

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer : **0 192 991
B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift :
13.12.89

(51)

Int. Cl.⁴ : **F 27 B 3/19, F 27 D 3/15,
B 22 D 41/08**

(21)

Anmeldenummer : 86101263.1

(22)

Anmeldetag : 31.01.86

(54)

Metallurgischer Schmelzofen.

(30)

Priorität : 26.02.85 CH 863/85

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung :
03.09.86 Patentblatt 86/36

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenter-
teilung : 13.12.89 Patentblatt 89/50

(84)

Benannte Vertragsstaaten :
AT CH DE FR IT LI SE

(56)

Entgegenhaltungen :
DE-A- 3 327 671
DE-B- 1 049 547
GB-A- 2 069 672
LU-A- 84 617

Die Akte enthält technische Angaben, die nach dem
Eingang der Anmeldung eingereicht wurden und die
nicht in dieser Patentschrift enthalten sind.

(73)

Patentinhaber : BBC Brown Boveri AG
Haselstrasse
CH-5401 Baden (CH)

(72)

Erfinder : Bühler, Karl
Oberdorfstrasse 28
CH-5415 Nussbaumen (CH)

EP 0 192 991 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 bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben eines metallurgischen Schmelzofens nach dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1 sowie auf einen metallurgischen Schmelzofen zur Durchführung des Verfahrens.

Zum weitgehend schlackenfreien Abstechen von metallurgischen Ofen und Gefässen z.B. Tundish, beim Stranggiessen sind Bodenabstiche und unter Badniveau liegende Ausgussöffnungen Stand der Technik (vgl. « Stahl u. Eisen » 104 (1984) Nr. 1 v. 9. Januar 1984, S. 27-30).

Bei dieser Technologie besteht das Problem, dass sich die Bildung eines Ausflusswirbels (Badewanneneffekt) nur schwer vermeiden lässt. Dieser tritt besonders gegen das Ende des Abgiessens auf, wenn der Abstand des Badniveaus zur Ausflussöffnung geringer wird. Die Hauptnachteile eines Wirbels sind:

Einziehen der Schlacke von der Badoberfläche in den Ausguss.

Hemmung des Ausfliessens und damit Verlängerung der Abstichzeit.

Beim Bekannten wird dieser « Badewanneneffekt » durch starkes Kippen des Ofens gegen Ende des Abstechens vermieden, was insbesondere bei Lichtbogenöfen die Konstruktion erheblich verteuert. Trotzdem muss das Abstechen vorzeitig abgebrochen bzw. ein erheblicher Teil der Schmelze (bis 20 %) im Ofen gelassen werden, wenn keine Schlacke austreten darf.

Gegenstand der DE-B-1 049 547 ist eine Vorrichtung zum elektrisch gesteuerten Vergiessen von Metallen aus Behältern mit einem Bodenauslauf. Zu diesem Zweck ist am Auslauf des Behälters mindestens eine Wechselstromspule angeordnet, die mit Drehstrom gespeist ist und in der auslaufenden Schmelze ein von unten nach oben fortschreitendes Wanderfeld erzeugt, so dass in der Stahlsäule eine aufwärts gerichtete Kraftkomponente entsteht, die je nach der Feldstärke die Abwärtsbewegung des flüssigen Stahls bremsen oder aufheben kann. Das Verhindern von Ausflusswirbeln im Ofengefäss ist auf diese Weise nicht möglich und auch gar nicht beabsichtigt.

Aus dem Dokument LU-A-84 617 ist es generell bekannt, in einer Auslauf- oder Spritzdüse Auslaufwirbel dadurch zu vermeiden, dass der Düsenquerschnitt von einem magnetischen Wechselfeld mit bestimmter Frequenz und Drehsinn durchsetzt wird, um im Düsenbereich der Vortex-Bildung entgegenzuwirken.

Zusätzlich ist in diesem Dokument vorgesehen, in den Gefässboden eine Induktionsspule einzubetten, die von einem Wechselstrom gespeist wird. Der Drehsinn des auf diese Weise im Bereich des Auslaufs auf die Schmelze einwirkenden Wechselfeldes ist so gewählt, dass es dem Drehsinn des Auslaufwirbels entgegengesetzt wirkt. In diesem Dokument wird jedoch davon ausgegangen, dass der Drehsinn je nach Einsatzort des Gefässes auf der Nord- oder Südhalbkugel der Erde festliegt.

Die allgemeine Lebenserfahrung zeigt jedoch, dass der landläufig mit « Badewanneneffekt » bezeichnete Wirbel, den man beim Entleeren einer Badewanne beobachten kann, durch kleinste Störungen verursacht einmal in der einen oder anderen Richtung dreht. Es genügt demgemäss nicht, ein Drehfeld mit festem Drehsinn anzulegen.

Ausgehend vom Bekannten liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines metallurgischen Schmelzofens anzugeben, daß die Bildung von Ausflusswirbeln weitgehend verhindert, technisch einfach zu realisieren ist und bei allen Ofengefässformen und insbesondere auch durch nachträglichen Anbau der entsprechenden Vorrichtung anwendbar ist.

Diese Aufgabe wird durch das in den Patentansprüchen 1 und 2 gekennzeichnete Verfahren gelöst.

Der erfindungsgemässe metallurgische Schmelzofen zur Durchführung des Verfahrens ist erfindungsgemäss dadurch gekennzeichnet, dass ausserhalb des Ofengefässes ein Magnet angeordnet ist, dessen Feldlinien die Schmelze im Bereich oberhalb der Abstichöffnung durchsetzen.

Das erfindungsgemässe Verfahren führt zu einer weitgehend schlackenfreien Schmelze. Der Temperaturverlust ist geringer, was sich unmittelbar auf die Qualität und Wirtschaftlichkeit des metallurgischen Prozesses auswirkt.

Als praktisch einfachstes Verfahren wird der Einsatz eines zeitlich während dem Abgiessvorgang etwa konstanten Magnetfeldes vorgeschlagen.

Eine Verbesserung der Wirkung bei praktisch gleicher Grösse des Aufwandes besteht darin, das Magnetfeld während dem Abgiessvorgang den Erfordernissen zur Minderung der Wirbelintensität anzupassen. Dies wird beispielsweise dadurch erreicht, dass das quasistationäre Magnetfeld am Anfang des Abgiessvorganges, wenn der Abstand Schmelzenoberfläche — Ausflussöffnung noch gross ist, relativ schwach ist und sukzessive verstärkt wird, wenn sich der Abstand zur Schmelzenoberfläche vermindert.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, einen rotierenden Elektromagneten auf die Schmelze einwirken zu lassen, wobei der Drehsinn so gesteuert wird, dass er dem Drehsinn eines bestehenden oder im Entstehen begriffenen Wirbels entgegengesetzt ist. Vorteilhafterweise wird dabei auch die Rotationsgeschwindigkeit des Magneten der Intensität der Wirbelbewegung derart angepasst, dass bei hoher Rotationsgeschwindigkeit des Wirbels eine ebensolche des Drehfeldes besteht.

Die erfindungsgemässe Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens besteht in der Anordnung mindestens eines Magneten vorzugsweise Elektromagneten, dessen Magnetfeld die Schmelze mindestens im Bereich der Ausflussöffnung vor-

zugsweise im Bereich über der Ausflussöffnung bis zur Schmelzenoberfläche durchsetzt.

Beim elektrisch, vorzugsweise mit Gleichstrom erregten Magneten kann die Stärke des Magnetfeldes durch Steuern der Stromstärke den Erfordernissen angepasst werden.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 einen Schnitt durch einen metallurgischen Schmelzofen mit einer Abstichöffnung in einem erkerartig ausgebildeten Teil des Ofengefäßes und einem seitlich angeordneten Elektromagneten,

Fig. 2 eine Draufsicht auf den Schmelzofen nach Fig. 1,

Fig. 3 einen Schnitt durch einen metallurgischen Schmelzofen mit einer zentralen Abstichöffnung im Gefäßboden und mit einem oberhalb des Ofengefäßes angeordneten um die Vertikalachse drehbar angeordneten Elektromagneten,

Fig. 4 einen Schnitt durch einen metallurgischen Schmelzofen mit einer zentralen Abstichöffnung im Gefäßboden und einer Magnetanordnung unterhalb des Ofengefäßes, die nicht zur Erfindung zu zählen ist,

Fig. 5 eine Draufsicht auf die Magnetanordnung nach Fig. 4,

Fig. 6 eine Weiterbildung des Schmelzofens nach Fig. 4 mit Mitteln zur Detektion des Drehsinns des Ausflusswirbels.

Der metallurgische Schmelzofen nach Fig. 1 bzw. 2 weist grundsätzlich den gleichen Aufbau wie der in der eingangs zitierten Zeitschrift « Stahl u. Eisen » a.a.O. Er umfasst ein Ofengefäß 1 mit einem äusseren, vorzugsweise unmagnetischen Metallmantel 2 und einer feuerfesten Zustellung 3. Im Boden eines erkerartig ausgebildeten Teils des Ofengefäßes 1 ist eine mittels einer Klappe 4 verschliessbare Abstichöffnung 5 vorgesehen, deren Aufbau z. B. demjenigen nach Bild 4 der Literaturstelle « Stahl u. Eisen » a.a.O., Seite 28, entspricht.

Ein aus einer Spule 6 und einem Joch bestehender Elektromagnet 8 ist seitlich am Ofengefäß 1 im Bereich der Abstichöffnung 5 angebracht, derart, dass die Abstichöffnung 5 zwischen den beiden Schenkeln 7a und 7b des Jochs 7 gelegen ist und die Feldlinien 10 des Elektromagneten 8 die Schmelze 9 im wesentlichen im Bereich der Abstichöffnung 5 bis zum Badspiegel 11 und parallel zu diesem durchsetzen. Die Spule 6 ist an eine Gleichstromquelle 12 angeschlossen, deren Ausgangsstrom einstellbar ist.

Beim Abgiessen des Ofens bilden sich insbesondere gegen Ende Ausflusswirbel aus, wenn der Abstand des Badspiegels 11 zur Ausflussöffnung geringer wird. Das die Schmelze durchsetzende Magnetfeld hat die Wirkung, dass in der bewegendenden Schmelze (Metall) Wirbelströme induziert werden welche die Bewegung hemmen.

Eine Verbesserung der Wirkung bei praktisch gleichem Aufwand lässt sich erzielen, wenn das

Magnetfeld während des Abgiessvorganges den Erfordernissen der Wirbelintensität angepasst wird. Dies lässt sich z. B. dadurch erreichen, wenn das Magnetfeld zu Beginn des Abgiessens, wenn der Abstand zwischen Schmelzenoberfläche 11 und Ausflussöffnung 5 noch gross ist, relativ schwach ist und sukzessive verstärkt wird, wenn sich der Abstand zur Schmelzenoberfläche 11 vermindert.

Die Ausführungsform nach Fig. 3 unterscheidet sich von derjenigen nach Fig. 1 bzw. 2 durch die Anordnung der Magnetanordnung oberhalb des hier kreisrunden Ofengefäßes 1 mit zentraler Abstichöffnung 5. An einer Traganordnung 13 ist der Elektromagnet 8 drehbar gelagert und mit einem in seiner Drehzahl und Drehrichtung einstellbaren Antriebsmotor 14 gekuppelt. Das Joch 7 weist zwei senkrecht zur Spulenachse liegende Schenkel 7a, 7b auf die dicht oberhalb des Badspiegels 11 enden.

Die Stromversorgung der Spule kann in bekannter Weise über Schleifringe und Bürsten (beide nicht dargestellt) erfolgen.

Bei Erregung des Elektromagneten und stillstehendem Motor 14 durchsetzen die Feldlinien 10 des Magneten die Schmelze im Bereich der Abstichöffnung 5 mehrheitlich parallel zum Badspiegel und wirken auf die beim Abgiessen entstehenden Abflusswirbel in der gleichen Weise wie es im Zusammenhang mit Fig. 1 bzw. 2 beschrieben wurde.

Diese Wirkung lässt sich durch Rotieren des Elektromagneten 8 entgegen dem Drehsinn des Abflusswirbels verstärken. Die Einstellung der Drehrichtung und Drehzahl erfolgt dabei im einfachsten Fall aufgrund visueller Beobachtung der Schmelze von Hand, kann jedoch, was später erläutert wird, auch selbsttätig erfolgen.

Anstelle einer drehbaren Magnetanordnung kann auch ein stationäres mehrphasiges Magnet-system vorgesehen werden. Dies ist anhand der Figuren 4 und 5 veranschaulicht. Ein kreisringförmiges Joch 7' umgibt die Abstichöffnung 5 und ist mit einer dreiphasigen Wicklung 6' in der Art der Statorwicklung einer Asynchronmaschine versehen.

Bei Erregung der Wicklung bildet sich in der Schmelze 9 ein Drehfeld aus, das wenn es den zum Drehsinn des Ausflusswirbels umgekehrten Drehsinn aufweist, der Wirbelbildung entgegenwirkt.

Die Speisung der Dreiphasen-Wicklung 6' erfolgt vorzugsweise über einen bekannten Stromrichter 15, dessen Ausgangsstrom hinsichtlich Frequenz und Amplitude einstellbar ist.

In Fig. 6 ist eine Weiterbildung der Ausführungsform nach Fig. 4 bzw. 5 dargestellt, bei der auf dem Joch 7 neben der dreiphasigen Wicklung 6' eine Detektionswicklung 16 angeordnet ist. Die Detektionswicklung 16 ist an eine Auswerte- und Steuerschaltung 17 angeschlossen.

Die Wirkungsweise der Anordnung nach Fig. 6 geht aus folgendem hervor:

Nach Öffnen der Klappe 4 wird die dreiphasige Wicklung über den Stromrichter mit Gleichstrom

gespeist. Infolge des konstanten Magnetfeldes in der Schmelze werden bei sich drehender Schmelze (Wirbel) in der Detektionswicklung 16 Spannungen induziert die ein Mass für Drehsinn und Rotationsgeschwindigkeit der Abflusswirbel in der Schmelze 9 darstellen. Diese werden in der Auswerte- und Steuereinrichtung 17 gespeichert und nach Abschluss des Messintervalls im darauffolgenden Arbeitsintervall dem steuerbaren Stromrichter 15 zugeführt. Nach wenigen Sekunden, typisch 1 ... 10 sec, wird wieder die Rotationsgeschwindigkeit und der Drehsinn des Abflusswirbels gemessen und das Drehfeld gesteuert.

Als Detektionswicklung kann auch die Wicklung 6' selbst verwendet werden, wobei Vorkehrungen getroffen werden müssen, damit die Auswerte- und Steuerschaltung 17 während des Arbeitsintervalls vom Stromrichterausgang entkoppelt sind, was im einfachsten Fall durch Umschalter realisiert werden kann.

Es versteht sich von selbst, dass die Magnetanordnung nach den Fig. 4 bis 6 auch für eine Konstellation gemäss Fig. 3 verwendet werden kann; zu diesem Zweck wäre das kreisringförmige Joch 7' samt dreiphasiger Wicklung 6' zu der Traganordnung 13 anzubringen.

Ferner besteht die Möglichkeit, bei den Varianten gemäss Fig. 3 bis 6 dem Drehfeld ein quasistationäres Magnetfeld zu überlagern.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines metallurgischen Schmelzofens, dessen Ofengefäss mit mindestens einer Abstichöffnung versehen ist und mittels eines elektrischen Feldes, das auf die Schmelze einwirkt, der Wirbelbewegung der Schmelze im Bereich der Abstichöffnung entgegenwirkt, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelze im genannten Bereich von einem zeitlich konstanten bzw. quasistationären Magnetfeld durchsetzt wird, das von einem ausserhalb des Ofengefässes angeordneten Elektromagneten erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem zeitlich konstanten bzw. quasistationären Magnetfeld ein Drehfeld überlagert wird, dessen Drehsinn dem Drehsinn des Wirbels entgegen gerichtet ist.

3. Metallurgischer Schmelzofen zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ausserhalb des Ofengefässes (1) ein Magnet (8) angeordnet ist, dessen Feldlinien die Schmelze (9) im Bereich oberhalb der Abstichöffnung (5) durchsetzen.

4. Metallurgischer Schmelzofen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Ofengefäss mit einer Abstichöffnung im Boden eines erkerartig ausgebildeten Teil der Elektromagnet ein Joch (7) aufweist, das den erkerartig ausgebildeten Teil zumindest teilweise umschliesst.

5. Metallurgischer Schmelzofen nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Ofengefäss mit annähernd kreisrundem Querschnitt

und einer zentralen Abstichöffnung (5) im Gefässboden der Elektromagnet an einer Traganordnung (13) oberhalb der Schmelze (9) oder als selbständige Baueinheit unterhalb des Ofengefässes (1) angeordnet ist.

6. Metallurgischer Ofen nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Magnet (8) relativ zum Ofengefäss (1) drehbar gelagert ist und mit einer Antriebsvorrichtung (14) gekuppelt ist.

7. Metallurgischer Ofen nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Elektromagnet (8) eine dreiphasige Wicklung (6') aufweist, die über einen Stromrichter (15) sowohl mit Gleichstrom als auch mit Gleichstrom und einem diesem überlagerten Wechselstrom gespeist ist.

8. Metallurgischer Ofen nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel (16) zur Detektion von Drehsinn und/oder Winkelgeschwindigkeit des Ausflusswirbels vorgesehen sind, welche Intensität und/oder Drehsinn des die Schmelze durchsetzenden Magnetfeldes steuern.

Claims

1. Method of operating a metallurgical melting furnace whose furnace vessel is provided with at least one tapping opening and counteracts the vortex formation in the melt in the area of the tapping opening by means of an electric field which acts on the melt, characterized in that a magnetic field which is constant in time or quasi-stationary and is produced by an electromagnet arranged outside the furnace vessel passes through the melt in the said area.

2. Method according to Claim 1, characterized in that a rotary field whose direction of rotation is opposed to the direction of rotation of the vortex is superimposed on the magnetic field which is constant in time or quasi-stationary.

3. Metallurgical melting furnace for performing the method according to Claim 1, characterized in that a magnet (8) whose lines of flux pass through the melt (9) in the area above the tapping opening (5) is arranged outside the furnace vessel (1).

4. Metallurgical melting furnace according to Claim 3, characterized in that, in a furnace vessel having a tapping opening in the bottom of a part of alcove-like configuration, the electromagnet has a yoke (7) which at least partly encloses the part of alcove-like configuration.

5. Metallurgical melting furnace according to Claim 3, characterized in that, in a furnace vessel having an approximately circular cross-section and a central tapping opening (5) in the vessel bottom, the electromagnet is arranged on a supporting arrangement (13) above the melt (9) or as an independent construction unit below the furnace vessel (1).

6. Metallurgical furnace according to Claim 5, characterized in that the magnet (8) is mounted so as to be rotatable relative to the furnace vessel (1) and is coupled to a drive device (14).

7. Metallurgical furnace according to Claim 4

or 5, characterized in that the electromagnet (8) has a three-phase winding (6') which, via a power converter (15), is fed both with direct current and also with direct current and an alternating current superimposed on this direct current.

8. Metallurgical furnace according to Claim 7, characterized in that means (16) are provided for detecting the direction of rotation and/or angular velocity of the discharge vortex, which means (16) control the intensity and/or direction of rotation of the magnetic field passing through the melt.

Revendications

1. Procédé de conduite d'un four de fusion métallurgique dont la cuve est pourvue d'au moins un trou de coulée et qui, au moyen d'un champ électrique agissant sur la matière en fusion, contrarie le mouvement tourbillonnaire de la matière en fusion dans la zone du trou de coulée, caractérisé en ce que la matière en fusion est traversée, dans ladite zone, par un champ magnétique constant dans le temps ou quasi stationnaire qui est produit par un électroaimant installé à l'extérieur de la cuve du four.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'au champ magnétique constant dans le temps ou quasi stationnaire est superposé un champ tournant, dont le sens de rotation est opposé au sens de rotation du tourbillon.

3. Four de fusion métallurgique pour l'exécution du procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'à l'extérieur de la cuve du four (1) est installé un aimant (8) dont les lignes de champ traversent la matière en fusion (9) dans la zone

située au-dessus du trou de coulée (5).

4. Four de fusion métallurgique suivant la revendication 3, caractérisé en ce que, dans le cas d'une cuve de four présentant un trou de coulée dans le fond d'une partie en encorbellement, l'électroaimant présente une culasse (7) qui entoure au moins partiellement la partie en encorbellement.

5. Four de fusion métallurgique suivant la revendication 3, caractérisé en ce que, dans le cas d'une cuve de four de section approximativement circulaire présentant un trou de coulée (5) central dans son fond, l'électroaimant est monté sur un dispositif de support (13) au-dessus de la matière en fusion (9) ou est installé en dessous de la cuve (1) du four, à titre d'ensemble.

6. Four de fusion métallurgique suivant la revendication 5, caractérisé en ce que l'aimant (8) est monté à rotation par rapport à la cuve (1) du four et est couplé à un dispositif d'entraînement (14).

7. Four de fusion métallurgique suivant la revendication 4 ou 5, caractérisé en ce que l'électroaimant (8) comporte un bobinage triphasé (6') qui est alimenté, par l'intermédiaire d'un redresseur (15), à la fois de courant continu et de courant continu avec un courant alternatif superposé.

8. Four de fusion métallurgique suivant la revendication 7, caractérisé en ce que des moyens (16) pour la détection du sens de rotation et/ou de la vitesse angulaire du tourbillon de sortie sont prévus, ces moyens régissant l'intensité et/ou le sens de rotation du champ magnétique traversant la matière en fusion.

40

45

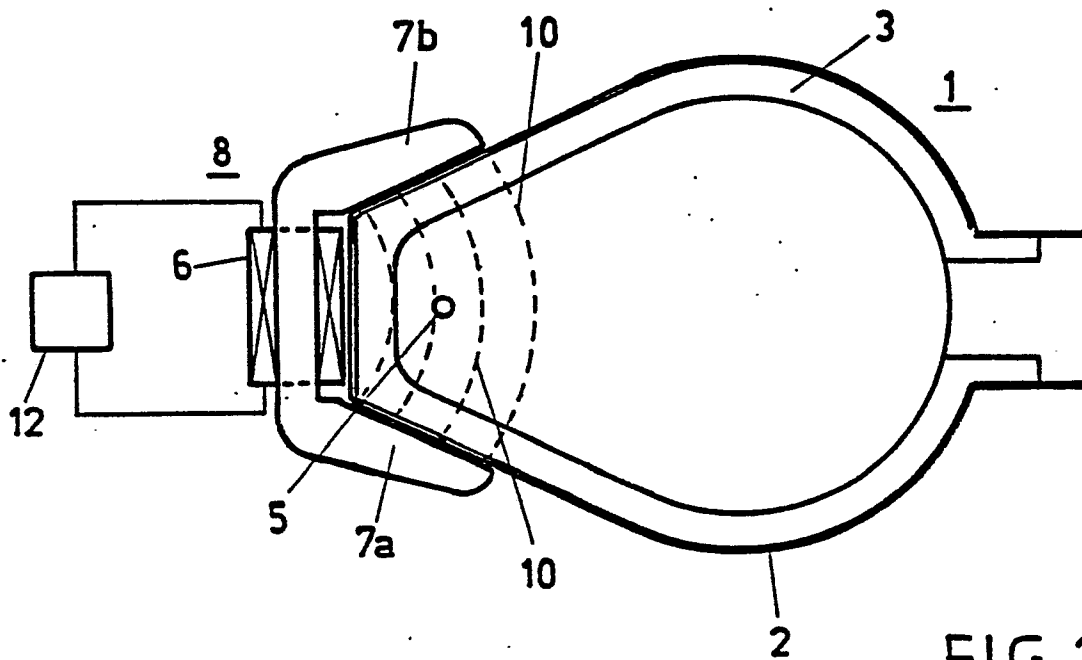
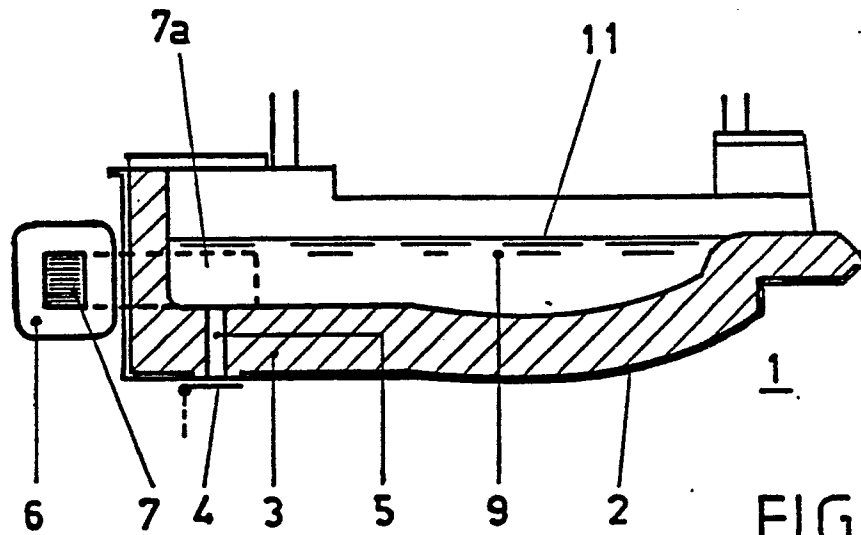
50

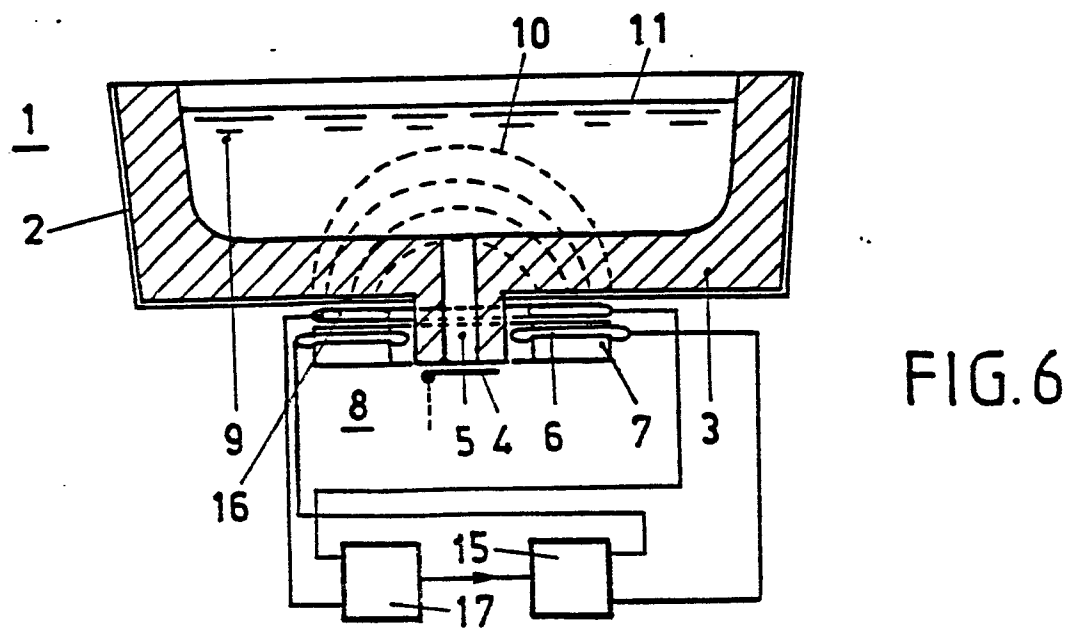
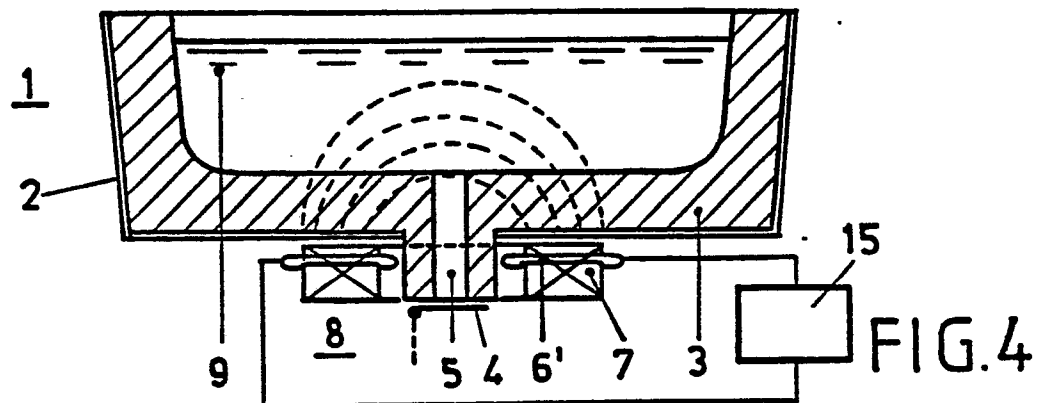
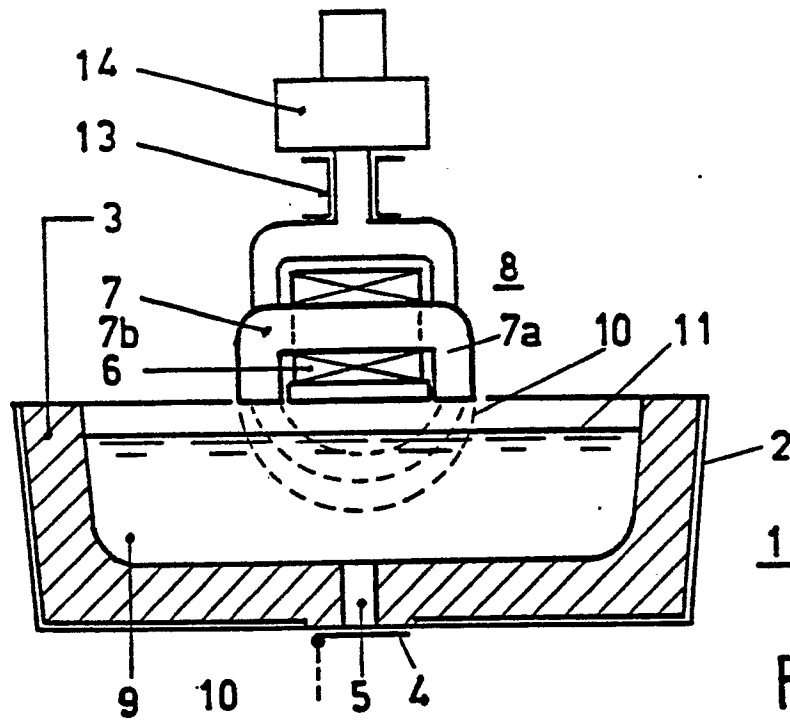
55

60

65

5





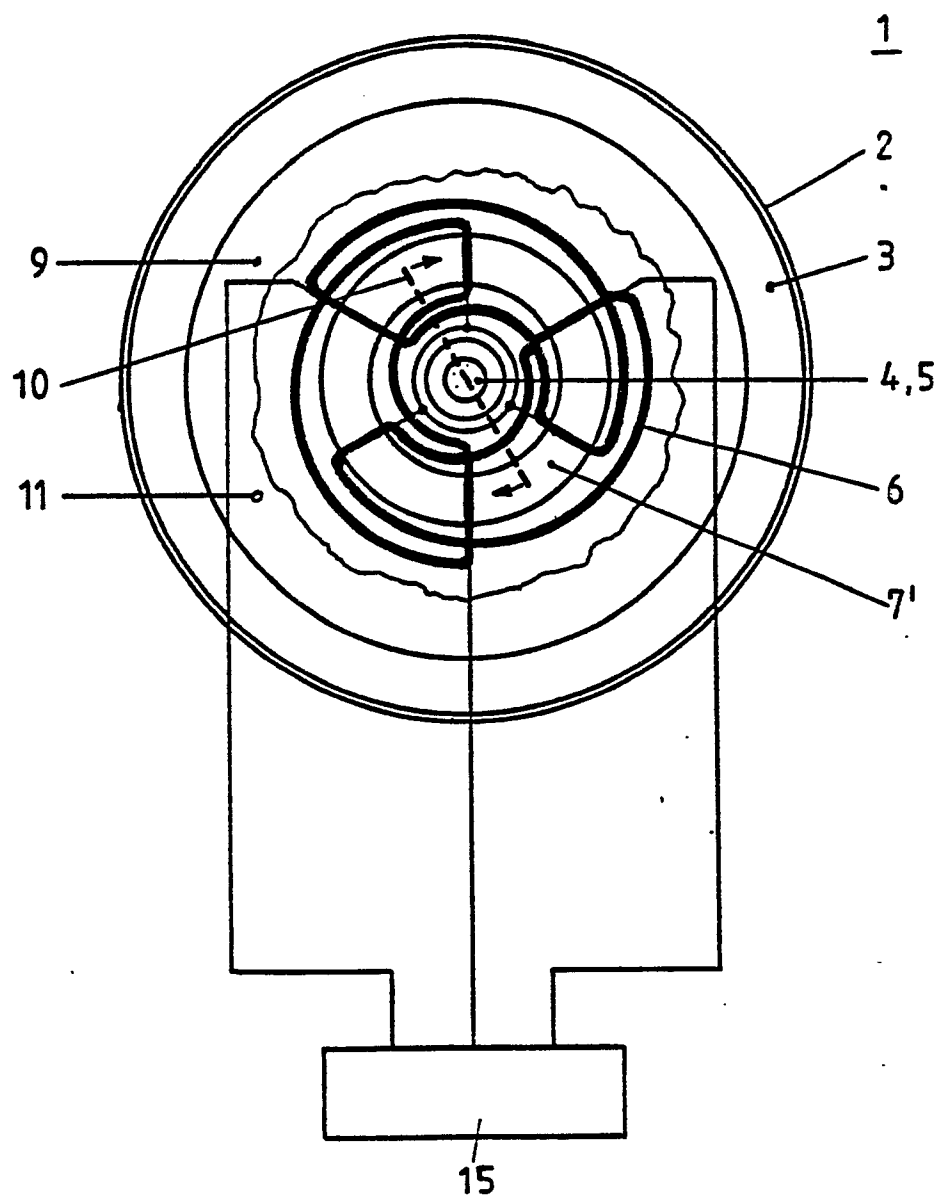


FIG.5