

## EUROPÄISCHE EIGNUNGSPRÜFUNG 1990

### PRÜFUNGSAUFGABE B ELEKTROTECHNIK / MECHANIK

#### Diese Prüfungsaufgabe enthält:

- |   |                   |
|---|-------------------|
| • Anweisungen an die Bewerber                     | 90/B(E/M)/d/1-2   |
| • Beschreibung der Anmeldung                      | 90/B(E/M)/d/3-12  |
| • Patentansprüche                                 | 90/B(E/M)/d/13-14 |
| • Zeichnungen der Anmeldung                       | 90/B(E/M)/d/15-17 |
| • Bescheid  | 90/B(E/M)/d/18-20 |
| • Text des Dokuments I (Stand der Technik)        | 90/B(E/M)/d/21-22 |
| • Zeichnungen von Dokument I (Stand der Technik)  | 90/B(E/M)/d/23    |
| • Text des Dokuments II (Stand der Technik)       | 90/B(E/M)/d/24-25 |
| • Zeichnungen von Dokument II (Stand der Technik) | 90/B(E/M)/d/26    |

## ANWEISUNGEN AN DIE BEWERBER

Gehen Sie bitte bei der nunmehr durchzuführenden Prüfungsarbeit davon aus, daß eine europäische Patentanmeldung mit den beigegeführten Unterlagen \*) eingereicht worden ist und daß das Europäische Patentamt den beigegeführten ersten Bescheid übermittelt hat.

Setzen Sie bitte die in der Prüfungsaufgabe genannten Tatsachen als gegeben voraus und gehen Sie bei der Beantwortung von diesen Angaben aus. Ob und inwieweit Sie diese Angaben verwenden, bleibt Ihnen selbst überlassen.

Sie sollten besondere Kenntnisse, die Sie möglicherweise über den Gegenstand der Erfindung besitzen, nicht einsetzen, sondern davon ausgehen, daß der angegebene Stand der Technik tatsächlich vollständig ist.

Ihre Aufgabe besteht nun darin, eine umfassende Erwiderung auf den Bescheid auszuarbeiten. Der amtliche Bescheid kann eine Änderung der Beschreibung oder der Ansprüche oder beider sowie eine Argumentation, z. B. hinsichtlich der Relevanz des entgegengehaltenen Standes der Technik, erforderlich machen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Ansprüche in jedem Falle so abzufassen sind, daß sie den größtmöglichen Schutzzumfang bieten. Die Erwiderung sollte als Schreiben an das EPA abgefaßt sein, jedoch ist hierfür keine bestimmte Form vorgeschrieben. Die Änderungen sollten in der Erwiderung deutlich als Streichungen oder Ergänzungen gekennzeichnet sein oder in einem gesonderten Schriftstück aufgeführt werden. In jedem Fall sollten die vorgeschlagenen Änderungen den Anforderungen des Übereinkommens an die Ansprüche und die Beschreibung hinreichend gerecht werden.

---

\*) Diese Unterlagen stellen nicht notwendigerweise die einzige und beste Lösung der in Prüfungsaufgabe A (Elektrotechnik/Mechanik) gestellten Aufgabe dar.

Falls Sie in Ihrer Erwiderung vorschlagen, einen Teil der Anmeldung zum Gegenstand einer Teilanmeldung zu machen, sollten Sie zumindest einen Vorschlag für die Fassung des Hauptanspruches der Teilanmeldung machen und ggf. die Gründe für die Gewährbarkeit dieses Anspruchs angeben. Sie brauchen jedoch keine Einleitung für die Teilanmeldung vorzuschlagen.

Zusätzlich zu Ihrer ausgearbeiteten Lösung können Sie - dies ist jedoch nicht obligatorisch - auf einem gesonderten Blatt die Gründe für die gewählte Form der Lösung angeben, z. B. warum Sie sich für eine bestimmte Anspruchsform, ein bestimmtes Merkmal für einen unabhängigen Anspruch oder einen bestimmten Teil des Stands der Technik als Ausgangspunkt entschieden haben oder warum Sie einen bestimmten Stand der Technik nicht erwähnt bzw. vorgezogen haben. Derartige Angaben sollten jedoch kurz sein.

Es wird davon ausgegangen, daß Sie die Prüfungsaufgabe in der Sprache studiert haben, in der Sie Ihre Arbeit abgefaßt haben. Sollte dies nicht zutreffen, so geben Sie bitte auf der ersten Seite Ihrer Arbeit an, in welcher Sprache Sie die Prüfungsaufgabe studiert haben. Dies ist immer von Bewerbern anzugeben, die - nach Stellung eines entsprechenden Antrags in der Anmeldung zur Prüfung - ihre Arbeit in einer anderen Sprache als Deutsch, Englisch oder Französisch anfertigen.

Beschreibung der Anmeldung

**Induktionsofen**

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Induktionsofen, bestehend aus einem Schmelzbehälter, mindestens einem an beiden Enden mit dem Behälter verbundenen Kanal und einer Induktionsheizung, wobei diese Induktionsheizung einen Magnetfluß erzeugt, der einen  
5 Teil des Kanals durchdringt und damit das im Kanal befindliche Metall durch magnetische Induktion erhitzt. Die Erfindung betrifft insbesondere, aber nicht ausschließlich, einen solchen für die Verwendung als Verzinkungsbad ausgelegten Ofen; Bäder dieser Art werden in der Industrie zum Verzinken von so unterschiedlichen Gegenständen wie Zaunpfosten und Kraftfahrzeugkarosserien durch Eintauchen in das Verzinkungsbad verwendet.  
10

Das herkömmliche Verzinkungsbad besteht aus einem Mehrzweckofen zum Schmelzen von Metall, beispielsweise einem feuerfesten Tiegel oder Behälter, in dem das kalte, feste Metall durch eine in der  
15 Regel unter dem Tiegel angebrachte Gasheizung erhitzt wird; sobald das Zink flüssig und das Bad einsatzbereit ist, muß das Gas abgeschaltet werden, da bei der Beschichtung Schlacke, Oxid und sonstige Verunreinigungen entstehen, die auf den Boden des  
20 Bades sinken. Würde das Bad während des Eintauchvorgangs erhitzt, so würden diese Verunreinigungen durch Konvektion in den Tauchbereich aufsteigen. Es ist daher wichtig, den unteren Teil des Bades von Turbulenzen freizuhalten, damit sich die Verunreinigungen dort ablagern können.

25 Das herkömmliche Bad hat den Nachteil, daß der Beschichtungsvorgang in regelmäßigen Abständen unterbrochen werden muß; erstens muß das Zink, das mit der Zeit natürlich abkühlt, wieder erhitzt werden, und zweitens müssen die Verunreinigungen entfernt werden,  
30 bzw. sie müssen sich nach dem Erhitzen erneut absetzen können. Ein Verzinkungsbad, das diesen Nachteil nicht aufweist, ist aus Dokument I bekannt; es arbeitet mit einer Induktionsheizung.

Bei der Erhitzung durch Induktion wird das Zink einem starken magnetischen Wechselfeld ausgesetzt, indem Strom durch eine elektromagnetische Wicklung geführt wird, die einen Teil des Bades umgibt; durch dieses Feld werden im Zink elektrische  
5 Wirbelströme induziert, die es erwärmen. Die elektromagnetische Wicklung kann als Primärwicklung eines Transformators betrachtet werden, wobei das geschmolzene Metall eine kurzgeschlossene Sekundärwicklung darstellt. Die "Sekundärwicklung" hat einen endlichen Widerstand und wird durch den Strom erhitzt.

10

Bei dem Bad des Dokuments I ist eine Induktionsheizung an der Seite des Schmelzbehälters angebracht und mit dem Schmelzbehälter über Kanäle verbunden, die aufgrund der Konvektion ein Fließen von heißem, geschmolzenem Metall von der Heizung zum Behälter  
15 gestatten und die kälteres Metall in der entgegengesetzten Richtung zurücktransportieren. Die Kanäle münden in der Nähe der offenen Oberseite in den Behälter, so daß weitgehend eine Aufwirbelung der Verunreinigungen unterbleibt, die sich am Behälterboden ansammeln. Da das Zink direkt beheizt wird, läßt  
20 sich seine Temperatur genau regeln.

Das Bad nach Dokument I stellt zwar einen großen Fortschritt gegenüber dem herkömmlichen Bad dar, weist aber insbesondere in der Anlaufphase bestimmte Nachteile auf. Die so angebrachte und  
25 konstruierte Heizung kann aber festes, kaltes Zink nicht ohne weiteres zum Schmelzen bringen; der Behälter muß zunächst bis zu einer Höhe einschließlich der Heizungskanäle mit geschmolzenem Zink beschickt werden, und selbst dann kann später hinzugegebenes festes Zink aufgrund der geringen Konvektion in den relativ  
30 langen Kanälen, die die Heizung mit dem Behälter verbinden, nicht innerhalb einer angemessenen Zeitspanne geschmolzen werden. Es bedarf daher eines weiteren Ofens, um das Zink zu schmelzen, damit das Bad voll beschickt werden kann. Die Kanäle müssen zu

Beginn frei von festem Zink gehalten werden, das die Konvektion während der Anlaufphase verlangsamten könnte, und nach Beendigung des Vorgangs muß das geschmolzene Zink durch Entfernen der in Fig. 2 von Dokument I dargestellten Stopfen abgelassen werden, da  
5 sonst das Wiederaufsteigen durch das erstarrte Zink länger dauern würde. Da das erhitzte Zink durch die Heizung in den oberen Teil des Bades gelangt und kaum eine Konvektion stattfindet, liegt ein beträchtliches Temperaturgefälle vor, das die Qualität der beschichteten Produkte beeinträchtigen kann.

10

Der Zweck der Erfindung besteht somit darin, einen Ofen mit einer Induktionsheizung zu schaffen, der nur mit einer Mindestmenge geschmolzenen Metalls beschickt werden muß und als Verzinkungsbad verwendet werden kann, in dem Verunreinigungen nicht in den  
15 Beschichtungsbereich aufsteigen, und bei dem die Temperatur dieser Zone konstant gehalten werden kann.

Erfindungsgemäß befinden sich der Kanal und die Induktionsheizung unter dem Behälter. Infolgedessen ist es nicht mehr erforderlich,  
20 den gesamten Behälter zu befüllen, bevor der Kanal befüllt werden kann.

Der Kanal kann aus einer einzigen Schleife bestehen und die Induktionsheizung kann einen durch diese Schleife hindurchtretenden Transformator Kern und eine Induktionswicklung auf dem  
25 Kern umfassen. Alternativ kann der Kanal aus zwei Schleifen bestehen und die Induktionsheizung weist einen durch beide Schleifen hindurchführenden Transformator Kern und mindestens eine Induktionswicklung um den Kern auf. Die beiden Schleifen können  
30 über einen Teil ihrer Länge einen gemeinsamen Kanal haben. Die Ausführung mit zwei Schleifen ist besonders geeignet, wenn der erfindungsgemäße Ofen als Verzinkungsbad benutzt wird, da bei vorgegebenem Durchsatz die Strömungsgeschwindigkeit niedriger ist.

Bei Verwendung des erfindungsgemäßen Ofens als Verzinkungsbad sind vorzugsweise zusätzliche Maßnahmen zur Steuerung der Konvektionsgeschwindigkeit zu ergreifen, damit keine Verunreinigungen in den Tauchbereich gelangen, aber gleichzeitig eine konstante  
5 Temperatur in diesem Bereich aufrechterhalten werden kann. Bei einer Ausführungsart wird die Induktionswicklung so angeordnet, daß sie ein um die Magnetkernachse sich drehendes Magnetfeld erzeugt. Das magnetische Drehfeld kann die Fließgeschwindigkeit durch die Heizung entsprechend den Betriebsparametern des  
10 Behälters regeln.

Der Querschnitt der Schleife bzw. Schleifen kann über die Gesamtlänge unterschiedlich sein. Bei einer dieser Anordnungen haben die Schleife bzw. die Schleifen eine konstante Querschnittsfläche  
15 und die Schleifenbreite nimmt, in Richtung parallel zur Kernachse gemessen, mit zunehmender Entfernung vom Behälter linear ab, wobei der Schleifenquerschnitt direkt am Behälter länglich ist und an dem vom Behälter am weitesten entfernten Punkt quadratisch ist. Durch diese Anordnung wird ein bei Induktionsheizungen  
20 auftretendes Problem, der sogenannte magnetische Pincheffekt, vermieden. Fließt nämlich in einem Leiter ein Strom, so übt das dadurch aufgebaute Magnetfeld auf den Leiter einen Druck senkrecht zur Stromrichtung aus, der in einem flüssigen Leiter so groß werden kann, daß der Leiter abgeschnürt und dadurch der  
25 Stromkreis unterbrochen wird. Dies kann bei einem Metallbad verheerende Folgen haben, da als Konsequenz eine Druckwellenfolge durch das geschmolzene Metall läuft, wenn der Stromkreis durch das Metall unterbrochen wird und der Strom zusammenbricht; sobald aber der Strom zusammengebrochen ist, verschwindet der  
30 Pincheffekt, so daß der Stromkreis wieder geschlossen wird und sich der Vorgang wiederholt. Die sich daraus ergebenden Druckwellen können die empfindliche feuerfeste Auskleidung des Ofens zerstören und das Betriebspersonal gefährden. Durch Verwendung des vorstehend genannten Querschnitts läßt sich der  
35 Pincheffekt vermeiden, und der Heizung kann eine höhere Leistung zugeführt werden.

Alternativ kann die Querschnittsfläche vom einen Ende der Schleife zum anderen Ende linear zunehmen, wodurch innerhalb der Schleife ein Fluß in nur einer Richtung erzielt wird.

5 Schließlich ist bei einer weiteren Ausführungsart am tiefsten Punkt der oder jeder Schleife ein Stopfen angebracht; wird der Strom für die Induktionswicklungen in regelmäßigen Abständen abgeschaltet, so können sich die Verunreinigungen absetzen und abgelassen werden.

10

Der erfindungsgemäße Ofen ist, wie oben beschrieben, besonders für den Einsatz als Verzinkungsbad geeignet.

Eine ausführliche Erläuterung der Erfindung ist der Beschreibung  
15 und den beigefügten Zeichnungen zu entnehmen.

Die Zeichnungen zeigen folgendes:

Fig. 1 einen Teilquerschnitt durch ein erstes erfindungsgemäßes  
20 Verzinkungsbad.

Fig. 2 einen Teilquerschnitt durch ein zweites erfindungsgemäßes Verzinkungsbad.

25 Fig. 3 die Anwendung eines magnetischen Drehfelds zur Steuerung der Fließgeschwindigkeit und -richtung in der Ausführungsart gemäß Fig. 1.

Fig. 4 die Anwendung von zwei in entgegengesetzter Richtung  
30 drehenden Magnetfeldern zur Steuerung der Strömung in der Ausführungsart gemäß Fig. 2.

Fig. 5 zeigt im Querschnitt eine Variante des Bades gemäß Fig. 1, während Fig. 5a und Fig. 5b jeweils einen Querschnitt  
35 entlang der Linie V-V in Fig. 5 und Querschnitte des Kanals an verschiedenen Stellen zeigen.

Das in Fig. 1 gezeigte Verzinkungsbad besitzt einen zylindrischen Behälter 1, dessen Wandungen in bekannter Weise aus einer feuerfesten Schicht beträchtlicher Stärke gefertigt sind. Die feuerfeste Schicht hat einen flachen Boden 1a, an den ein Kanal 2 mit feuerfesten Wandungen 3 angebaut ist, wobei der Kanal in Form einer vertikalen Schleife ausgebildet und mit diametral gegenüberliegenden Seiten des Behälterbodens verbunden ist. Der Kanal hat über den größten Teil seiner Länge einen gleichbleibenden kreisförmigen Querschnitt, weitet sich aber an seinen Enden zum Behälter hin aus, wobei die Behälter- und die Kanalwandungen gemeinsam dazu beitragen, die Turbulenz im Fluß des geschmolzenen Zinks möglichst niedrig zu halten. Die feuerfesten Wandungen des Behälters und des Kanals können in bekannter Weise beispielsweise aus feuerfesten Ziegeln gebildet sein, wobei die Aussteifung der Baugruppe durch Betonringe 5 mit einem zusätzlichen Außenmantel aus Metall 4 im Bereich des Kanals sichergestellt ist.

Unterhalb des Behälters befindet sich eine Induktionsheizung. Diese Heizung weist einen Transformatorkern 6 mit kreisförmigem Querschnitt auf, der durch die Mitte der durch den Kanal 2 gebildeten Schleife geführt ist. Transformatorjoche 8 und 9 erstrecken sich außen um die Kanalbaugruppe und bilden zusammen mit dem Kern 6 einen geschlossenen Magnetkreis für den von den Induktionswicklungen 10, die auf dem Kern angebracht sind, erzeugten Magnetfluß. Mittel zur Kühlung (nicht dargestellt) umgeben die Wicklungen und verhindern, daß sich zuviel Hitze aufbaut.

Die Wicklungen dienen zur Erzeugung eines axialen Magnetfelds, das sich im Transformatorkern und in den Transformatorjochen ausbreitet; dieses axiale Feld dringt in das geschmolzene Metall ein und induziert darin in bekannter Weise Heizströme. Die Wicklungen erzeugen darüber hinaus ein magnetisches Drehfeld, das die Zirkulation des geschmolzenen Zinks innerhalb des Kanals steuert. Aus Fig. 3 wird ersichtlich, daß das Drehfeld mit dem

eines Stabmagneten vergleichbar ist, der sich um die Achse des Kerns 6 dreht. Dieses Drehfeld übt eine Kraft  $F$  auf das geschmolzene Metall im Kanal 2 aus, analog der Kraft, die auf den Anker eines Elektromotors ausgeübt wird. Über die Regelung der Drehgeschwindigkeit des Drehfelds kann die Geschwindigkeit des geschmolzenen Metalls gesteuert werden.

Das Dreh- und das Axialfeld können im Prinzip durch zwei unabhängige Wicklungen erzeugt werden; in der Praxis hat es sich jedoch als zweckmäßig erwiesen, für beide Felder nur eine Wicklung vorzusehen. Infolgedessen dreht sich das Drehfeld mit einer vorbestimmten festen Drehgeschwindigkeit, die von der Versorgungsfrequenz und der Wicklungskonfiguration abhängig ist. Die Art der Wicklung, die zur Erzeugung einer Drehfeldkomponente erforderlich ist, und die erforderliche Steuerschaltung sind von Elektromotoren her hinreichend bekannt und werden daher nicht näher beschrieben.

Für den Betrieb wird der Kanal mit so viel geschmolzenem Zink beschickt, daß er vollständig gefüllt ist, und die Heizleistung wird allmählich erhöht. Während der Aufwärmphase wird die Leistung so geregelt, daß das Auftreten des Pincheffektes vermieden wird und eine Überhitzung des Zinks verhindert wird, das sehr wenig zirkuliert, solange der gesamte Behälterinhalt nicht vollständig geschmolzen ist. Zink wird entweder in geschmolzenem Zustand oder in Pulverform so lange hinzugefügt, bis der Behälter vollständig beschickt ist; erst dann kann auf volle Leistung geschaltet werden. Das geschmolzene Zink wird anschließend mittels eines thermostatischen Regelkreises bekannter Art (nicht dargestellt) auf einer vorgegebenen Soll-Betriebstemperatur gehalten. Das Drehfeld gewährleistet, daß das Zink im Kanal mit vorgegebener Geschwindigkeit in nur einer Richtung fließt. Die Geschwindigkeit wird hierbei so niedrig

gehalten, daß Verunreinigungen nicht in den Tauchbereich im oberen Teil des Behälters gelangen, sondern aufgrund ihres Eigengewichts zurücksinken, bevor sie diesen Bereich erreichen; gleichzeitig wird jedoch eine konstante Temperatur im gesamten  
5 Tauchbereich aufrechterhalten.

In Fig. 1 ist das Bad mit nur einem Kanal dargestellt; es sind aber auch mehrere Kanäle mit den entsprechenden Wicklungen möglich. Eine solche Anordnung ist beim Verzinken von Nutzen, da  
10 sie den Vorteil hat, daß bei einem gegebenen Durchsatz geschmolzenen Zinks die Fließgeschwindigkeit und somit die Konvektion geringer ist. Fig. 2 zeigt ein Beispiel für eine solche Anordnung, wobei Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion wie in Fig. 1 dieselben Bezugszeichen tragen. Bei dieser Ausführungsart  
15 sind zwei äußere Kanäle 2a und 2b in einer gemeinsamen Ebene angeordnet und besitzen einen gemeinsamen inneren Kanal 2c. Die Kanäle verfügen jeweils über die Kerne 6 und die Wicklungen 10, wobei die Kerne durch die Joche 8 so miteinander verbunden sind, daß sie einen gemeinsamen Magnetkreis bilden. Die Wicklungen 10  
20 sind so angeordnet, daß sie magnetische Felder erzeugen, die sich, wie in Fig. 4 dargestellt, gegenläufig drehen, so daß das geschmolzene Metall durch die äußeren Kanäle 2a zuströmt und durch den gemeinsamen inneren Kanal 2c zurück zum Behälter fließt. Das in Fig. 2 dargestellte Bad wird in ähnlicher Weise  
25 verwendet wie dasjenige in Fig. 1. Infolge des Vorhandenseins von zwei Kanälen kann - im Vergleich zu der Ausführungsart nach Fig. 1 - die Fließgeschwindigkeit in jedem Kanal verringert werden, wodurch auch die Gefahr abnimmt, daß Verunreinigungen in den Tauchbereich gelangen.

Selbstverständlich sind bei den vorstehend beschriebenen Verzin-  
kungsbädern zahlreiche Abänderungen möglich. So können beispiels-  
weise die Wicklungen der Induktionsheizung beträchtlich vereinfacht  
werden, wenn die Drehfeldkomponente nicht erforderlich ist.

5 Dann kann zwar der Zinkfluß im Kanal bzw. in den Kanälen nicht  
mehr so genau reguliert werden, die Stabilität des Flusses im  
Hinblick sowohl auf die Fließgeschwindigkeit als auch den  
Pincheffekt kann aber durch die nachstehend beschriebenen  
mechanischen Hilfsmittel erzielt werden.

10

Fig. 5 zeigt eine Abänderung der Anordnung gemäß Fig. 1, bei der  
eine Wicklung verwendet wird, die keine Drehfeldkomponente  
erzeugt. Identische Teile sind mit denselben Bezugszeichen wie in  
Fig. 1 und Fig. 2 bezeichnet. Es wird ein Kanal verwendet, der  
15 über die gesamte Länge eine konstante Querschnittsfläche auf-  
weist, dessen Breite aber, wie in Fig. 5a gezeigt, in der Rich-  
tung parallel zur Kernachse gemessen, vom Behälterboden zum  
tiefsten Punkt des Kanals linear abnimmt, wobei der  
Kanalquerschnitt am tiefsten Punkt (s. Fig. 5b) quadratisch, zum  
20 Behälter hin aber länglich ist. Zur Verringerung der  
Durchflußmenge ist die Querschnittsfläche dieses Kanals ungefähr  
halb so groß wie die des Kanals gemäß der Ausführungsart in  
Fig. 1; es hat sich herausgestellt, daß die geringere  
Durchflußmenge und die geometrischen Gegebenheiten des Kanals  
25 geeignet sind, die Konvektion auf einem akzeptablen Niveau zu  
halten.

Aufgrund des quadratischen Querschnitts ist die Pinchwirkung am  
tiefsten Punkt des Kanals am stärksten; an diesem Punkt ist aber  
30 auch der hydrostatische Druck des geschmolzenen Metalls am  
größten. Näher am Behälter wird der Pincheffekt aufgrund des  
länglichen Kanalquerschnitts verringert; dafür ist aber auch der  
hydrostatische Druck geringer. Somit kann dem Bad mehr Leistung  
zugeführt werden, als wenn der Kanal überall den gleichen Quer-  
schnitt hätte. Die Kanalanordnung gemäß Fig. 5 kann darüber  
35

hinaus eine Vielzahl von Kanälen gemäß Fig. 2 aufweisen und mit der Induktionsheizung von Fig. 1 kombiniert werden, so daß eine Drehfeldkomponente entsteht und dadurch mehr Leistung zugeführt werden kann, während gleichzeitig die Regulierung des  
5 Durchflusses weiterhin möglich ist und der Pincheffekt vermieden wird.

In einer weiteren geänderten Ausführungsart, die in Fig. 5 nicht dargestellt ist, nimmt die Querschnittsfläche vom einen Kanalende  
10 zum anderen hin linear zu. Dadurch wird ein Fluß nur in einer Richtung im Kanal sichergestellt.

Wie in Fig. 5 dargestellt, ist vorzugsweise am tiefsten Punkt des Kanals ein Stopfen 25 vorgesehen, damit geschmolzenes Metall  
15 und/oder Verunreinigungen abgelassen werden können. Wird die Induktionsheizung in regelmäßigen Abständen abgeschaltet, so können sich die Verunreinigungen absetzen und abgelassen werden. Es liegt auf der Hand, daß sich ohne einen solchen Stopfen die Verunreinigungen leicht im Kanal ansammeln und den Fluß behindern  
20 können.

## Patentansprüche

1. Induktionsofen, der einen Schmelzbehälter (1), mindestens einen Kanal (2; 2a, 2b, 2c), der an beiden Enden mit dem Schmelzbehälter verbunden ist, und eine Induktionsheizung (6, 8, 9, 10; 6, 8, 10) aufweist, wobei die Induktionsheizung einen Magnetfluß erzeugt, der einen Teil des Kanals durchdringt und damit das im Kanal befindliche Metall durch magnetische Induktion erhitzt, dadurch gekennzeichnet, daß Kanal und Induktionsheizung unterhalb des Schmelzbehälters angeordnet sind.
2. Induktionsofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal aus einer einzigen Schleife (2) besteht, und daß die Induktionsheizung einen durch die Schleife geführten Transformator kern (6) und eine Induktionswicklung (10) auf dem Kern aufweist.
3. Induktionsofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal aus zwei Schleifen (2a, 2b, 2c) besteht, und daß die Induktionsheizung einen durch beide Schleifen geführten Transformator kern (6) und mindestens eine Induktionswicklung (10) auf dem Kern aufweist.
4. Induktionsofen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Schleifen (2a, 2b, 2c) über einen Teil ihrer Länge einen Kanal (2c) gemeinsam haben.
5. Induktionsofen nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Induktionswicklung so ausgebildet ist, daß sie ein um die Kernachse drehendes Magnetfeld erzeugt.

6. Induktionsofen nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche der bzw. jeder Schleife entlang ihrer Länge unterschiedlich ist.
7. Induktionsofen nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche der bzw. jeder Schleife von ihrem einen Ende zum anderen Ende linear zunimmt.
8. Induktionsofen nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche der bzw. jeder Schleife über ihre gesamte Länge konstant ist und daß die Kanalbreite in Richtung parallel zur Kernachse mit zunehmender Entfernung vom Schmelzbehälterboden zum tiefsten Punkt des Kanals linear abnimmt, wobei der Schleifenquerschnitt direkt am Schmelzbehälter länglich (21) und an dem vom Behälter am weitesten entfernten Punkt quadratisch (20) ist.
9. Induktionsofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die bzw. jede Schleife an ihrem tiefsten Punkt eine mit einem Stopfen (25) verschlossene Öffnung hat, durch die geschmolzenes Metall bzw. Verunreinigungen abfließen können.
10. Verzinkungsbad, das einen Induktionsofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist.

Fig. 1

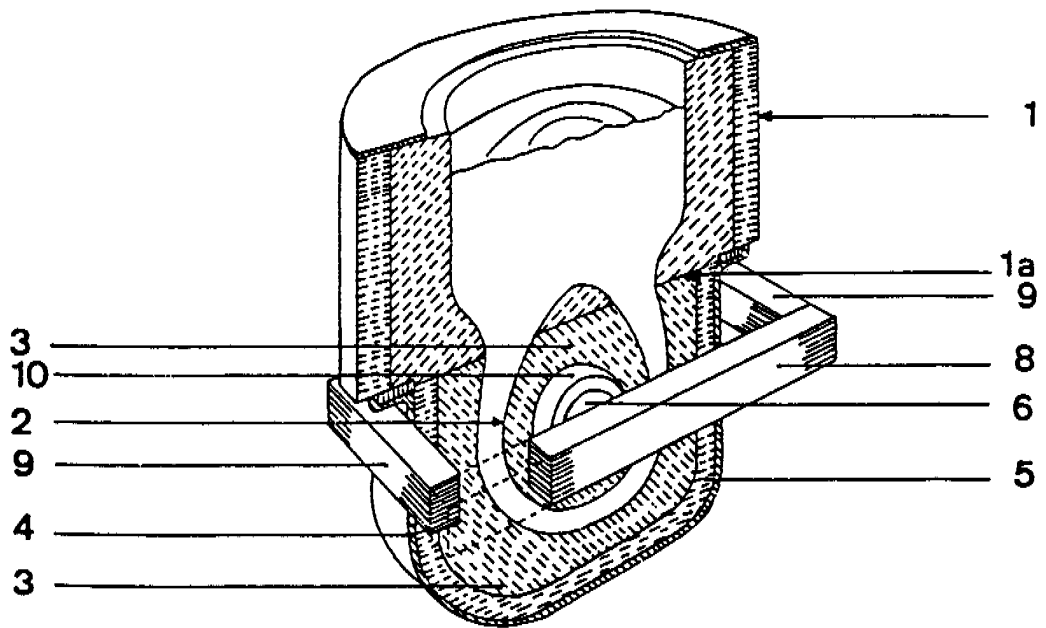


Fig. 2

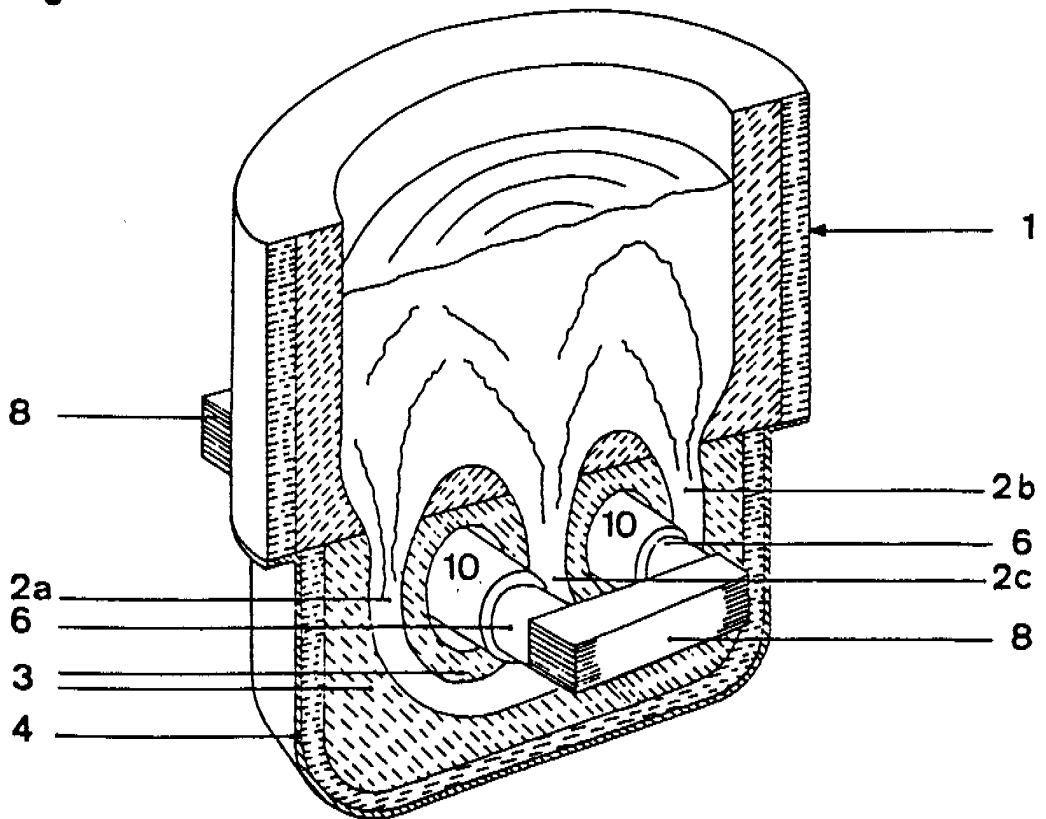


Fig.3

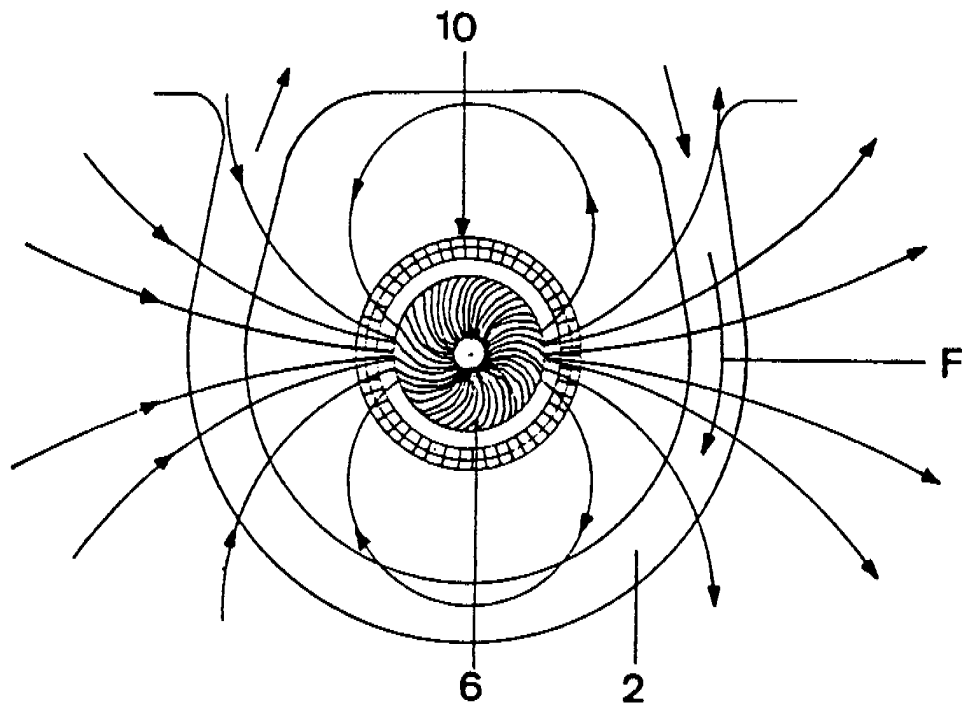


Fig.4

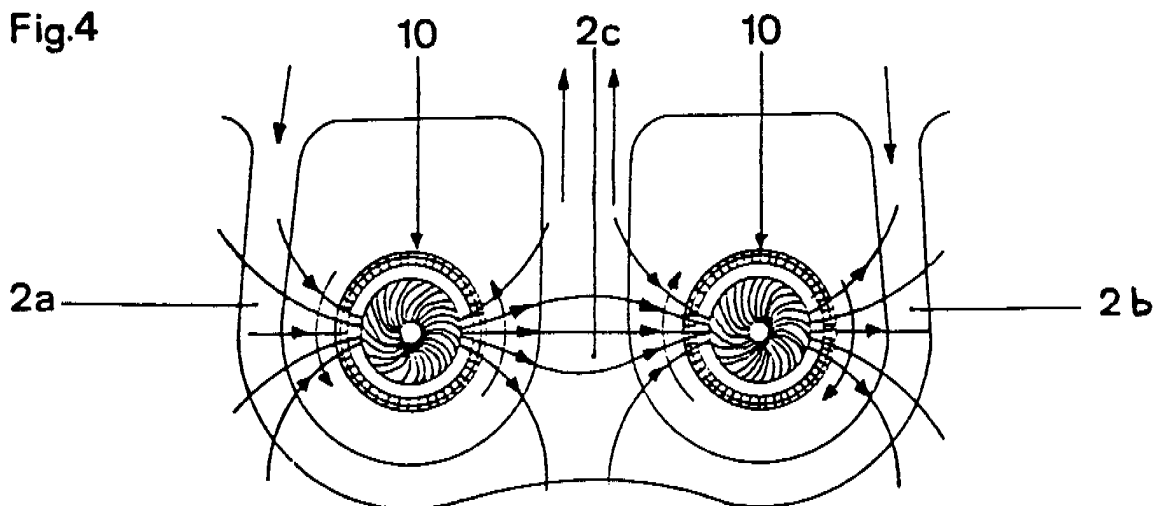


Fig.5

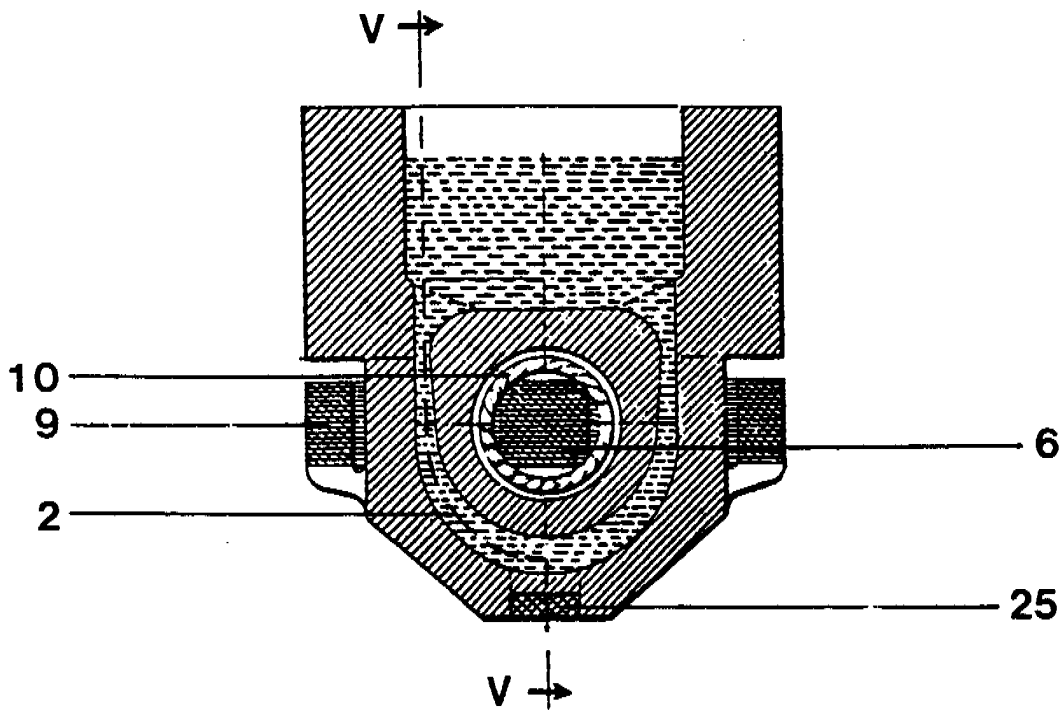
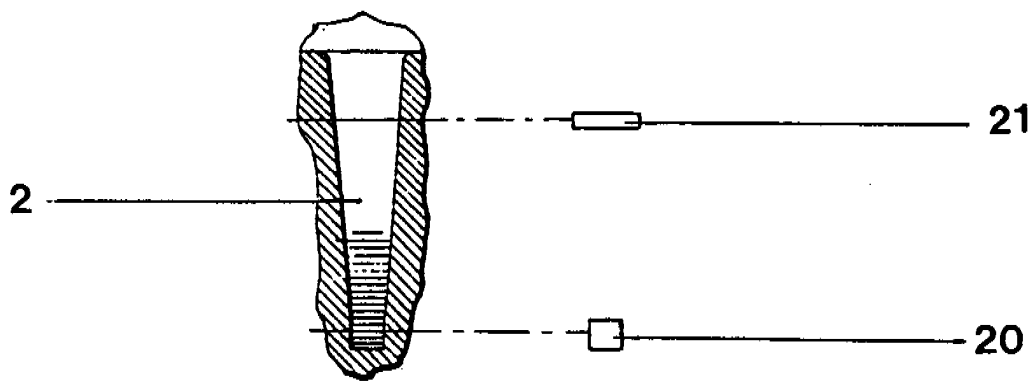


Fig.5a

Fig.5b



Die Prüfung der Anmeldung hat ergeben, daß sie aus den nachstehend angeführten Gründen nicht den Erfordernissen des Europäischen Patentübereinkommens genügt.

Falls Sie trotzdem Ihre Anmeldung weiterverfolgen wollen, bitten wir Sie, Ihre Bemerkungen zusammen mit etwaigen Änderungen einzureichen.

1. Dokument II offenbart einen Induktionsofen, der gemäß Fig. 1 einen Schmelzbehälter und Kanäle 8, 9 besitzt, die an beiden Enden mit dem Schmelzbehälter verbunden sind. Die Wicklung 10, 11 einer Induktionsheizung erzeugt einen Magnetfluß, der die beiden Kanäle durchdringt und dabei das in den Kanälen befindliche Metall durch magnetische Induktion erwärmt. Die Kanäle 8, 9 wie auch die Wicklungen 10, 11 befinden sich unterhalb des Schmelzbehälters.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist daher nicht neu, Artikel 52 (1) und 54 EPÜ.

2. Dokument II offenbart zwei einzelne Schleifen 8, 9, die unterhalb des Schmelzbehälters liegen, und Transformatorkerne 12, 13, auf denen jeweils die Induktionswicklungen 10 und 11 angeordnet sind.

Der Gegenstand der Ansprüche 2 und 3 ist daher nicht neu.

3. Die Verwendung von zwei Schleifen mit einem gemeinsamen Kanal ist an sich aus Dokument I bekannt. Für einen Fachmann ist es naheliegend, daß er die Schleifenanordnung aus Dokument I auch bei dem Ofen gemäß Dokument II verwenden kann.

Daher beruht der Gegenstand des Anspruchs 4 nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit, Artikel 52 (1) und 56 EPÜ.

4. Die Erzeugung elektrischer Drehfelder, mit denen ein Bauteil in Drehung versetzt wird, ist von Elektromotoren her allgemein bekannt. In der Regel werden die Wicklungen für Induktionsöfen von den Herstellern von Elektromotoren gebaut, so daß ein Fachmann weiß, daß er durch ein Drehfeld nach Anspruch 5 eine Rotationsbewegung des geschmolzenen Metalls im Kanal erzeugen könnte.

Der Gegenstand des Anspruchs 5 beruht daher nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

5. Nach Dokument II erweitert sich jede Schleife, d.h. ihr Querschnitt ist entlang ihrer Länge unterschiedlich.

Der Gegenstand des Anspruchs 6 ist daher nicht neu.

6. Die Vorgabe eines Flusses in nur einer Richtung ist in Dokument I implizit enthalten, da der mittlere Kanal 9 dieselbe Querschnittsfläche hat wie jeder der beiden seitlichen Kanäle 8, 10, aber das doppelte Durchflußvolumen bewältigen muß. Ob diese Vorgabe eines Flusses in nur einer Richtung durch eine stufenweise Änderung des Querschnitts wie in Dokument I oder durch eine lineare Änderung wie in den Ansprüchen 7 und 8 erfüllt wird, ist dabei trivial. Außerdem ist bezüglich des Anspruchs 8 aus Dokument I ersichtlich, daß der Querschnitt in einem Teil der Schleife (Kanäle 8, 9, 10) quadratisch und im anderen (unterer Kanal 21) länglich ist.

Der Gegenstand der Ansprüche 7 und 8 beruht daher nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

7. Die Verwendung von Ablaßstopfen ist an sich bereits aus Dokument I bekannt (siehe Fig. 2). Für einen Fachmann ist es naheliegend, daß er solche Stopfen in einem aus Dokument II bekannten Ofen verwenden kann.

Daher beruht auch der Gegenstand des Anspruchs 9 nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit.

8. Der Gegenstand des Anspruchs 10 beruht nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit. Für einen Fachmann ist es naheliegend, daß er den Verzinkungssofen aus Dokument I entsprechend der Lehre aus Dokument II abändern kann.
9. Nach Ansicht der Prüfungsabteilung enthält die Anmeldung in ihrer Gesamtheit keinen Gegenstand, für den die Erteilung eines Patents in Betracht käme.

Falls Sie jedoch trotz der oben genannten Einwände neue Ansprüche einreichen möchten, so sollte der unabhängige Anspruch bzw. die unabhängigen Ansprüche gegenüber dem nächstkommenden Stand der Technik genau abgegrenzt sein (Regel 29 (1) EPÜ).

Gegebenenfalls ist die Beschreibung entsprechend den Erfordernissen der Regel 27 EPÜ anzupassen.

TEXT DES DOKUMENTS I (Stand der Technik)

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 ein Metallbeschichtungsbad im Schnitt und

5 Fig. 2 den Schnitt II-II aus Fig. 1.

Das Bad 1 besteht aus einem Stahlgehäuse 2 mit feuerfester Auskleidung 3, das den Schmelzbehälter 12 umgibt; in der Seitenwand 7 ist eine geneigte Öffnung bzw. ein geneigter Durchlaß 5 vorgesehen, der zum oberen Teil des Bades hin breiter wird.

Eine zweispulige Induktionseinheit 11 ist so an der Wand 7 befestigt, daß die Neigung der Schmelzkanäle 8, 9, 10 an die der Wandöffnung bzw. des Durchlasses 5 angeglichen ist und der Metallfluß nur den oberen Teil des Bades erreicht. Die feuerfeste Auskleidung 3 des Bades besitzt dort einen Ansatz 6 für die Befestigung der Induktionsvorrichtung.

20 Diese auswechselbare Induktionseinheit besteht aus einem feuerfesten Block 13, der von einem Stahlmantel 14 umgeben ist. Die Vorrichtung enthält zwei Kupferspulen 15 auf einander gegenüberliegenden Seiten eines Eisenkerns 16, der einen geschlossenen Magnetkreis bildet. Der von den Spulen erzeugte Magnetfluß durchsetzt die Schleife der Schmelze, die aus einem unteren Kanalboden 21 und den drei Schmelzkanälen 8, 9, 10 besteht, die an ihren unteren Enden mit dem unteren Kanal und an ihren oberen Enden mit dem Durchlaß 5 verbunden sind. Der Kanal 21 ist durch feuerfeste Stopfen 17 verschlossen (siehe 30 Abbildung 2).

Die Schmelzkanäle 8, 9, 10 der Induktionseinheit sind wie oben beschrieben geneigt und verlaufen in derselben Richtung wie der

Durchlaß 5. Die Neigung der Kanäle ermöglicht eine Konvektionsströmung des heißen geschmolzenen Metalls von der Induktionseinheit zum Schmelzbehälter und das Zurückfließen kälteren Metalls in der umgekehrten Richtung.

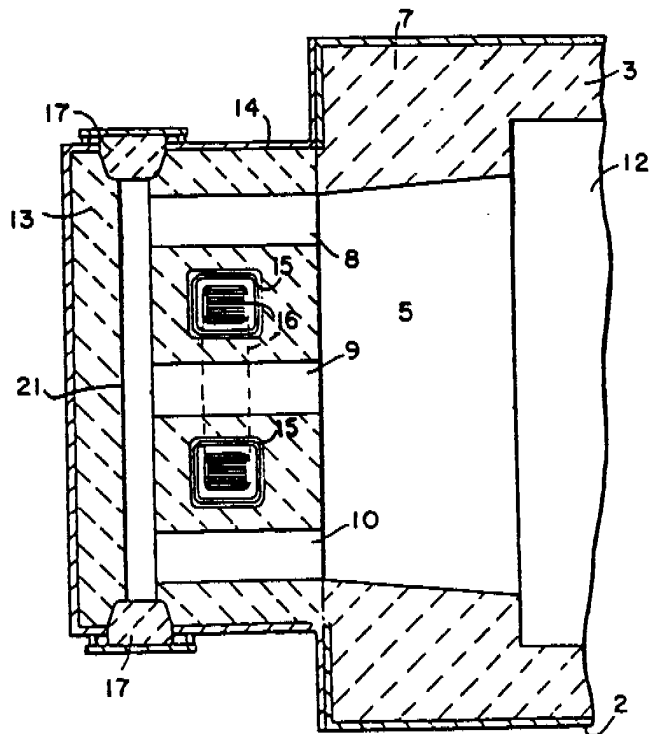
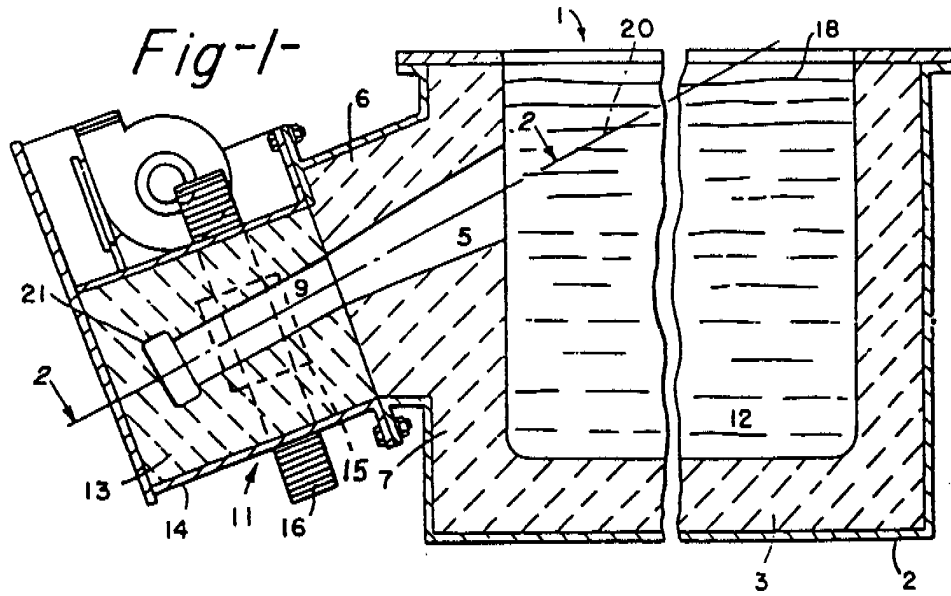
5

Das Metall - z. B. Zink oder jedes andere Metall, dessen Verunreinigungen sich absetzen - wird in der Induktionseinheit kontinuierlich erwärmt und gelangt in den oberen Teil des Bades; der untere Bereich bleibt daher ungestört. Das im oberen Bereich des Bades enthaltene Metall wird von Verschmutzungen freigehalten; Schlacke, Metalloxide und andere Verunreinigungen können sich ungehindert am Boden des Bades absetzen. Da die Mittelachsen 20 der geneigten Kanäle sich bis zum offenen oberen Ende des Ofens hin erstrecken und im unteren Kanal 21 feuerfeste Stopfen 17 vorhanden sind, kann das Metall aus den Schmelzkanälen der Induktionseinheit abgelassen werden, die gut zugänglich und mit Reinigungswerkzeugen leicht zu säubern sind.

Für den Betrieb des Bades wird die Auskleidung 3 auf geeignete Weise vorgewärmt. Der Schmelzbehälter 12 wird so lange mit geschmolzenem Metall gefüllt, bis das Metall in die Schmelzschleife der Induktionseinheit überläuft und diese füllt; der Strom wird allmählich gesteigert, bis die volle Leistung erreicht ist, und der Schmelzbehälter wird bis zur Höhe 18 gefüllt. In der Schmelzschleife wird das Metall kontinuierlich erwärmt und zirkuliert von dort aus in den oberen Arbeitsbereich des Bades. Frisches Metall kann nach Bedarf in den Schmelzbehälter 12 eingefüllt werden. Die zur Beschichtung vorgesehenen Gegenstände werden auf herkömmliche Weise von oben eingetaucht.

30

Die Induktionseinheit 11 ist abnehmbar und kann bei Bedarf mühelos ausgewechselt werden. Da der Ofen innerhalb eines genau regelbaren engen Temperaturbereichs betrieben werden kann, ist der Verschleiß stark verringert.



*Fig-2-*

## TEXT DES DOKUMENTS II (Stand der Technik)

Meine Erfindung bezieht sich auf Verbesserungen an Metallschmelzöfen und verbindet dabei die günstigen Merkmale von Induktions- und Lichtbogenelektroöfen.

5 Bevor ein Induktionsofen in Betrieb genommen werden kann, muß der Ofenraum zuerst mit geschmolzenem Metall gefüllt werden, das nach derzeitiger Praxis in einem Brennstoffofen oder einem sonstigen Ofen geschmolzen wurde. Aufgrund meiner Erfindung ist es nicht mehr notwendig, Metall außerhalb des Ofens zu schmelzen, weil  
10 durch eine oder mehrere in den Ofenraum eingeführte Elektroden Lichtbögen erzeugt werden, mit deren Hilfe das zur Erstbeschickung der Induktionsschleifen erforderliche Metall geschmolzen werden kann; danach wird die Temperatur im Ofen mit Hilfe der Induktionsheizung aufrechterhalten; dafür wäre  
15 allerdings auch eine kombinierte Induktions- und Lichtbogenheizung geeignet.

Der Ofen ist so ausgelegt, daß ein breites Spektrum von Metallen darin geschmolzen werden kann. So kann er z. B. zur Herstellung  
20 von hochlegiertem Stahl verwendet werden; dabei werden die Lichtbogenelektroden entfernt, nachdem das zu Anfang benötigte Metall geschmolzen ist, und den Induktionswicklungen wird eine hohe Leistung zugeführt, um im geschmolzenen Metall den sogenannten "Pincheffekt" zu erzeugen. Die sich daraus ergebende  
25 starke Fließbewegung trägt zur Auflösung der Legierungsbestandteile bei. Bei anderen Metallen und anderen Anwendungen ist eine starke Fließbewegung möglicherweise weniger erwünscht, so daß den Induktionswicklungen eine niedrigere Leistung zugeführt wird.

30

Zeichnungen:

Fig. 1 zeigt im vertikalen Schnitt einen Ofen als eine besondere Ausführungsform meiner Erfindung, und

Fig. 2 ist ein Schnitt II-II aus Abbildung 1.

Der hier dargestellte Ofen besteht unter anderem aus einer Abdeckung 1, den Seitenwänden 2 und dem Boden 3 aus geeignetem feuerfestem Material. Der Boden 3 besitzt zwei Ausbuchtungen 4 und 5, die, wie dargestellt, in einem Winkel vom Boden nach unten wegführen. Diese Ausbuchtungen sind mit Öffnungen 6 bzw. 7 versehen, so daß sie zwei Schleifen bilden. In diesen Schleifen sind Kanäle 8 bzw. 9 gebildet, die am unteren Ende der Schleife jeweils die Form eines Kreisbogens annehmen und sich nach oben zum eigentlichen Ofenraum hin allmählich erweitern. Der Querschnitt dieser Kanäle ist - wie in Fig. 2 dargestellt - oval. Durch die Öffnungen 6 und 7 führen Heizspulen 10 und 11, die auf Kerne 12 und 13 mit aus Blechpaketen bestehenden Jochen 14 und 15 gewickelt sind.

Senkrecht durch die Abdeckung des Ofens verlaufen drei Lichtbogenelektroden 16, 17, 18, die mit einer geeigneten Wechselstromquelle verbunden sind, die durch die Transformatorwicklung 19 angedeutet wird. Natürlich können diese Elektroden auf jede bekannte Weise gehalten und in vertikaler Richtung bewegt werden.

Die Heizspulen 10 und 11 werden durch zwei Transformatoren 20 und 21 erregt. Dabei bewirkt das Magnetfeld vermutlich zusätzlich zum Induktionsheizeffekt eine magnetische Abstoßung in radialer Richtung von den Induktionskernen aus, so daß die äußeren Schichten des Metalls in den Induktionsschleifen nach oben und außen gedrückt und durch Metall ersetzt werden, das an den Innenseiten der Schleifen nach unten fließt. Wenn den Wicklungen eine hohe Leistung zugeführt wird, ermöglicht dieser Bewegungseffekt ein rasches Zirkulieren des Metalls. Je näher sich die die Schleifen bildenden Kanäle 8 und 9 zum Hauptraum des Ofens hin erstrecken, um so breiter werden sie.

Das feuerfeste Material der Induktionsschleifen ist an den Außenseiten noch durch ein Metallgehäuse 22 verstärkt.

