens einer auf das Bad (5) wirkenden Gegenelektrode (13) ein Spannungspotential zwischen Kontaktstoff, Heizkörper und Bad angelegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizkörper (7) in Form von innerhalb eines Begrenzungsringes (19) untergebrachten Körpern ausgebildet ist, wobei die Körper mit einer Schicht eines Kontaktstoffs (9) mit einer in bezug auf die Dichte des Werkstoffs des zu erheizenden Bades (5) und des Werkstoffs des Heizkörpers (7) kleineren Dichte bedeckt sind (Fig. 10 und 11).

13. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht des Kontaktstoffes (8), die den Heizkörper (7) bildenden Körper bedeckt, von dem Bad (5) durch eine Schicht eines anderen Kontaktstoffs (9) getrennt ist, so daß die Kontaktstoffe (8, 9) und die Körper des Heizkörpers (7) sowohl in Serie als auch parallel zueinander geschaltet sind (Fig. 11).

14. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizkörper (7) frei in dem zu erhitzenden Bad (5) schwimmt.

15. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizkörper (7) in dem zu erhitzenden Bad (5) erzwungen eingetaucht schwimmt, wobei das Eintauchen durch ein Beschwerungsgewicht (18) bewirkt wird.

16. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschwerungsgewicht (18) des Heizkörpers (7) zum Einführen eines Schutzgases in das Innere des Heizkörpers (7) ausgebildet ist.

17. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschwerungsgewicht (18) des Heizkörpers (7) mit einem Hilfs-Widerstandsheizkörper ausgestattet ist, der in der unmittelbaren Nähe des aus dem Bad (5) herausragenden Bereichs des Heizkörpers (7) eingebaut und in den Stromkreis des Heizkörpers (7) eingeschaltet ist.

18. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizkörper (7) derart beweglich aufgehängt befestigt ist, daß sich eine konstante Eintauchtiefe des Heizkörpers (7) bei veränderlichem Stand des zu erhitzenden Bads (5) ergibt.

19. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der zum Teil in das erhitzende Bad (5) eingetauchte Heizkörper (7) fest an einem Tragwerk befestigt ist.

20. Einrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Speisespannung des Heizkörpers (7) einstellbar und das zu erhitzende Bad (5) geerdet ist.

21. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1—20, dadurch gekennzeichnet, daß der Anlauf aus dem kalten Zustand, bei dem sich das Einsatzgut im festen Zustand befindet, mittels eines zusätzlichen, bis zur Zeit des Schmelzens des ersten Lots bzw. der ersten Charge des Einsatzgutes (5) arbeitenden Heizkörpers durchgeführt wird.

22. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1—20, dadurch gekennzeichnet, daß der Anlauf aus dem kalten Zustand, bei dem sich das Einsatzgut (5) im festen Zustand befindet, mittels auf dem Einsatzgut aufgesetzter Heizkörper (7) durchgeführt wird, wobei die Flächen der Heizkörper (7) an dem Einsatzgut und den Elektroden (10) über zusätzliche Kontaktstoffe anliegen.

Claims

1. An electrical device for the direct heating of metals and/or salts in the molten state and solutions having at least one resistance heating member (7) in the form of a vessel partially immersed in the bath (5) to be heated and in which a contact material (8, 9) is disposed, in which material there is inserted an electrode (10) by means of which a voltage potential between the

contact material, the heating member and the bath is produced in cooperation with at least one counter-electrode (13) acting on the bath (5), characterised in that the heating member (7) comprises at least two permanently connected moulded components, these components consisting of different materials with different physical and/or chemical properties.

2. A device as claimed in claim 1, characterised in that a ring (14) of aluminium silicate is fastened to the upper edge of the vessel-shaped moulded body (Fig. 1 and 6).

3. A device as claimed in claim 1, characterised in that the material of one of the moulded components (17) has a lower electrical conductivity than that of the other moulded component (16) (Fig. 7).

4. A device as claimed in one of claims 1 to 3, characterised in that the electrically active surface of the heating member (7) is covered at least partially with a layer of a material (15) which is resistant to the chemical action of the charging material and/or the contact material (8, 9).

5. A device as claimed in one of claim 1 to 4, characterised in that the heating member (7) is saturated with substance reducing the porosity of its material.

6. An electrical device for the direct heating of metals and/or salts in the molten state and solutions having at least one resistance heating member (7) in the form of a vessel partially immersed in the bath (5) to be heated and in which a contact material (8, 9) is disposed, in which material there is inserted an electrode (10) by means of which a voltage potential between the contact material, the heating member and the bath is produced in cooperation with at least one counter-electrode (13) acting on the bath (5), characterised in that the heating member consists of two vessels, one vessel being disposed within the other and the space between the vessels and the interior of the inner vessel being partially filled with contact material (8, 9), and in that the vessels are disposed in a row between the electrode (10) inserted in the contact material (8) of the inner vessel and the counter-electrode (13).

7. An electrical device for the direct heating of metals and/or salts in the molten state and solutions having at least one resistance heating member (7) in the form of a vessel partially immersed in the bath (5) to be heated and in which a contact material (8, 9) is disposed, in which material there is inserted an electrode (10) by means of which a voltage potential between the contact material, the heating member and the bath is produced in cooperation with at least one counter-electrode (11), characterised in that a heating body (7) is provided in the form of a double vessel which forms a series arrangement of two individual heating members and is immersed in the bath (5) to be heated and on both sides of a wall (23) divides the bath (5) to be heated into two portions insulated from one another.

other, the two electrodes (10, 11) being disposed on one and the other side of the dividing wall (23) (Fig. 14).

8. An electrical device for the direct heating of metals and/or salts in the molten state and solutions having at least one resistance heating member (7) in the form of a vessel partially immersed in the bath (5) to be heated and in which a contact material (8, 9) is disposed, in which material there is inserted an electrode (10) by means of which a voltage potential between the contact material, the heating member and the bath is produced in cooperation with at least one counter-electrode (11) acting on the bath (5), characterised in that the electrically active surface of the heating member (7) is at least partially covered with a layer of a material (15) which is resistant to the chemical action of the charging material and/or of the contact material (8, 9) (Fig. 13).

9. An electrical device as claimed in the preceding claims, characterised in that at least two contact materials (8, 9) are inserted into the vessel-shaped heating member (7).

10. An electrical device for the direct heating of metals and/or salts in the molten state and solutions having at least one resistance heating member (7) in the form of a dividing wall partially immersed in the bath (5) to be heated, which wall is associated with at least one electrode (10) by means of which a voltage potential is produced between the heating member and the bath, characterised in that the dividing wall (7) is tubular in shape and the electrode (10) disposed in the interior of the tube fulfils the function of a contact material (Fig. 12).

11. A device as claimed in claim 10, characterised in that the electrically active surface of the heating member (7) is at least partially covered with a material (15) which is resistant to the chemical action of the charging material and/or of the contact material.

12. An electrical device for the direct heating of metals and/or salts in the molten state and solutions having at least one resistance heating member (7) partially immersed in the bath (5) to be heated, a contact material (8, 9) cooperating with this resistance heating member (7) in which at least one electrode (10) is inserted, by means of which a voltage potential between the contact material, the heating member and the bath is produced in cooperation with a counter-electrode (13) acting in the bath (5), characterised in that the heating member (7) takes the form of bodies disposed inside a stop ring (19), the bodies being covered with a layer of a contact material (9) having a thickness which is smaller than the thickness of the material of the bath (5) to be heated and the material of the heating member (7) (Fig. 10 and 11).

13. A device as claimed in claim 12, characterised in that the layer of contact material (8) which covers the bodies forming the heating member (7) is separated from the bath (5) by a layer of a further contact material (9) in such a

way that the bodies of the heating member (7) are connected both in series and in parallel (Fig. 11).

14. A device as claimed in one of the preceding claims, characterised in that the heating member (7) floats freely in the bath (5) to be heated.

15. A device as claimed in one of the preceding claims, characterised in that the heating member (7) floats immersed in a forced manner in the bath (5) to be heated, the immersion being caused by a weight (18).

16. A device as claimed in one of the preceding claims, characterised in that the weight (18) of the heating member (7) is formed for the introduction of a protective gas into the interior of the heating member (7).

17. A device as claimed in one of the preceding claims, characterised in that the weight (18) of the heating member (7) is provided with an auxiliary resistance heating member which is disposed in the direct vicinity of the area of the heating member (7) projecting from the bath (5) and is switched into the circuit of the heating member (7).

18. A device as claimed in one of the preceding claims, characterised in that the heating member (7) is fastened in a movably suspended manner in such a way that the heating member (7) has a constant depth of immersion even if the height of the bath (5) to be heated is modified.

19. A device as claimed in one of the preceding claims, characterised in that the heating member (7) immersed partially in the bath (5) to be heated is rigidly fastened to a support frame.

20. A device as claimed in one of the preceding claims, characterised in that the supply voltage of the heating member (7) is adjustable and in that the bath (5) to be heated is earthed.

21. A device as claimed in one of claims 1 to 20, characterised in that starting from the cold condition in which the charging material is in the solid state is carried out by an additional heating member (7) which operates until the first batch or charge of the charging material (5) has melted.

22. A device as claimed in one of claim 1 to 20, characterised in that starting from the cold condition in which the charging material (5) is in its solid state is carried out by a heating member (7) placed on the charging material, the surfaces of the heating member (7) lying on the charging material and the electrodes (10) lying above additional contact materials.

Revendications

1. Installation électrique pour le chauffage direct de métaux et/ou de sels à l'état fondu ainsi que de solutions, avec au moins un corps chauffant par résistance (7) en forme de récipient plongé en partie dans le bain (5) à chauffer et dans lequel est placée une matière de contact (8, 9) dans laquelle est introduite au moins une

électrode (10) à l'aide de laquelle, en coopération avec au moins une contre-électrode (13) agissant sur le bain, est établi un potentiel de tension entre la matière de contact, le corps chauffant et le bain, caractérisée en ce que le corps chauffant (7) comprend au moins deux pièces de forme assemblées solidement l'une à l'autre, ces pièces de forme étant en matières différentes ayant des propriétés physiques et/ou chimiques différentes.

2. Installation selon la revendication 1 caractérisée en ce qu'au bord supérieur d'une pièce en forme de récipient est fixé un anneau (14) en silicate d'aluminium (figures 1 et 6).

3. Installation selon la revendication 1 caractérisée en ce que la matière de l'une des pièces de forme (17) présente une conductibilité électrique inférieure à celle de l'autre pièce de forme (16) (figure 7).

4. Installation selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisée en ce que la surface électriquement active du corps chauffant (7) est recouverte au moins partiellement d'une couche d'une matière (15) résistante aux effets chimiques de la matière du bain et/ou de la matière de contact (8, 9).

5. Installation selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisée en ce que le corps chauffant (7) est saturé par des substances réduisant la porosité de sa matière constitutive.

6. Installation électrique pour le chauffage direct de métaux et/ou de sels à l'état fondu ainsi que de solutions, avec au moins un corps chauffant par résistance (7) en forme de récipient plongé en partie dans le bain (5) à chauffer et dans lequel est placée une matière de contact (8, 9) dans laquelle est introduite au moins une électrode (10) à l'aide de laquelle, en coopération avec au moins une contre-électrode (13) agissant sur le bain, est établi un potentiel de tension entre la matière de contact, le corps chauffant et le bain, caractérisée en ce que le corps chauffant (7) est constitué par deux récipients dont l'un est disposé à l'intérieur de l'autre et l'espace entre les récipients ainsi que l'intérieur du récipient intérieur sont remplis en partie par la matière de contact (8, 9), et en ce que les récipients sont montés en série entre l'électrode (10) introduite dans la matière de contact (8) du récipient intérieur et la contre-électrode (13) (figure 9).

7. Installation électrique pour le chauffage direct de métaux et/ou de sels à l'état fondu ainsi que de solutions, avec au moins un corps chauffant par résistance (7) en forme de récipient plongé en partie dans le bain (5) à chauffer et dans lequel est placée une matière de contact (8, 9) dans laquelle est introduite au moins une électrode (10) à l'aide de laquelle, en coopération avec au moins une contre-électrode (11), est établi un potentiel de tension entre la matière de contact, le corps chauffant et le bain, caractérisée en ce qu'il est prévu un corps chauffant (7) en forme de récipient double qui constitue un montage en série de deux corps chauffants individuels, qui est plongé dans le bain (5) à chauffer

de part et d'autre d'une cloison (23) partageant le bain (5) à chauffer en deux parties isolées l'une de l'autre, les deux électrodes (10, 11) étant disposées respectivement d'une côté et de l'autre de la cloison de séparation (23) (figure 14).

8. Installation électrique pour le chauffage direct de métaux et/ou de sels à l'état fondu ainsi que de solutions, avec au moins un corps chauffant par résistance (7) en forme de récipient plongé en partie dans le bain (5) à chauffer et dans lequel est placée une matière de contact (8, 9) dans laquelle est introduite au moins une électrode (10) à l'aide de laquelle, en coopération avec une contre-électrode (11) agissant sur le bain (5), est établi un potentiel de tension entre la matière de contact, le corps chauffant et le bain, caractérisée en ce que la surface électriquement active du corps chauffant (7) est recouverte au moins partiellement d'une couche d'une matière (15) résistante aux effets chimiques de la matière du bain traitée et/ou de la matière de contact (8, 9) (figure 13).

9. Installation électrique selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'au moins deux matières de contact (8, 9) sont disposées dans le corps chauffant (7) analogue à un récipient.

10. Installation électrique pour le chauffage direct de métaux et/ou de sels à l'état fondu ainsi que de solutions, avec au moins un corps chauffant par résistance (7) en forme de cloison plongé en partie dans le bain (5) à chauffer, dans lequel est disposée au moins une électrode (10) à l'aide de laquelle, en coopération avec au moins une contre-électrode (11) agissant sur le bain (5), est établi un potentiel de tension entre le corps chauffant et le bain, caractérisée en ce que la cloison de séparation (7) est conformée en tube et l'électrode (10) montée à l'intérieur du tube remplit la fonction d'une matière de contact (figure 12).

11. Installation selon la revendication 10 caractérisée en ce que la surface électriquement active du corps chauffant (7) est recouverte au moins en partie d'une couche d'une matière (15) résistante aux effets chimiques de la matière du bain et/ou de la matière de contact.

12. Installation électrique pour le chauffage direct de métaux et/ou de sels à l'état fondu ainsi que de solutions, avec au moins un corps chauffant par résistance (7) plongé en partie dans le bain à chauffer (5), une matière de contact (8, 9) coopérant avec ce corps chauffant par résistance (7) dans laquelle est introduite au moins une électrode (10) à l'aide de laquelle, en coopération avec au moins une contre-électrode (13) agissant sur le bain (5), est établi un potentiel de tension entre la matière de contact, le corps chauffant et le bain, caractérisée en ce que le corps chauffant (7) est constitué par des corps logés à l'intérieur d'un anneau limiteur (19), ces corps étant couverts par une couche de matière de contact (9) dont la densité est inférieure à la densité de la matière du bain (5) à chauffer et à celle de la matière du corps chauffant (7) (figures

10 et 11).

13. Installation selon la revendication 12 caractérisée en ce que la couche de matière de contact (8) qui couvre les corps constituant le corps chauffant (7) est séparée du bain (5) par une couche d'une autre matière de contact (9) de sorte que les matières de contact (8, 9) et les corps du corps chauffant (7) sont montés aussi bien en série qu'en parallèle les uns par rapport aux autres (figure 11). 5 10

14. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le corps chauffant (7) flotte librement dans le bain (5) à chauffer.

15. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le corps chauffant (7) flotte dans le bain (5) à chauffer dans lequel il est enfoncé de force, l'immersion étant obtenue grâce à un poids de charge (18). 15

16. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le poids de charge (18) du corps chauffant (7) est constitué de façon à permettre l'introduction d'une gaz de protection à l'intérieur du corps chauffant (7). 20

17. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le poids de charge (18) du corps chauffant (7) est doté d'un corps auxiliaire de chauffage par résistance qui est monté au voisinage immédiat de la partie du corps chauffant (7) émergeant du bain (5) et qui est intercalé dans le circuit de ce corps chauffant (7). 25 30

18. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le corps chauffant (7) est monté mobile en état de suspension de sorte que la profondeur d'immersion de ce corps chauffant (7) reste constante quand varie le niveau du bain (5) à chauffer. 35

19. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le corps chauffant (7) plongé en partie dans le bain (5) à chauffer est fixé solidement à un appareil porteur. 40

20. Installation selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la tension d'alimentation du corps chauffant (7) est réglable et le bain (5) à chauffer est réuni à la terre. 45

21. Installation selon l'une des revendications 1 à 20 caractérisée en ce que la mise en marche à partir de l'état froid dans lequel la matière du bain traité se trouve à l'état solide, s'effectue au moyen d'un corps chauffant supplémentaire fonctionnant jusqu'au moment de la fusion du premier lot ou de la première charge de la matière du bain (5). 50 55

22. Installation selon l'une des revendications 1 à 20 caractérisée en ce que la mise en marche à partir de l'état froid dans lequel la matière du bain traité (5) se trouve à l'état solide, s'effectue au moyen de corps chauffant (7) posés sur la matière du bain, les surfaces des corps chauffants (7) étant au contact de la matière du bain et des électrodes (10) par l'intermédiaire d'une matière de contact supplémentaire. 60 65

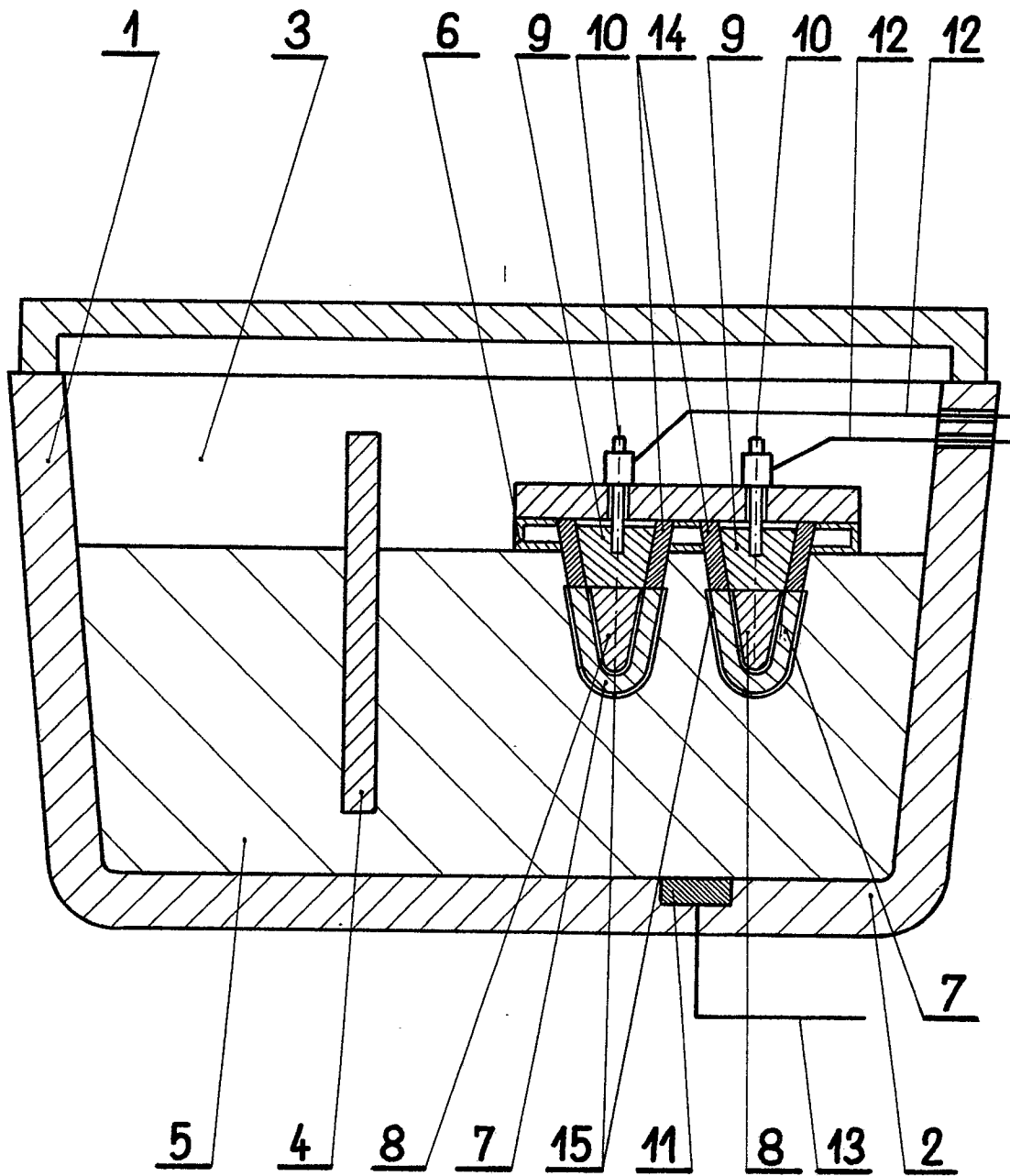


FIG.1

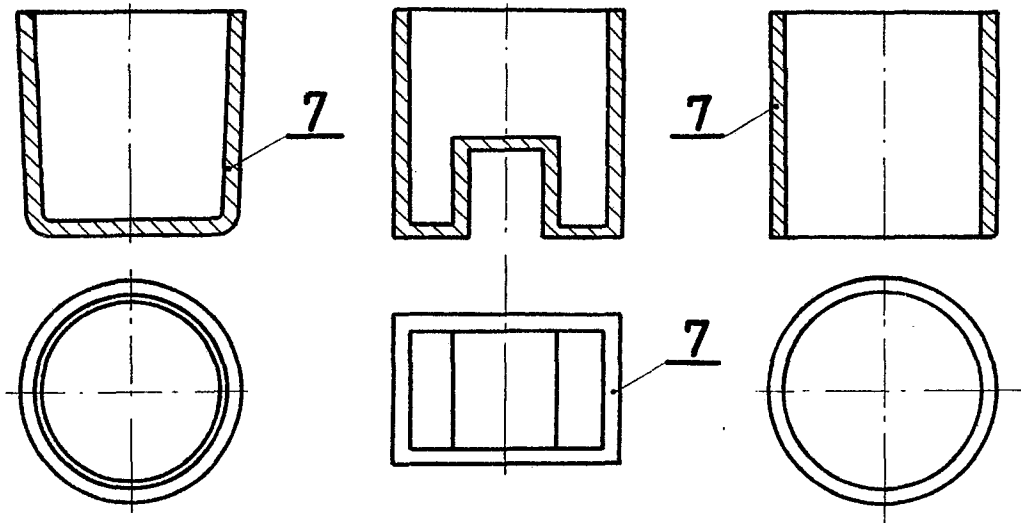


FIG.2

FIG.3

FIG.4

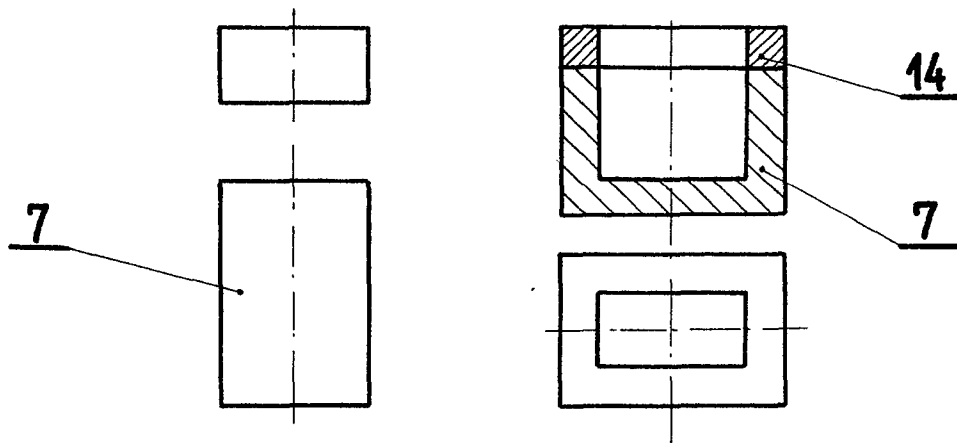


FIG.5

FIG.6

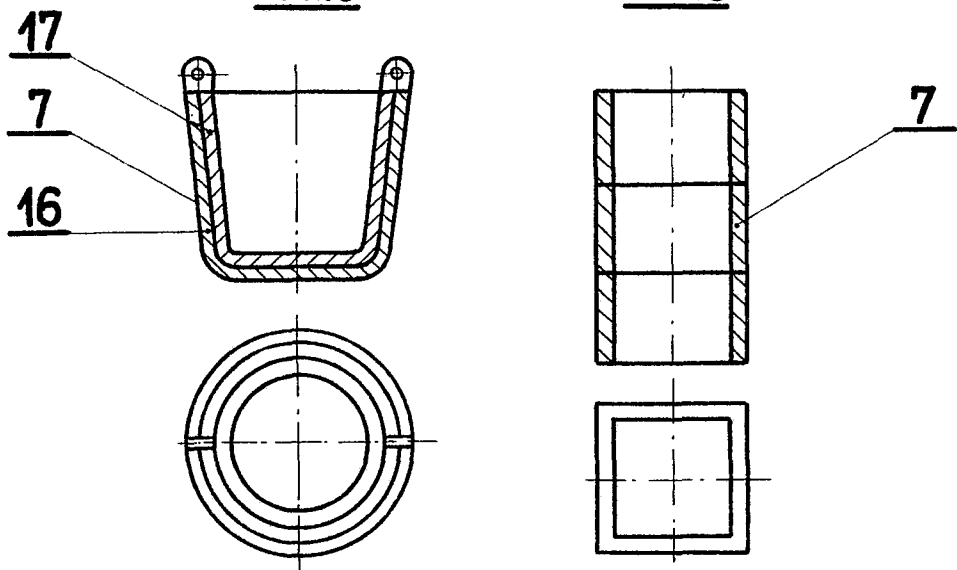


FIG.7

FIG.8

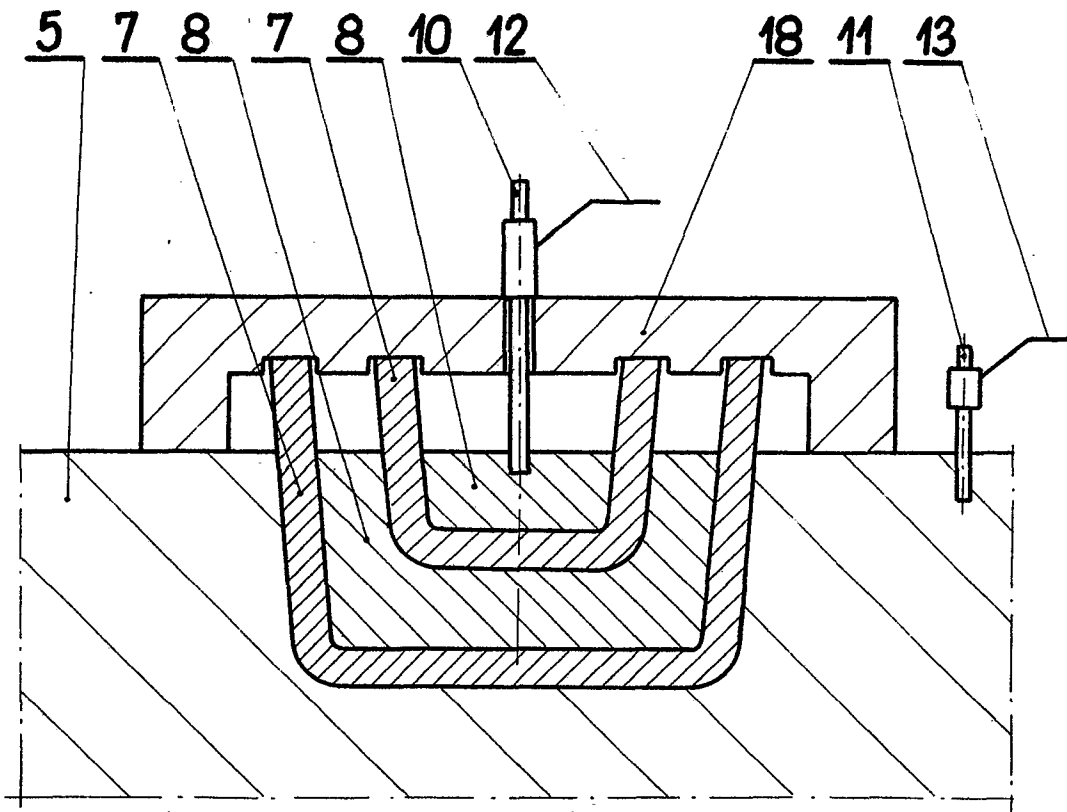


FIG.9

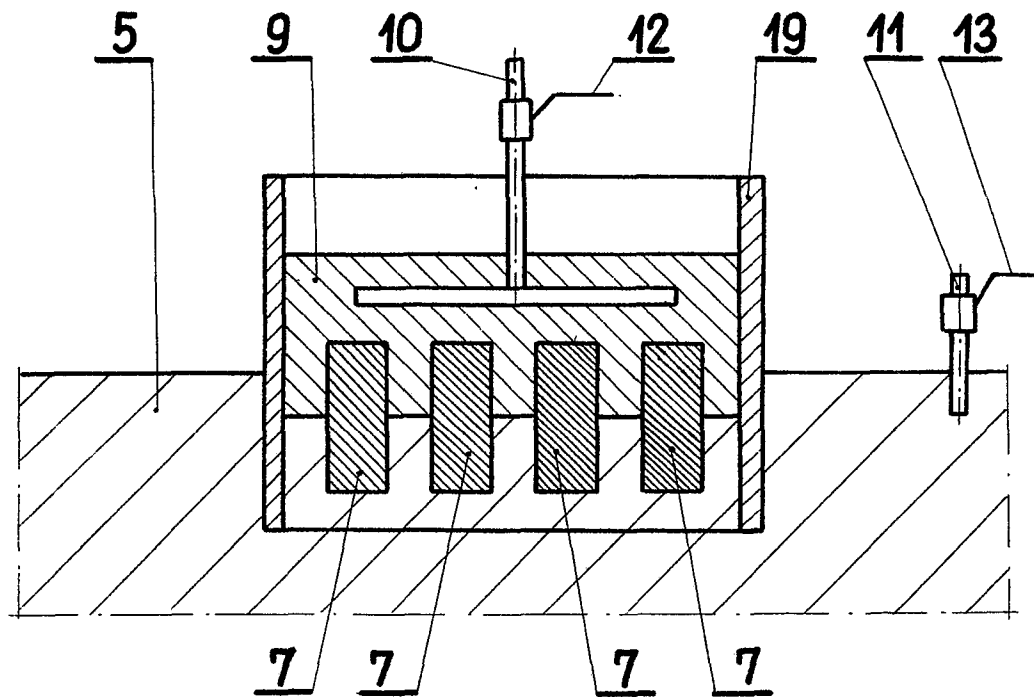


FIG.10

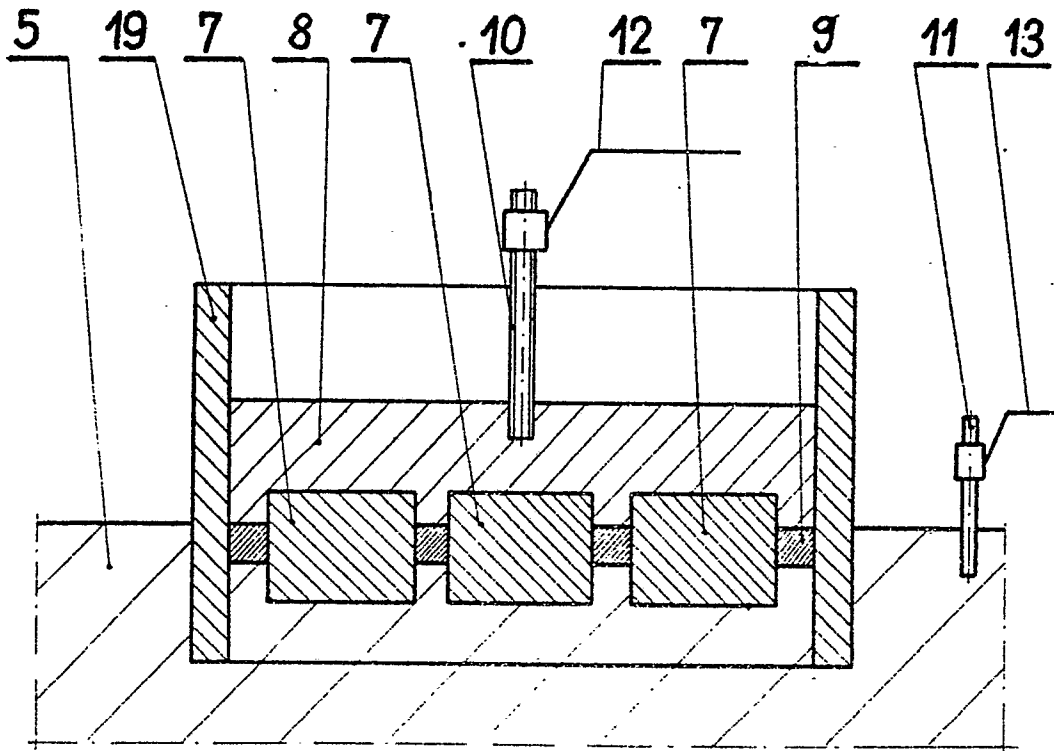


FIG. 11

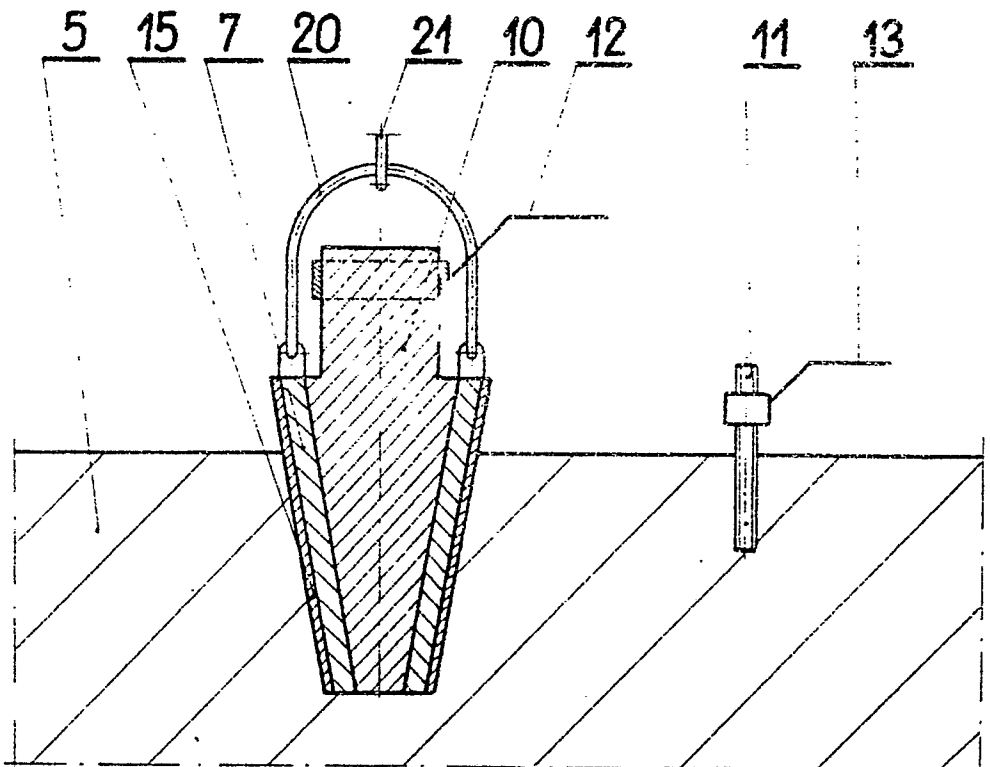


FIG. 12

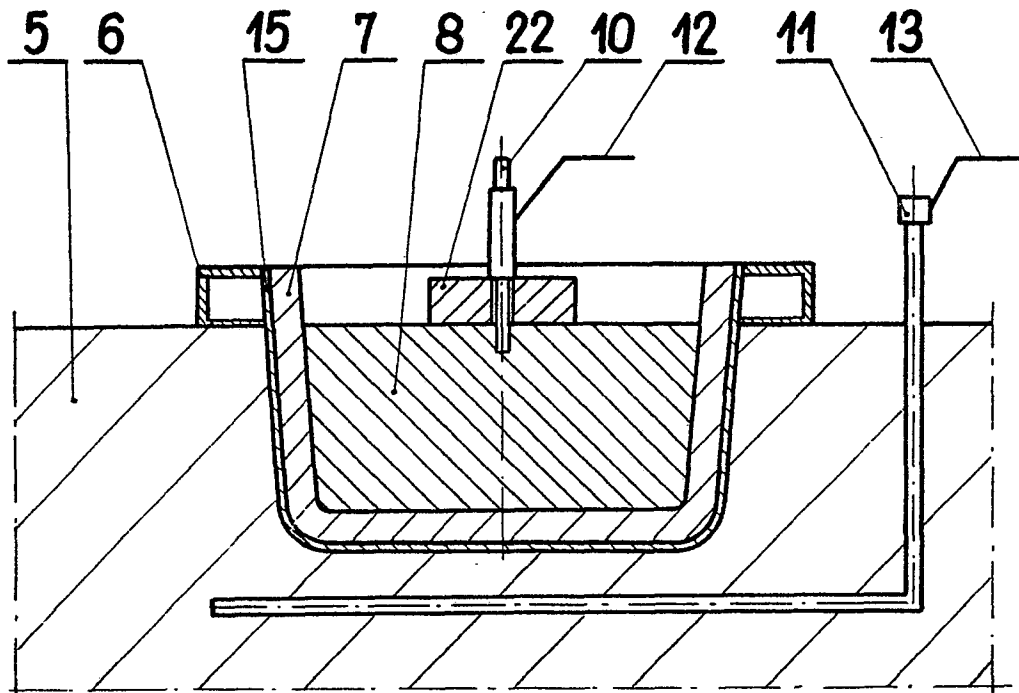


FIG. 13

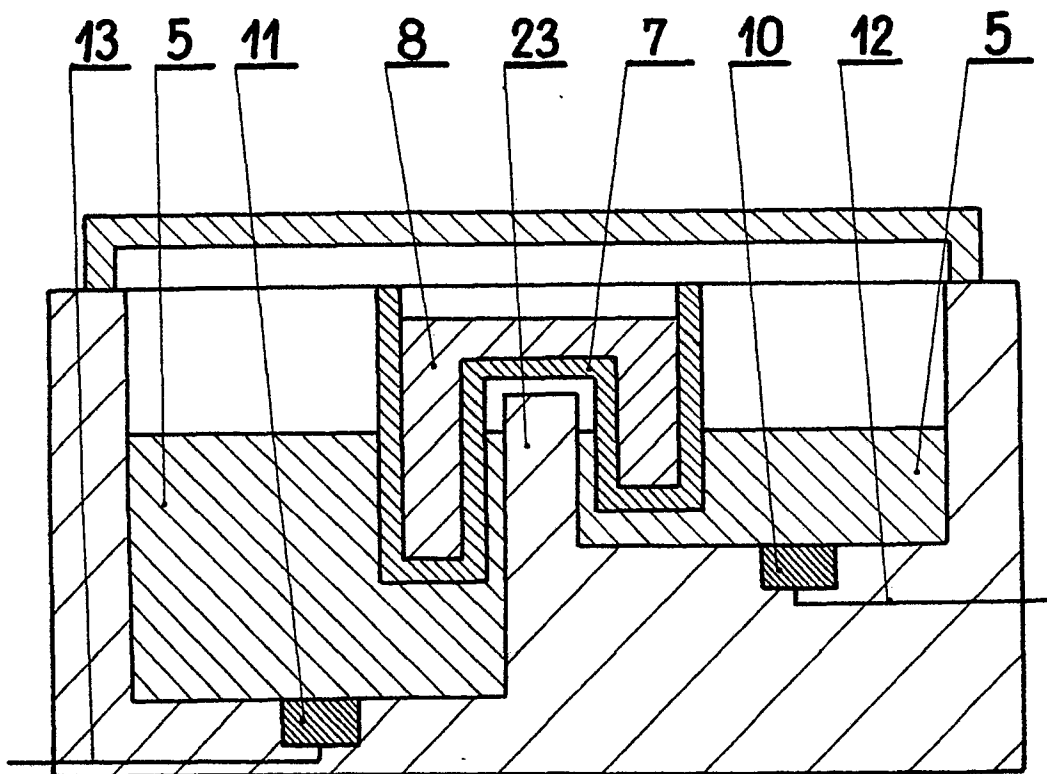


FIG. 14