

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 89104557.7

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: H05B 6/22

22 Anmeldetag: 15.03.89

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
19.09.90 Patentblatt 90/38

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

71 Anmelder: VSESOJUZNY  
 NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY  
 PROEKTNO-KONSTRUKTORSKY I  
 TEKHNOLOGICHESKY INST  
 ELEKTROTERMICHESKOGO OBORUDOVANIA  
 (VNIITO)  
 Ulitsa Nizhegorodskaya, 29  
 Moskau(SU)

72 Erfinder: Kuzovlev, Igor Valentinovich

Gurievsky proezd, 29 korpus 1, kv. 192  
Moscow(SU)

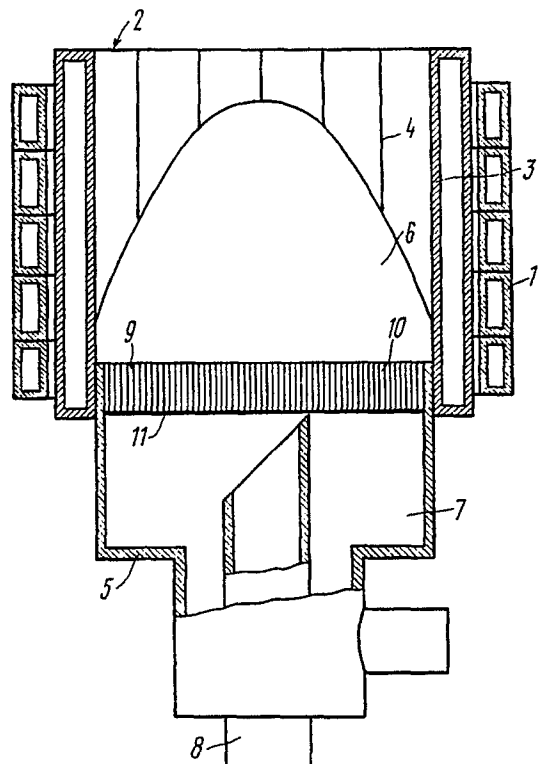
Erfinder: Gubchenko, Alexandr Pavlovich  
 ulitsa Tashkentskaya, 4 korpus 2, kv. 27  
 Moscow(SU)

Erfinder: Sheffer, Sergei Leonidovich  
 ulitsa Koptevskaya, 34 korpus 2, kv. 55  
 Moscow(SU)

74 Vertreter: Patentanwälte Beetz sen. - Beetz  
 jun. Timpe - Siegfried - Schmitt-Fumian-  
 Mayr  
 Steinsdorfstrasse 10  
 D-8000 München 22(DE)

54 Induktionsschmelzofen.

57 Der erfindungsgemäße Induktionsschmelzofen enthält einen von einem Induktor (1) umschlossenen gekühlten Metalltiegel (2). Im unteren Teil des Tiegels (2) ist ein gekühltes Gespann (5) untergebracht, das in Form einer hermetisch abgeschlossenen Kammer ausgeführt ist, die mit einem Kühlmittel-Förderungssystem (8) verbunden ist. Die dem Innenraum des Tiegels (2) zugekehrte Wand des Gespanns (5) ist in Form einer Gruppe elektrisch gegeneinander isolierter Stäbe (9) ausgeführt. Die Stäbe (9) sind auf einer Grundplatte (11) parallel zur Symmetrieachse des Tiegels (2) befestigt. Der Werkstoff der Grundplatte (11) muß eine Wärmeleitfähigkeit aufweisen, die höher als die Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes der Stäbe (9) ist, während der Durchmesser der Stäbe (9) in Abhängigkeit vom spezifischen Widerstand ihres Werkstoffes und von der Frequenz des Stroms des Induktors (1) gewählt wird.



## Induktionsschmelzofen

Die Erfindung bezieht sich auf Öfen für ein Induktionsschmelzen von Metallen und betrifft insbesondere Induktionsschmelzöfen.

Es ist ein Induktionsschmelzofen (L. L. Tir, N.I. Fomin "Sovremennye metody induktsionnoi plavki" ("Moderne Induktionsschmelzverfahren"), 1975, Verlag "Energiya" (Moskau), S. 43, Fig. 16) bekannt, der einen von einem Induktor umschlossenen gekühlten Metalltiegel und ein gekühltes Metallgespann enthält, das in Form einer hermetisch abgeschlossenen Kammer ausgeführt ist, die mit einem Kühlmittel-Förderungssystem verbunden ist, wobei in der dem Innenraum des Tiegels zugekehrten Kammerwand Nuten ausgeführt sind, deren Höhe kleiner als die Eindringtiefe des durch den Induktor bei der Frequenz des Arbeitsstroms erzeugten elektromagnetischen Feldes im Metall des Gespanns ist.

Bei einer derartigen Konstruktion des Gespanns weist aber das durch den Induktor aufgebaute elektromagnetische Feld wegen des Randeffekts eine scharf ausgeprägte Inhomogenität auf, weshalb die elektrischen Verluste im Gespann beträchtlich sind.

Es ist außerdem ein Induktionsschmelzofen (A.E. Slukhotskii "Ustanovka induktsionnogo nagreva" ("Induktionsheizanlage"), 1981, Verlag "Energiizdat" (Leningrad), S. 241, Fig. 14-13) bekannt, der einen von einem Induktor umschlossenen gekühlten Metalltiegel und ein gekühltes Gespann aufweist, das in Form einer hermetisch abgeschlossenen Kammer ausgeführt ist, deren Innenraum mit einem Kühlmittel-Förderungssystem verbunden ist, wobei die dem Innenraum des Tiegels zugekehrte Kammerwand glatt ausgebildet ist.

Beim Schmelzen des Metalls im Gespann durch das elektromagnetische Feld, das durch den Induktor erzeugt wird, werden Wirbelströme induziert, die eine Erhitzung des Gespanns bewirken. Dies führt zu elektrischen Verlusten, die einen erheblichen Teil der Gesamtleistung ausmachen, die für ein Aufschmelzen des Beschickungsguts benötigt wird. Darüber hinaus schirmt ein derartiges Gespann das elektromagnetische Feld des Induktors in der unteren Zone des Tiegels ab, wodurch in dieser Zone eine Masse von ungeschmolzenem Metall gebildet wird, deren Vorhandensein zu einer Verringerung der Masse von brauchbarem Metall führt sowie die Ausnutzung des Induktionsofens zum Erschmelzen von Präzisionsmetallen beschränkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Induktionsschmelzofen mit einer derartigen konstruktiven Ausführung des gekühlten Metallgespanns zu schaffen, die es gestattet, die durch

Induktion von Wirbelströmen im Gespann bedingten Energieverluste des elektromagnetischen Feldes des Induktors und die Masse von ungeschmolzenem Beschickungsgut geringer als bisher zu halten.

Gegenstand der Erfindung, womit diese Aufgabe gelöst wird, ist ein Induktionsschmelzofen, der einen von einem Induktor umschlossenen gekühlten Metalltiegel und ein gekühltes Metallgespann enthält, das in Form einer hermetisch abgeschlossenen Kammer ausgeführt ist, deren Innenraum mit einem Kühlmittel-Förderungssystem verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Innenraum des Tiegels zugekehrte Wand der hermetisch abgeschlossenen Kammer des Gespanns in Form einer Gruppe elektrisch gegeneinander isolierter, parallel zur Symmetrieachse des Tiegels angeordneter Metallstäbe ausgeführt ist, die auf einer Grundplatte befestigt sind, die aus einem Werkstoff hergestellt ist, dessen Wärmeleitfähigkeit höher als die Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes ist, aus dem die Stäbe hergestellt sind, deren Durchmesser in Abhängigkeit vom spezifischen Widerstand ihres Werkstoffes und von der Frequenz des Stroms des Induktors gewählt ist.

Vorzugsweise ist dieser Durchmesser höchstens gleich der Größe der Eindringtiefe des durch den Induktor erzeugten elektromagnetischen Feldes.

Die vorliegende Erfindung gestattet es, durch die konstruktive Ausführung des gekühlten Metallgespanns die Induktion von Wirbelströmen in diesem zu beseitigen und die Masse von ungeschmolzenem Beschickungsgut zu verringern.

Die Erfindung wird nachstehend an einem konkreten Ausführungsbeispiel anhand der Zeichnung näher erläutert, in der eine Längsschnittansicht eines erfindungsgemäßen Induktionsschmelzofens mit einem gekühlten Metallgespann dargestellt ist.

Der erfindungsgemäße Induktionsschmelzofen enthält einen Induktor 1, in dessen Innerem ein Tiegel 2 untergebracht ist. Die Seitenfläche des Tiegels 2 ist durch vertikal angeordnete gekühlte Metallsektionen 3 gebildet, die durch Elektroisolationsschichten 4 getrennt sind. Im unteren Teil des Tiegels 2 ist ein Metallgespann 5 zum Halten einer Metallschmelze 6 angeordnet. Das Gespann 5 ist in Form einer hermetisch abgeschlossenen Kammer ausgeführt, deren Innenraum 7 mit einem Kühlmittel-Förderungssystem 8 verbunden ist. Die dem Innenraum des Tiegels 2 zugekehrte Wand der Kammer des Gespanns 5 ist in Form einer Gruppe von Kupferstäben 9 ausgeführt, die parallel zur Symmetrieachse des Tiegels 2 angeordnet und gegeneinander durch eine Elektroisolationsschicht 10

isoliert sind. Die Stäbe 9 sind auf einer Grundplatte 11 befestigt, die beispielsweise aus Silber, jedenfalls aber aus einem Werkstoff hergestellt ist, dessen Wärmeleitfähigkeit höher als die Wärmeleitfähigkeit von Kupfer liegt, aus dem die Stäbe 9 hergestellt sind. Um eine Induktion von Wirbelströmen zu vermeiden, beträgt der Durchmesser jedes Stabes 9 höchstens die Größe der Eindringtiefe des durch den Induktor 1 erzeugten elektromagnetischen Feldes.

Der erfindungsgemäße Induktionsschmelzofen arbeitet, wie folgt. In den Tiegel 2 wird ein Beschickungsgut eingesetzt, und dem Induktor 1 wird eine Spannung zugeführt. Das Beschickungsgut bildet ein Schmelzbad 6, wobei das flüssige Metall, indem es nach unten abfließt und in einen unmittelbaren Kontakt mit dem Gespann 5 kommt, nicht auskristallisiert, weil ein starkes elektromagnetisches Feld an der der Schmelze 6 zugewandten gesamten Fläche des Gespanns 5 wirksam ist; denn das elektromagnetische Feld ist längs der Stäbe 9 gerichtet, die keine Abschirmwirkung besitzen.

Nach der Erzeugung des Schmelzbades wird die Schmelze 6 abstehen gelassen, um die erforderlichen Arbeitsgänge durchführen zu können, worauf das Metall aus dem kalten Tiegel 2 abgelassen wird, oder die Schmelze 6 kristallisiert unmittelbar im Tiegel 2 aus.

Die Auswahl des Werkstoffes für die Stäbe 9 und die Grundplatte 11 ist dadurch bedingt, daß durch den Punktkontakt jedes Stabes 9 mit der Grundplatte 11 ein erheblicher Teil der von der Schmelze 6 ausgehenden Strahlung aufgenommen wird. Der Werkstoff der Grundplatte 11 muß eine höhere Wärmeleitfähigkeit als der Werkstoff der Stäbe 9 aufweisen, sonst wird der Punktkontakt jedes Stabes 9 mit der Grundplatte 11 durch die Strahlung von der Schmelze 6 zerstört, und die Stäbe 9 werden aufgeschmolzen.

Durch Beseitigung der die elektrischen Verluste hervorrufenden Wirbelströme in den Wänden des Gespanns 5 erhöhen sich also der Ausnutzungsfaktor für die Energie des elektromagnetischen Feldes des Induktors 1, die zum Aufschmelzen des Beschickungsguts benötigt wird, und folglich auch der Ofenwirkungsgrad. Außerdem reduziert die Verwendung des Gespanns 5 erfindungsgemäßer Bauart die Masse von ungeschmolzenem Beschickungsgut, wodurch die Ausbeute des brauchbaren Metalls unter Ausschluß einer Verunreinigung der Schmelze 6 durch die Reste der Ansatzbildung im vorangeegangenen Schmelzprozeß gesteigert wird.

Die vorliegende Erfindung kann in Induktionsschmelzöfen für ein Schmelzen von hochschmelzenden und chemisch wirksamen Metallen und Legierungen auf deren Basis in gekühlten Metalltie-

geln angewendet werden.

## Ansprüche

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

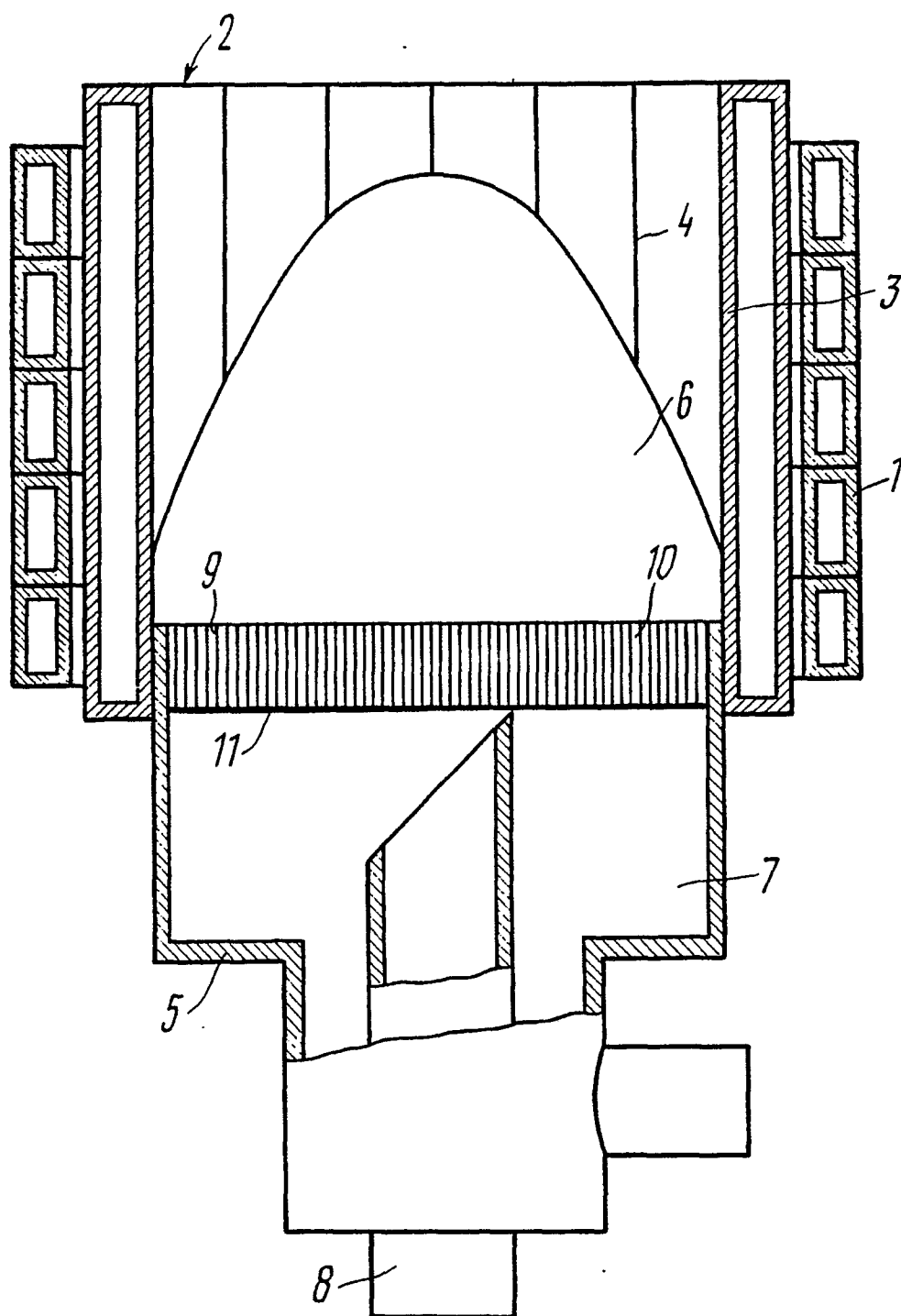
55

1. Induktionsschmelzofen, der einen von einem Induktor (1) umschlossenen gekühlten Metalltiegel (2) und ein gekühltes Metallgespann (5) enthält, das in Form einer hermetisch abgeschlossenen Kammer ausgeführt ist, deren Innenraum mit einem Kühlmittel-Förderungssystem (8) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die dem Innenraum des Tiegels (2) zugekehrte Wand der hermetisch abgeschlossenen Kammer des Gespanns (5) in Form einer Gruppe elektrisch gegeneinander isolierter, parallel zur Symmetrieachse des Tiegels (2) angeordneter Metallstäbe (9) ausgeführt ist, die auf einer Grundplatte (11) befestigt sind, die aus einem Werkstoff hergestellt ist, dessen Wärmeleitfähigkeit höher als die Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffes ist, aus dem die Stäbe (9) hergestellt sind, deren Durchmesser in Abhängigkeit vom spezifischen Widerstand ihres Werkstoffes und von der Frequenz des Stroms des Induktors (1) gewählt ist.

2. Induktionsschmelzofen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**

daß der Durchmesser jedes Metallstabes (9) höchstens gleich der Größe der Eindringtiefe des durch den Induktor (1) erzeugten elektromagnetischen Feldes ist.





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 89 10 4557

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                    | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                        | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5) |
| A                                                                                                                                                                                                                                            | DE-A-2402833 (ASEA)<br>* Seite 4, Zeile 23 - Seite 5, Zeile 12; Figuren 1, 5 *                                             | 1, 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | H05B6/22                                 |
| A                                                                                                                                                                                                                                            | FR-A-2368542 (IRSID)<br>* Seite 1, Zeile 1 - Seite 3, Zeile 21 *<br>* Seite 5, Zeile 1 - Seite 5, Zeile 26; Figuren 1, 4 * | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                            | FR-A-1509043 (IMPHY)<br>* Seite 2, Zeile 4 - Seite 2, Zeile 17; Figur 2 *                                                  | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                            | EP-A-119877 (CEA)<br>* Seite 1, Zeile 1 - Seite 8, Zeile 12; Figuren 1, 2 *                                                | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                            | DE-A-2127333 (CREUSOT-LOIRE)<br>* Seite 1, Zeile 1 - Seite 4, Zeile 8; Figuren 1-5 *                                       | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                          |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)    |
|                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | H05B<br>F27D                             |
| Recherchenort<br>DEN HAAG                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                            | Abschlußdatum der Recherche<br>06 NOVEMBER 1989                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Prüfer<br>SPEISER P.                     |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                          |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                            | I : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                          |