(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 076 603 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
05.03.2003 Patentblatt 2003/10

(21) Anmeldenummer: **99927667.8**

(22) Anmeldetag: **15.04.1999**

(51) Int Cl.[7]: **B22D 39/06**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE99/01131

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 99/055478 (04.11.1999 Gazette 1999/44)

(54) **VERFAHREN ZUM VERARBEITEN EINER METALLSCHMELZE, INSBESONDERE EINER LEICHTMETALLSCHEMELZE, SOWIE GEKAPSELTER UND MIT SCHUTZGAS BEAUFSCHLAGBARER DOSIEROFEN**

METHOD FOR PROCESSING A MOLTEN METAL MASS, ESPECIALLY A MOLTEN LIGHT METAL MASS, AND A DOSING FURNACE WHICH IS ENCAPSULATED AND WHICH CAN BE PRESSURIZED BY PROTECTIVE GAS

PROCEDE DE TRAITEMENT D'UNE MASSE METALLIQUE EN FUSION, EN PARTICULIER D'UNE MASSE DE METAL LEGER, ET FOUR DE DOSAGE BLINDE ET ALIMENTE EN GAZ PROTECTEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI NL

(30) Priorität: **27.04.1998 DE 19818835**
02.10.1998 DE 19845528

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.02.2001 Patentblatt 2001/08

(73) Patentinhaber:
- **Kahn, Roland, Dipl.-Ing.**
  35630 Ehringshausen (DE)
- **Kahn, Friedhelm, Prof. Dr.-Ing.**
  D-35630 Ehringshausen (DE)

(72) Erfinder:
- **SCHMITZ, Wilfried**
  D-52249 Eschweiler (DE)
- **KAHN, Joachim**
  D-35630 Ehringshausen (DE)

(74) Vertreter: **König, Werner, Dipl.-Ing.**
Patentanwälte König & Kollegen
Kackertstrasse 10
52072 Aachen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 1 508 560
DE-A- 2 041 588
DE-A- 3 909 136
DE-A- 4 029 386
DE-A- 4 203 193
DE-A- 4 403 285
DE-C- 553 741

- **ERNST BRUNHUBER: "GIESSEREI LEXIKON" 1997 , SCHIELE & SCHÖN , BERLIN, DE, 17. AUFLAGE XP002115272 in der Anmeldung erwähnt Seite 137 -Seite 139**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents 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).

EP 1 076 603 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verarbeiten einer Metallschmelze, insbesondere einer Leichtmetallschmelze, mittels eines gekapselten, mit Schutzgas beaufschlagten Dosierofens, der über ein Steigrohr mit einer Gießmaschine oder -form verbunden ist, die mit einer quantifizierbaren Schmelzemenge mittels Druckbeaufschlagung des Schutzgases im Dosierofen beschickt wird, und einen zur Durchführung des Verfahrens geeigneten Dosierofen.

[0002] In der Gießereipraxis sind zahlreiche Schmelz- und Dosiersysteme mit mechanischen oder pneumatischen Beschickungseinrichtungen bekannt, (auch vgl. E. Brunnhuber Gießereilexikon, Fachverlag Schiele und Schön 1997, Aufl. 17, Seite 137 bis 139), bei denen die Handhabung der Schmelze über relativ lange Transportwege zumeist an offener Atmosphäre und durch einen frei fallenden Gießstrahl gekennzeichnet ist. Nachteilig bei solchen Systemen sind die Beeinträchtigung der Schmelzequalität durch Abbrandverluste, Schlacken - bzw. Oxidbildung und Gasaufnahme sowie die starken Schwankungen der Gießtemperatur, welche die Prozeßsicherheit und damit die Gußteilqualität negativ beeinflussen. Außerdem ist die Dosiergenauigkeit eingeschränkt, was sowohl hinsichtlich der Qualität der Gußteile als auch der Wirtschaftlichkeit des gesamten Fertigungsprozesses nachteilig ist.

[0003] Bei dem Schmelz- und Niederdruckgußverfahren nach DE-PS 20 41 588 wird die an das Steigrohr eines druckdichten Schmelzegefäßes direkt anzuschließende Gießform durch Verdrängen einer dem Formhohlraum entsprechenden Menge des Gießgutes aus dem Schmelzegefäß mittels eines Chargierkörpers gefüllt, wobei der Schmelzespiegel mittels einer druckgeregelten Schutzgasfüllung während der Schmelz- und Gießphase konstant gehalten wird.

[0004] Hauptnachteil dieses Verfahrens ist, daß eine hohe Schmelzleistung mit Regelung einer konstanten Gießtemperatur kaum möglich ist. Ein Dosieren mittels Gasdruckregelung in Verbindung mit dem direkten Nachchargieren ergibt nicht die erforderliche Dosiergenauigkeit, so daß die Anwendung des Verfahrens auf den Niederdruckguß beschränkt bleibt. Außerdem können bei diesem Verfahren nur bestimmte bolzenförmige Chargierkörper mit geeigneten Verbindungselementen verwendet werden.

[0005] Mit der DE-OS 42 03 193 ist ein Verfahren zur Handhabung von Magnesium- und Magnesiumlegierungsschmelzen bekannt, bei dem die Schmelze einer zu beschickenden Gießvorrichtung durch Erzeugen eines Überdrucks in einem Schutzgasvolumen über dem Schmelzebadspiegel zugeführt wird. Der Überdruck wird durch Öffnen eines Ventils erzeugt, das den Dosierofen mit einem Druckspeicher verbindet. Die Dosierung der Schmelze erfolgt durch Messung des Gewichts der zugeführten Schmelze oder einer davon abhängigen Größe. Nach dem Dosieren wird zwischen dem Schutzgas im Dosierofen und der Gießeinrichtung wieder ein Druckausgleich herbeigeführt, das heißt, daß sich beim Entfernen des Gußstückes Atmosphärendruck einstellt.

[0006] Die Lösung hat den Nachteil, daß die Dosierung der Schmelzmenge ebenfalls noch zu ungenau und deshalb die Qualität der Gußstücke unzureichend ist.

[0007] Die DEA-4403285 offenbart einen Dosierofen mit einem dicht abschließenden Deckel, an welchem ein Anschlußrohr für Schutzgas, Gießrohr, Meßrohr, Dosierrohr und eine Chargiereinrichtung angeschlossen sind. Nachteilig an diesem bekannten Dosierofen ist, daß die Regelung des Schutzgasdruckes nicht zuverlässig den Badspiegel angibt und daß die Dosiergenauigkeit nicht gewährleistet ist.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß eine metallurgisch sichere Prozeßführung, ein genaues und schnelles Dosieren der für den Gießprozeß nötigen Schmelzemenge und eine optimale Ankopplung an den nachgeschalteten Gießprozeß erfolgt und ein Gießen mit hoher Qualität des Gußstükkes ermöglicht wird. Außerdem soll ein für das Verfahren geeigneter Dosierofen angegeben werden.

[0009] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst,

daß die einem Bruttoabguß entsprechende Schmelzemenge der angekoppelten Gießmaschine oder -form mittels Erhöhung des Gasdrucks im Dosierofen zugeführt wird, wobei die Erhöhung des Gasdrucks der Höhendifferenz zwischen dem Badspiegel der Schmelze und einem Füllstand-sollwert in der Gießmaschine oder-form entspricht,

daß im Dosierofen die Temperatur der Schmelze gemessen und auf einen voreingestellten Temperaturwert geregelt wird,

daß der Schmelzestand im Steigrohr und/oder die Badhöhe der Schmelze im Dosierofen gemessen und zwischen voreingestellten Grenzwerten geregelt wird und

daß der Gasdruck im Schutzgas im Dosierofen so geregelt wird, daß der Schmelzestand im Steigrohr unabhängig von der Badhöhe im Dosierofen vor jedem Zuführen von Schmelze zur Gießmaschine oder -form im wesentlichen gleich ist,

wobei die Dosiermenge und die Gießtemperatur mittels der zugeführten Heizleistungen, der Menge des zugeführten Chargiermaterials und der entnommenen Schmelzemenge als Stell- und Störgrößen zwischen wählbaren Grenzwerten gehalten werden.

[0010] Bevorzugt kann das Verfahren so durchgeführt werden, daß der Gasdruck des Schutzgases im Dosierofen gemessen und in Abhängigheit von der Badhöhe der Schmelze im Dosierofen nach einer voreingestellten Funktion geregelt wird.

[0011] Die Erfindung ermöglicht durch die Kopplung der Regelkreise für die Chargierungen, den Badspiegel der Schmelze im Dosierofen, den Gasdruck im Dosier-

ofen über der Badoberfläche und die Temperatur im Schmelzebad die vorzeitige Beeinflussung der Störgrößen des Gesamtprozesses.

[0012] Beim Dosieren der Schmelze für den nachfolgenden Gießprozeß gelangt dann eine genau quantifizierte Schmelzemenge von einem Niveau unterhalb der Badoberfläche des Dosierofens über ein Steigrohr turbulenzarm entgegen der Schwerkraft in die Gießmaschine oder -form.

[0013] Zweckmäßig wird die Schmelze im Steigrohr zusätzlich beheizt. Die Beheizung sollte geregelt erfolgen, indem die Temperatur der Schmelze im Steigrohr gemessen und über die am Steigrohr zugefuhrte Heizleistung auf einen voreingestellten Temperaturwert geregelt wird.

[0014] Der Schmelzetransport erfolgt immer im geschlossenen System über kürzeste Wege, kürzeste Transportzeiten und unter genau geregelten Temperaturverhältnissen. Dadurch wird ein beherrschbarer Prozeß mit hoher Sicherheit realisiert, wie er zur Erzeugung von Qualitätsbauteilen notwendig ist.

[0015] Die Metallzugabe in das System kann fest mittels Legierungsmaterial, das die vom Lieferanten garantierten Eigenschaften besitzt, oder flüssig mit gereinigter und behandelter Schmelze, deren Eigenschaften exakt eingestellt und dokumentiert sind, erfolgen.

[0016] Besonders vorteilhaft ist die Verwendung metallurgisch hochwertiger Stranggußmasseln, die sehr einfach in das System eingeschleust werden können und die nur einen geringen Anteil an Verunreinigungen und Oxiden mit einbringen. Bei höchsten Anforderungen an die Bauteilqualität kann die Oberfläche der Stranggußmasseln bearbeitet sein. Mit Hilfe einer flexiblen Schleuse lassen sich aber auch alle anderen konventionellen Masselformate verwenden.

[0017] Die Wärmezuführ erfolgt angepaßt an die jeweiligen Phasen des Prozesses mit konstanten Metallmengen bei minimalen Wegen für den Wärmefluß und garantiert eine optimale Energieeinbringung und damit einen hohen Wirkungsgrad.

[0018] Alle in der Ofentechnologie verfügbaren Beheizungsarten lassen sich anwenden bzw. kombinieren und somit die für den jeweiligen Anwendungsfall technisch und wirtschaftlich sinnvollste Lösung realisieren.

[0019] Bei der Chargierung mit festem Legierungsmaterial erfolgt die genaue Quantifizierung über eine definierte Vorschubregelung und das Metall kann vor dem Eintauchen in das Schmelzebad mit Hilfe einer geregelten Heizung definiert vorgewärmt werden. Das Aufschmelzen durch Eintauchen in ein größeres Schmelzebad ermöglicht die intensive Wärmeübertragung zu dem Zeitpunkt, an dem die Schmelzwärme eingebracht werden muß. Vorteilhaft wird das Legierungsmaterial im Schmelzebad zunächst mit Hilfe einer Führung gehalten, so daß beim Eindringen in das Bad weder Metallspritzer entstehen noch kaltes Material direkt in den unteren Bereich des Schmelzebades absinkt. Die Chargiervorrichtung mit Führung wird vorzugsweise im Ofendeckel oder an der oberen Seitenwand angeordnet, so daß durch Selbsthemmung verhindert wird, daß Legierungsmaterial unkontrolliert in den Ofen fällt.

[0020] Bei Flüssigchargierung wird eine dosierte Metallmenge mit definierter Temperatur unterhalb der Badöberfläche, zum Beispiel über einen Siphon, eingeführt. Die Flüssigchargierung kann als Ergänzung auch in Kombination mit der Festchargierung angewendet werden, um zum Beispiel gereinigtes Rücklaufmaterial zuzusetzen.

[0021] Der Badspiegel wird im System zweckmäßig unter einer Schutzgasatmosphäre mit einem gegen den äußeren Atmosphärendruck erhöhten Druck gehalten, wodurch Schmelzereaktionen, Abbrandverluste und Verunreinigungen wirkungsvoll unterbunden werden. Das geringe Totvolumen und die quantifizierte Nachchargierung ermöglichen die sparsame Verwendung von Schutzgas, so daß auch teurere Gase, wie zum Beispiel Argon, verwendet werden können. So ist der Verzicht auf umweltgefährdende Stoffe, wie zum Beispiel SF_6 oder SO_2 möglich.

[0022] Die Badspiegelhöhe im Dosierofen wird durch die ständige Nachchargierung in einem engen Bereich geregelt, so daß die Förderhöhe zur Gießmaschine klein gehalten werden kann, was einen relativ niedrigen Überdruck ermöglicht. Somit ist eine einfache und präzise Drucksteuerung realisierbar.

[0023] Zweckmäßig wird das zugeführte Chargiermaterial vor dem Einbringen in den Dosierofen vorerwärmt. Auch hier erfolgt zweckmäßig wieder eine geregelte Erwärmung, indem die Temperatur des Chargiermaterials gemessen und über die bei der Vorerwärmung zugeführte Heizleistung auf einen voreingestellten Temperaturwert geregelt wird.

[0024] Die Entnahme der Schmelze beim Dosieren erfolgt im unteren Bereich des Bades über ein Steigrohr turbulenzarm gegen die Schwerkraft, wobei sichergestellt wird, daß kein im oberen Bereich des Schmelzebades soeben aufgeschmolzenes Metall direkt aus dem System gefördert wird.

[0025] Das Verfahren kann auch so durchgeführt werden, daß zum zeitlich vom Gießprozeß unabhängigen Dosieren eine an der Gießmaschine oder -form anzuordnende Vorkammer mit der Schmelze gefüllt wird.

[0026] Die einzelnen Regelkreise lassen sich in einer programmierbaren Steuerung vernetzen.

[0027] Die gekoppelten Regelkreise der Parameter Dosiermenge und Gießtemperatur in Verbindung mit der Nachchargierung ermöglichen eine sehr hohe Dosiergenauigkeit mit konstanter Gießtemperatur.

[0028] Der Wirkungsgrad des Dosierofens wird durch die Energieeinbringung in ein nahezu konstantes Schmelzevolumen deutlich gesteigert.

[0029] Die Beheizung des Schmelzebades erfolgt vorzugsweise im unteren Bereich des Tiegelgefäßes, so daß mit Hilfe von natürlichen Konvektionsströmungen unzulässige Überhitzungen, Wärmestau und Temperaturunterschiede im Bad vermieden werden. Bei Verwen-

dung von Widerstandsheizleitern werden diese zum Erreichen der geforderten hohen Heizleistung beim Aufschmelzen und Warmhalten außen über die Mantelfläche des zylindrischen Dosierofens verteilt bzw. innen in einem sogenannten Tauchheizkörper angeordnet.

[0030] Werden höhere Leistungsdichten gefordert, so läßt sich vorteilhaft eine Induktionsheizung einsetzen, deren Wirkungsgrad durch das Ankoppeln des weitgehend konstanten Schmelzevolumens erhöht wird. Durch Verwendung mehrerer Spulen kann eine genaue lokale Leistungsanpassung vorgenommen werden, so daß bei Bedarf auch im unteren Bereich des Schmelzebades die höchsten Leistungen erreicht werden. Von besonderem Vorteil ist bei der Induktionstechnologie die Möglichkeit variabler Frequenzwahl, um die Leistungseinbringung und die Badbewegung gezielt einzustellen.

[0031] Die hohe Schmelzleistung der Induktion ermöglicht ein ideales Kompaktaggregat mit hoher Flexibilität, welches zum Beispiel ausgezeichnet für den Einsatz in einer flexiblen Fertigungszelle einer Druckgießerei geeignet ist.

[0032] Die moderne Qualitätssicherung fordert reproduzierbare Gesamtprozesse in der gesamten Fertigungskette ohne unkontrollierbare Einflüsse an den Prozeßschnittstellen. So kann mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens ein echtzeitgeregelter Ofenprozeß realisiert werden. Weitere Verbesserungen können zusätzlich mit Hilfe von Sensoren in der Gießmaschine, wie zum Beispiel ein Metallfrontsensor in der Füllkammer einer Druckgußmaschine, Laserniveausensor über einem Steiger oder weiteren Thermoelementen erreicht werden, so daß ein den gesamten Ofenprozeß und den Gießprozeß umfassender Regelkreis aufgebaut werden kann.

[0033] Die mit der Erfindung erzielten Vorteile beinhalten neben der hohen Qualität der bereitgestellten Schmelze vor allem eine einfache Anlagentechnik, die in einem Kompaktaggregat alle Aufgaben der Schmelzebereitstellung vom gelieferten Einsatzmaterial bis hin zum Gießprozeß bei optimaler Ankopplung des Gießprozesses löst

[0034] Die hohe Prozeßsicherheit ermöglicht eine gesteigerte Gußqualität sowie einen automatischen, emissionsarmen und umweltfreundlichen Gießereibetrieb.

[0035] Ein zur Durchführung des Verfahrens geeigneter Dosierofen enthält erfindungsgemäß

einen Regler, der auf die Einrichtung zu Nachchargierung einwirkt und geführt wird entweder von dem Füllstandssensor für die Badhöhe der Schmelze im Ofen oder von dem Signal des Füllstandssensors im Steigrohr in Verbindung mit dem momentanen Ofendruck und

einen von dem Füllstandssensor für die Badhöhe der Schmelze im Ofen oder von dem Signal des Füllstandssensors im Steigrohr in Verbindung mit dem momentanen Ofendruck geführten Regler, der den für eine genaue Dosierung erforderlichen Dosierdruck für das Schutzgas bewirkt.

[0036] Der Regler für den Gasdruck kann dabei so ausgeführt sein, daß ihm die mit dem Füllstandsensor im Dosierofen gemessene Badhöhe der Schmelze als Störgröße aufgeschaltet ist. Auf diese Weise wird, unabhängig von dem jeweiligen Stand der Badhöhe, immer ein solcher Gasdruck im Dosierofen aufrechterhalten, daß vor jedem Zuführen von Schmelze zur Gießeinrichtung ein bestimmter Schmelzestand im Steigrohr hergestellt wird. Alternativ dazu kann der Gasdruck auch allein in Abhängigkeit von dem Schmelzestand im Steigrohr verstellt werden, wenn dessen Höhe allein hier mittels eines Füllstandssensors gemessen wird. Für die Regelung der Nachchargierung kann dann die Höhe des Gasdrucks im Dosierofen herangezogen werden.

[0037] Zweckmäßig besteht die Einrichtung zur Nachchargierung mit festem Chargiermaterial aus einer mit einer schlauchförmigen Dichtung versehenen Schleuse und einem mit dem Füllstandsensor zusammenwirkenden Vorschubantrieb für das Chargiermaterial.

[0038] Die Einrichtung zur Nachchargierung mit festem Chargiermaterial kann auch eine Schleuse mit einer durch einen Schieberzylinder verschiebbaren Materialkammer, an deren offenen Enden in einer oberen und unteren Position der Materialkammer wechselweise öffnende und schließende Schieber befestigt sind, und mit einem über einen Wegsensor gesteuerten Vorschubeinrichtung für die obere Position der Materialkammer und eine Gasdruckregeleinrichtung aufweisen.

[0039] In vorteilhafter Weise kann eine teilweise in die Schmelze eintauchende, mit der Schleuse verbundene Auflageschiene für die selbsthemmende Auflage des festen Chargiermaterials vorgesehen sein.

[0040] Bevorzugt ist die Schleuse mit einer temperaturgeregelten Heizeinrichtung für das Chargiermaterial ausgerüstet.

[0041] Eine Einrichtung zur Nachchargierung mit flüssigem Chargiermaterial kann zweckmäßig so aufgebaut sein, daß sie aus einem an ein Einfüllrohr des Dosierofens ankoppelbaren Schmelzegefäß besteht, das mit einer mit dem Füllstandsensor zusammenwirkenden Fördereinrichtung für die Schmelze ausgerüstet ist.

[0042] Zur Durchführung einer bevorzugten Verfahrensvariante ist auch das Steigrohr mit einer temperaturgeregelten Heizeinrichtung für die Schmelze ausgerüstet.

[0043] Der Dosierofen kann als Basiselement aus einem Stahltiegel bestehen. Aus Sicherheitsgründen kann dieser von einer Schmelzeauffangwanne umgeben sein, deren freies Volumen in der Lage ist, die eventuell ausfließende Schmelze aus dem Dosierofen aufzunehmen.

[0044] Bei Induktionsheizung ist es auch möglich, einen beispielsweise metallischen Tiegel mit einer keramischen Masse zu hinterfüllen, wodurch eine gute Abstützung und ein zusätzlicher Schutz im Falle eines Tiegellecks gewährleistet wird.

[0045] Das Steigrohr sollte ein Fassungsvolumen von mindestens einem Bruttoabguß und zweckmäßig einen Innendurchmesser von mindestens 30 mm haben. Es sollte außerdem direkt von unten mit der Füllkammer der Druckgießmaschine bzw. der Druckgießform verbunden sein. Diese Gestaltung garantiert ein turbulenzarmes Fördern der Schmelze bei kurzem Transportweg und sorgt so für eine kurze Dosierzeit mit geringen Temperaturverlusten.

[0046] Für eine flexible Ankopplung an eine Druckgießmaschine kann der Aufbau des Dosierofens so gestaltet sein, daß das Steigrohr in eine Vorkammer mündet, welche über ein kurzes Rohr mit der Füllkammer der Druckgießmaschine verbunden ist. Dabei kann die Vorkammer eine Überlaufkante aufweisen, so daß sie immer nur eine definierte Schmelzemenge aufnimmt.

[0047] Nach einer weiteren Variante kann vorgesehen sein, daß das Steigrohr von unten mit der Füllkammer einer Druckgießmaschine verbunden ist und einen zweiten, in Höhe der beabsichtigten Füllstandhöhe in die Füllkammer mündenden Verbindungskanal hat, über den zuviel dosierte Schmelze selbsttätig in die Vorkammer zurückgeführt wird.

[0048] Zur Steuerung der gesamten Prozesse kann eine zentrale Ofensteuerung, z. B. in Form einer speicherprogrammierbaren Steuerung vorgesehen sein, wobei eine zentrale Steuerung der Druckgießmaschine zur Übergabe von Prozeßparametern über eine Signalleitung mit dieser zentralen Ofensteuerung verbunden ist.

[0049] Die Erfindung soll nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1 einen Schnitt durch einen Dosierofen mit Nachchargierung in Form von Bolzen,

Fig. 2 einen Schnitt durch einen Dosierofen mit induktiv beheiztem Tiegel,

Fig. 3 die miteinander gekoppelten Regelkreise für die Temperaturen, Badhöhe und Gasdruck für einen Dosierofen gemäß Fig. 1,

Fig. 4 einen Schnitt durch einen Dosierofen und ein Transportgefäß für flüssige Nachchargierung,

Fig. 5 eine schematische Darstellung des Dosierofens zusammen mit einer nachgeordneten Gießmaschine,

Fig. 6 eine Variante der Kopplung von Dosierofen und Füllkammer einer Druckgießmaschine und

Fig. 7 eine zweite Variante der Kopplung von Dosierofen und Füllkammer einer Druckgießmaschine

[0050] Bei dem in Figur 1 gezeigten Dosierofen wird bolzenförmiges Legierungsmaterial 1 mit einer über einen Wegsensor 2 geregelten Vorschubeinrichtung 3 durch eine Schleusendichtung 4 einer Schleuse 5 geschoben. Die Schleuse 5 ist mit einer Heizeinrichtung 6 für die Vorerwärmung des bolzenförmigen Legierungsmaterials 1 ausgerüstet. Ein Temperatursensor 7 mißt die Temperatur des Legierungsmaterials 1, die einem Regler 8 zur Regelung der Heizeinrichtung 6 aufgegeben wird.

[0051] In einem Tiegel 9 befindet sich ein Schmelzebad 10, das mit Widerstandsheizelementen 11 beheizt wird. Ein Temperatursensor 12 im Schmelzebad 10 gibt ein Meßsignal für die Heizleistungsregelung 13. Das Legierungsmaterial 1 wird über eine Auflageschiene 14 langsam in das Schmelzebad 10 geführt, wobei es im oberen Badbereich aufschmilzt.

[0052] Die Badoberfläche 15 wird durch ein Schutzgas 16 vor Abbrand und Oxidation geschützt. Das Schutzgas 16 steht ständig unter einem geringen Überdruck.

[0053] Ein Füllstandssensor 17 mißt die Höhe der Badoberfläche 15 und löst bei Überschreiten eines Minimalwertes das Nachchargieren der Vorschubeinrichtung 3 aus.

[0054] Die Verbindung zu einer Gießeinrichtung, zum Beispiel der Füllkammer einer Druckgießmaschine, erfolgt durch ein Steigrohr 18. Das Steigrohr 18 ist ebenfalls beheizt durch eine Heizeinrichtung 19, die mittels eines Thermoelements 20 und eines Reglers 21 geregelt wird und eine gewünschte Gießtemperatur in der Schmelze einstellt.

[0055] Der Dosierofen ist mit einer Isolation 22 vor großen Abstrahlverlusten nach außen geschützt. Bei einem Leck im Tiegel 9 fließt die Schmelze in eine den Tiegel 9 umgebende Auffangwanne 23.

[0056] Der Gasdruck im Schutzgas 16 über der Badoberfläche 15 wird mit einem Gasdrucksensor 24 gemessen und mit einem Gasdruckregler 25 über das Gasregelventil 26 geregelt, wobei dem Gasdruckregler 25 die mit dem Füllstandssensor 17 gemessene Höhe der Badoberfläche 15 aufgeschaltet wird, da der Gasdruck über der Badoberfläche 15 von dieser beeinflußt wird.

[0057] Vor dem Dosieren der Schmelze zu einer nachgeschalteten Gießeinrichtung 27 liegen also immer eine bestimmte Höhe der Badoberfläche 15, ein von dieser abhängiger Gasdruck im Schutzgas 16 und eine gewünschte Schmelzetemperatur vor.

[0058] Beim Dosieren der Schmelze wird nun der Gasdruck entsprechend der Dosiermenge und der Förderhöhe zur Gießeinrichtung erhöht, und zwar um möglichst genau die Druckdifferenz, die der Höhendifferenz zwischen dem Badspiegel und einem Füllstandssollwert in der Gießeinrichtung entspricht.

[0059] Die Dosiergenauigkeit kann gegebenenfalls noch durch Rückmeldung von einem Füllstandssensor in der Gießeinrichtung an den Gasdruckregler 25 erhöht

werden.

[0060] Vor dem Dosieren wurde die Gießeinrichtung 27 ebenfalls mit Schutzgas 16 befüllt, so daß der gesamte Dosier- und Gießprozeß unter Schutzgas erfolgt.

[0061] Figur 2 zeigt einen Dosierofen mit induktiv beheiztem Tiegel 9. Die Schmelze gelangt über ein senkrechtes und im wesentlichen über den Dosierofen beheiztes Steigrohr 18 an die Schnittstelle zur Gießeinrichtung 27, so daß die zusätzliche Heizeinrichtung 19 entsprechend geringer dimensioniert werden kann.

[0062] Nach dieser Variante wird die Höhe des Füllstandes der Schmelze im Steigrohr 18 mittels eines Füllstandssensors 56 gemessen und über den Gasdruck im Dosierofen so geregelt, daß er vor jedem Zuführen von Schmelze zur Gießeinrichtung etwa gleich ist.

[0063] Eine Induktionsheizung 28 wird mittels Temperatursensor 12 und die Heizleistungsregelung 13 geregelt und läßt durch eine variable Frequenz und die Ansteuerung unabhängiger Spulen eine flexible Leistungseinbringung zu. Durch die induktive Kraftwirkung wird eine gute Durchmischung des Schmelzebades 10 erreicht, wodurch Seigerungen und Ablagerungen am Boden des Tiegels 9 sicher vermieden werden.

[0064] Der Tiegel 9 wird mit Hilfe einer keramischen Zwischenschicht 29 abgestützt, die zusätzlich einen guten Schutz bei einem Tiegelleck bietet.

[0065] Das in diesem Falle masselförmige Legierungsmaterial 1 wird mittels einer separaten Heizeinrichtung 6 auf eine definierte Temperatur vorgewärmt.

[0066] Die Masseln (gegebenenfalls mehrere nebeneinander) werden linear in die Schleuse 30 eingeschoben. Dabei steht ein Schieberzylinder 31 in der unteren Lage, so daß ein Schieber 32 öffnet und ein Schieber 33 schließt.

[0067] Nach dem Einschieben der Masseln in eine zwischen den Schiebern 32 und 33 gebildete Materialkammer 36 wird durch eine kurze Schutzgasspülung die mit den Masseln eingebrachte Luft nach außen verdrängt.

[0068] Dann fährt der Schieberzylinder 31 in seine Mittellage, bei der beide Öffnungen der Schieber 32 und 33 geschlossen sind.

[0069] In der Schleuse 30 wird der Druck mit Hilfe eines Gasdruckreglers 34 und einem Gasdruckventil 35 für die Schleuse 30 auf das gleiche Niveau wie im Ofenraum angehoben. Der Schieberzylinder 31 fährt in die obere Stellung, so daß der Schieber 33 geöffnet wird. Die Vorschubeinrichtung 3 schiebt die Massel auf der Auflageschiene 14 in die Schmelzzone an der Badoberfläche 15.

[0070] Dann fährt der Schieberzylinder 31 zurück in die Mittelstellung, der Überdruck in der Schleuse 30 wird wieder abgebaut, wobei das Schutzgas 16 zurückgewonnen werden kann.

[0071] Zur schnellen Beschickung des Dosierofens, zum Beispiel nach längerem Abschalten oder nach Störungen, kann die gesamte Schleuse 30 von einem Befestigungsflansch abgekoppelt werden, so daß sehr schnell Masseln in den drucklosen Ofen eingebracht werden können. Die Geometrie der Schleuse 30 ist so gestaltet, daß im oberen Teil heißes Schutzgas 16 eingefangen bleibt und beim Einschieben der Masseln nur eine kleine Menge Luft von außen eingeschleppt wird.

[0072] Die Regelung der Prozeßparameter und das Dosieren erfolgen in ähnlicher Weise wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1.

[0073] Figur 3 zeigt die Kopplung der Regelkreise für die Temperatur T_m, T_{fl} des Legierungsmaterials 1, die Schmelzetemperatur T_S, die Gießtemperatur T_g, die Badhöhe H und den Gasdruck P_g des Schutzgases 16 für die Ausführung nach Fig. 1. Die Übergangsfunktionen sind allgemein mit F gekennzeichnet.

[0074] Die Schmelze im Schmelzebad 10, vermindert um die Dosiermenge md, bestimmt die Badhöhe H der Badoberfläche 15, die durch Zuführung einer Chargiermenge m eines festen oder eine Chargiermenge fl eines flüssigen Legierungsmaterials 1 mittels eines Mengenreglers, im vorliegenden Ausführungsbeispiel mittels der Vorschubeinrichtung 3 für zum Beispiel stangenförmiges Legierungsmaterial 1 gemäß Figur 1, innerhalb vorgegebener Grenzwerte geregelt wird.

[0075] Als Störgröße auf die Badhöhe H wirkt dabei die sich stark ändernde Schmelzetemperatur T_S, die eine unterschiedliche Ausdehnung des Schmelzebades 10 bewirkt.

[0076] Die Schmelzetemperatur T_S wird deshalb innerhalb enger Grenzen mittels des Heizleistungsreglers 13 geregelt.

[0077] Die Badhöhe H beeinflußt den Gasdruck P_g des Schutzgases 16 im Ofenraum. Dieser wird mit dem Gasdrucksensor 24 gemessen und über das Gasregelventil 26 und den Gasdruckregler 25 geregelt, wobei eine Störgrößenaufschaltung in der Weise vorgenommen wird, daß der Schmelzestand im Steigrohr 18 unabhängig von der Badhöhe H des Schmelzebades 10 im Tiegel 9 vor jedem Dosiervorgang gleich ist. Zum Dosieren mittels Schmelzeverdrängung im Schmelzbad 10 und Fördern durch das Steigrohr 18 wird der Gasdruck P_g dann zeitweise entsprechend der benötigten Förderhöhe zur Gießeinrichtung 27 und der Dosiermenge md erhöht.

[0078] Die Dosiergenauigkeit kann durch Rückmeldung der dosierten Schmelzemenge md an den Gasdruckregler 25 erhöht werden.

[0079] Als Störgröße auf den Gasdruck P_g im Ofenraum wirkt auch hier die Schmelzetemperatur T_S, so daß möglichst geringe Schwankungen der Schmelzetemperatur T_S erwünscht sind.

[0080] Die Gießtemperatur T_g kann vor oder nach der Schnittstelle zur Gießeinrichtung 27 gemessen werden und wird durch den Regler 8 der Heizeinrichtung 19 genau eingestellt, wobei Eingangsgröße die Schmelzetemperatur T_S im Schmelzebad 10 ist. Diese ergibt sich im Schmelzebad 10 als komplexe Funktion F aus der eingebrachten Wärmeenergie, abhängig von der geregelten Heizleistung der Temperatur T_m bzw. T_{fl} des Le-

gierungsmaterials 1 sowie den eingesetzten Chargiermengen m oder fl.

[0081] Die Temperatur T_m, des festen Legierungsmaterials 1 wird mit der durch den Regler 8 geregelten Heizung im Vorwärmprozeß, ausgehend von der Umgebungstemperatur T_{mo}, eingestellt.

[0082] Figur 4 zeigt im Seitenschnitt ein Transportgefäß 37, aus dem das Schmelzebad 10 unterhalb der Badoberfläche 15 über ein Einfüllrohr 38 mit einem Schmelzequantum flüssig nachchangiert werden kann. Dazu wird ein Förderkanal 39 aus dem Transportgefäß 37 durch eine lösbare Kupplung 40 mit dem Einfüllrohr 38 dicht verbunden. Mit Hilfe des Förderdruckreglers 41 kann so lange flüssig nachchargiert werden, bis der Füllstandssensor 17 im Schmelzebad 10 des Dosierofens bei maximaler Badhöhe H abschaltet.

[0083] Das Tansportgefäß 37 kann mit einem wiederstandsbeheizten Tauchheizkörper 42 mit Hilfe einer Heizungsregelung 43 und einem Thermoelement 44 auf einer definierten Temperatur T_{fl} gehalten werden.

[0084] Fig. 5 zeigt ein Beispiel für das Zusammenwirken des Dosierofens mit einer nachgeordneten Druckgießeinrichtung. In dem druckfest gekapselten Tiegel 9 eines Dosierofens wird eine bestimmte Menge Magnesium aufgeschmolzen. Der Tiegel 9 ist über das Steigrohr 18, das im unteren Bereich des Schmelzebades 10 ansetzt, mit der Füllkammer 45 einer Druckgießmaschine verbunden, an die sich eine Druckgießform 46 anschließt.

[0085] Der Raum über dem Schmelzebad 10 ist mit Argon gefüllt, das aus einem Vorratsgefäß 47 entnommen wird. Die Füllkammer 45 und die Druckgießform 46 sind ebenfalls mit Argon befüllt.

[0086] Zunächst herrscht in der Füllkammer 45 und im Dosierofen gleicher Gasdruck, so daß der Schmelzespiegel im Steigrohr 18 unterhalb der Eingangsöffnung der Füllkammer 45 stehen bleibt. Zum Füllen der Füllkammer 45 wird der Gasdruck im Dosierofen erhöht, so daß das Argon von der Füllkammer 45 in die Druckgießform 46 verdrängt wird. Beim anschließenden Schuß fährt der Kolben der Druckgießmaschine zunächst über die Mündung des Steigrohres 18 in der Füllkammer 45, wonach der Gasdruck im Dosierofen mindestens so weit zurückgenommen wird, bis der Schmelzestand im Steigrohr 18 seinen Ausgangszustand wieder erreicht hat. Durch den Kolben wird die Schmelze dann in die Druckgießform 46 befördert und das Argon aus der Druckgießform 46 verdrängt, wobei die Füllkammer 45 nach erfolgtem Schuß sofort wieder mit Argon gefüllt wird, so daß der Badspiegel im Steigrohr 18 nicht mit Luft in Berührung kommt. Nach Entnehmen des Gußteils aus der Druckgießform 46 wird diese auch wieder mit Argon gefüllt.

[0087] Sämtliche Regelvorgänge werden von einer zentralen Ofensteuerung 48 übernommen, die zur Übergabe von Prozeßparametern außerdem über eine Signalleitung 50 mit einer zentralen Steuerung 49 der Druckgießmaschine verbunden ist.

[0088] Die zentrale Ofensteuerung 48, die durch eine speicherprogrammierbare Steuerung realisiert werden kann, steuert den zeitlichen Ablauf aller Vorgänge sehr flexibel, z. B. durch einprogrammierte "wenn - dann"-Bedingungen, so daß in der Einrichtephase, wenn Gußteilgewicht, Erstarrungszeiten, Formschließzeiten, Chargierzeiten, Masselformate, Dosierzeiten, benötigte Förderhöhe etc. festliegen, individuell eine Abstimmung der einzelnen Regelkreise getroffen werden kann.

[0089] Z.B. lassen sich folgende Abläufe regeln:

1) Nach jedem bzw. jedem x-ten Dosiervorgang wird ein Chargiervorgang ausgelöst.

2) Nach jedem Chargiervorgang wird die Heizleistung für das Schmelzebad 10 erhöht.

3) Nach Erreichen einer bestimmten Schmelzetemperatur T_S wird für einen bestimmten Zeitraum das Nachchargieren gesperrt.

4) Bei wiederholt zu geringer Dosiermenge wird die Produktion unterbrochen und eine Referenzfahrt durchgeführt.

5) Mit dem Öffnen der Form wird ein Chargiervorgang ausgelöst, sofern der Badspiegel nicht über dem Maximalwert liegt oder die Schmelzetemperatur T_S zu niedrig ist.

[0090] Fig. 6 zeigt eine Variante der Kopplung zwischen Druckgießmaschine und Steigrohr 18. Kurz unter der Mündung des Steigrohrs 18 befindet sich eine Vorkammer 51, die über einen Verbindungskanal 53 mit der Füllkammer 45 verbunden ist. Und zwar mündet der Verbindungskanal 53 so in die Füllkammer 45, daß zuviel dosierte Schmelze automatisch in die Vorkammer 51 zurückfließt, nachdem der Kolben der Druckgießmaschine die Mündung des Steigrohres 18 überfahren hat, wobei in diesem Augenblick der Gasdruck im Dosierofen zurückgenommen wird. Die Mündung des Verbindungskanals 53 in der Füllkammer 45 muß deshalb an einer Stelle plaziert werden, an der die Füllstandshöhe möglichst exakt der Dosiermenge eines Schusses entspricht.

[0091] In Fig. 7 ist eine weitere Variante der Kopplung zwischen Druckgießmaschine und Steigrohr 18 dargestellt. Das Steigrohr 18 ist mit einer beheizten, in sich geschlossenen Vorkammer 51 über eine Überlaufkante 54 verbunden. Das Volumen der Vorkammer 51 entspricht in diesem Fall genau einer Schußmenge. Ein von der Füllkammer 45 der Druckgießmaschine ausgehendes Rohr 52 taucht in die Vorkammer 51 ein. Die Ankopplung an die Füllkammer 45 ist somit etwas flexibel. Das Füllen der Füllkammer 45 erfolgt mittels Erzeugen einer Druckdifferenz zwischen der Vorkammer 51 und der Füllkammer 45 über eine Schutzgasleitung 55, nachdem der Gasdruck im Dosierofen zurückgenom-

men wurde.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verarbeiten einer Metallschmelze, insbesondere einer Leichtmetallschmelze, mittels eines gekapselten, mit Schutzgas beaufschlagten Dosierofens, in dem die Badhöhe gemessen und von dem aus die Gießmaschine oder -form mit einer quantifizierbaren Schmelzemenge mittels Druckbeaufschlagung des Schutzgases im Dosierofen beschickt wird, wobei der Gießprozess unter Schutzgas erfolgt,
   dadurch gekennzeichnet,
   daß die einem Bruttoabguss entsprechende Schmelzemenge einer an den Dosierofen angekoppelten Gießmaschine oder -form mittels Erhöhung des Gasdrucks im Dosierofen zugeführt wird, wobei die Erhöhung des Gasdrucks der Höhendifferenz zwischen dem Badspiegel der Schmelze und einem Füllstandssollwert in der Gießmaschine oder -form entspricht,
   daß im Dosierofen die Temperatur der Schmelze gemessen und auf einen voreingestellten Temperaturwert geregelt wird,
   daß der Schmelzestand im Steigrohr gemessen und zwischen voreingestellten Grenzwerten geregelt wird und
   daß der Schutzgasdruck im Dosierofen so geregelt wird, daß der Schmelzestand im Steigrohr unabhängig von der Badhöhe im Dosierofen vor jedem Zuführen von Schmelze zur Gießmaschine oder -form im wesentlichen gleich ist,
   wobei die Dosiermenge und die Gießtemperatur mittels der zugefuhrten Heizleistungen, der Menge des zugeführten Chargiermaterials und der entnommenen Schmelzemenge als Stellund Störgrößen zwischen wählbaren Grenzwerten gehalten werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gasdruck des Schutzgases im Dosierofen gemessen und in Abhängigkeit von der Badhöhe der Schmelze im Dosierofen nach einer voreingestellten Funktion geregelt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die der Gießmaschine oder -form zugeführte Schmelze im Steigrohr beheizt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Temperatur der Schmelze im Steigrohr gemessen und über die am Steigrohr zugeführte Heizleistung auf einen voreingestellten Temperaturwert geregelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das zugeführte Chargiermaterial vor dem Einbringen in den Dosierofen vorerwärmt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Temperatur des vorerwärmten Chargiermaterials gemessen und über die bei der Vorerwärmung zugeführte Heizleistung auf einen voreingestellten Temperaturwert geregelt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche , **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schmelze induktiv beheizt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Heizleistung frequenzgeregelt wird.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche , **dadurch gekennzeichnet, daß** der Badspiegel der Schmelze bei Chargierung mit festem Legierungsmaterial zwischen einem Maximalwert und einem Minimalwert so geregelt wird, daß das Schmelzevolumen höchstens um ca. 2% schwankt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Badspiegel der Schmelze bei Chargierung mit flüssigem Legierungsmaterial zwischen einem Maximalwert und Minimalwert so geregelt wird, daß das Schmelzevolumen höchstens um 50% schwankt.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Gasdruck im Dosierofen ständig über dem äußeren Atmosphärendruck gehalten wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** festes Legierungsmaterial bei der Chargierung im oberen Bereich der Schmelze festgehalten wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schmelze stets entgegen der Schwerkraft gefördert wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zum zeitlich vom Gießprozess unabhängigen Dosieren eine an der Gießmaschine oder -form anzuordnende Vorkammer mit der Schmelze gefüllt wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Schutzgas Argon verwendet wird.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die einzelnen Regelkreise in einer programmierbaren Steuerung vernetzt werden.

17. Gekapselter und mit Schutzgas beaufschlagter, mit einem Füllstandssensor (17) für die Badhöhe (H) der Schmelze ausgerüsteter Dosierofen, der eine Einrichtung (1) zur Nachchargierung mit festem oder flüssigem Chargiermaterial aufweist, über ein Steigrohr (18) mit einer Gießmaschine oder -form (27) verbindbar und mit einer Heizeinrichtung (11, 28) versehen ist, zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche **gekennzeichnet durch**
einen Regler (13), der auf die Einrichtung zur Nachchargierung einwirkt und geführt wird entweder von dem Füllstandssensor (17) für die Badhöhe der Schmelze im Ofen oder von dem Signal des Füllstandssensors (56) im Steigrohr in Verbindung mit dem momentanen Ofendruck und
einen von dem Füllstandssensor (17) für die Badhöhe der Schmelze im Ofen oder von dem Signal des Füllstandssensors (56) im Steigrohr in Verbindung mit dem momentanen Ofendruck geführten Regler (25), der den für eine genaue Dosierung erforderlichen Dosierdruck für das Schutzgas (16) bewirkt.

18. Dosierofen nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem Regler (25) die mit dem Füllstandsensor (17) gemessene Badhöhe (H) der Schmelze als Störgröße angeschaltet ist.

19. Dosierofen nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einrichtung zur Nachchargierung mit festem Chargiermaterial (1) eine mit einer schlauchförmigen Dichtung (4) versehenen Schleuse (5) und einen mit dem Füllstandsensor (17) zusammenwirkenden Vorschubantrieb (3) für das Chargiermaterial (1) aufweist.

20. Dosierofen nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einrichtung zur Nachchargierung mit festem Chargiermaterial (1) eine Schleuse (30) mit einer durch einen Schieberzylinder (31) verschiebbaren Materialkammer (36), an deren offenen Enden in einer oberen und unteren Position der Materialkammer (36) wechselweise öffnende und schließende Schieber (32, 33) befestigt sind, und mit einem über einen Wegsensor (2) gesteuerten Vorschubeinrichtung (3) für die obere Position der Materialkammer (36) und eine Gasdruckregeleinrichtung (34, 35) aufweist.

21. Dosierofen nach einem der Ansprüche 17 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** er eine teilweise in die Schmelze eintauchende, mit der Schleuse (5, 30) verbundene Auflageschiene (14) für die selbsthemmende Auflage von festem Chargiermaterials (1) aufweist.

22. Dosierofen nach einem der Ansprüche 17 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schleuse (5, 30) mit einer temperaturgeregelten Heizeinrichtung (6) für das Chargiermaterial (1) ausgerüstet ist.

23. Dosierofen nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einrichtung zur Nachchargierung mit flüssigem Chargiermaterial (1) aus einem an ein Einfüllrohr (38) des Dosierofens ankoppelbaren Schmelzegefäß (37) besteht, das mit einer mit dem Füllstandsensor (17) zusammenwirkenden Fördereinrichtung für die Schmelze ausgerüstet ist.

24. Dosierofen nach einem der Ansprüche 17 bis 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Steigrohr (18) mit einer temperaturgeregelten Heizeinrichtung (19) für die Schmelze ausgerüstet ist.

25. Dosierofen nach einem der Ansprüche 17 bis 24, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Tiegel (9) des Dosierofens aus Stahl besteht.

26. Dosierofen nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Stahltiegel (9) in einer Schmelzeauffangwanne (23) angeordnet ist.

27. Dosierofen nach einem der Ansprüche 25 oder 26, **dadurch gekennzeichnet, daß** er induktiv beheizt und der Stahltiegel (9) mit Feuerfestmaterial (29) in die Induktionsheizung (28) eingestampft ist.

28. Dosierofen nach einem der Ansprüche 17 bis 27, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Steigrohr (18) ein Fassungsvolumen von mindestens einem Bruttoabguß hat.

29. Dosierofen nach einem der Ansprüche 17 bis 28, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Steigrohr (18) direkt von unten mit der Füllkammer (45) einer Druckgießmaschine oder der Druckgießform (46) verbunden ist.

30. Dosierofen nach einem der Ansprüche 17 bis 29, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Steigrohr (18) in eine Vorkammer (51) mündet, welche über ein kurzes Rohr (52) mit der Füllkammer (45) der Druckgießmaschine verbunden ist.

31. Dosierofen nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorkammer (51) eine Überlaufkante (54) aufweist.

32. Dosierofen nach einem der Ansprüche 17 bis 31,

dadurch gekennzeichnet, daß das Steigrohr (18) von unten mit der Füllkammer (45) einer Druckgießmaschine verbunden ist und einen zweiten, in Höhe der beabsichtigten Füllstandhöhe in die Füllkammer mündenden Verbindungskanal (53) hat.

33. Dosierofen nach einem der Ansprüche 17 bis 32 **dadurch gekennzeichnet, daß** eine zentrale Steuerung (49) der Druckgießmaschine zur Übergabe von Prozessparametern über eine Signalleitung (50) mit einer zentralen Ofensteuerung (48) verbunden ist.

Claims

1. A method for processing a molten metal, in particular a molten light metal, by means of an encapsulated metering furnace which is under inert gas and of which the bath level is measured and which is connected to a casting machine or casting mould which is fed with a quantifiable amount of molten metal as a result of pressure being applied to the inert gas in the metering furnace, while the casting process takes place under inert gas,
characterized
in that the amount of molten metal which corresponds to one gross casting is fed to the linked casting machine or casting mould as a result of the gas pressure in the metering furnace being increased, the increase in gas pressure corresponding to the difference in height between the bath level of the molten metal and a filling-level desired value in the casting machine or casting mould,
in that in the metering furnace the temperature of the molten metal is measured and is regulated to a preset temperature value,
in that the molten-metal level in the riser is measured and is regulated between preset limit values, and
in that the gas pressure in the inert gas in the metering furnace is regulated in such a way that the molten-metal level in the riser is substantially identical irrespective of the bath level in the metering furnace before each feed of molten metal to the casting machine or casting mould,
the metered amount and the casting temperature being kept between selectable limit values as control and disturbance variables by means of the heating power supplied, the amount of charge material supplied and the amount of molten metal removed.

2. The method as claimed in claim 1, **characterized in that** the gas pressure of the inert gas in the metering furnace is measured and is regulated as claimed in a preset function depending on the bath level of the molten metal in the metering furnace.

3. The method as claimed in claims 1 or 2, **characterized in that** the molten metal fed to the casting machine or casting mould is heated in the riser.

4. The method as claimed in claim 3, **characterized in that** the temperature of the molten metal in the riser is measured and is regulated to a preset temperature value by means of the heating power supplied in the riser.

5. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the charge material supplied is preheated before it is introduced into the metering furnace.

6. The method as claimed in claim 5, **characterized in that** the temperature of the preheated charge material is measured and is regulated to a preset temperature value by means of the heating power supplied during the preheating.

7. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the molten metal is inductively heated.

8. The method as claimed in claim 7, **characterized in that** the heating power is frequency-controlled.

9. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the bath level of the molten metal during charging with solid alloy material is regulated between a maximum and a minimum, in such a way that the volume of molten metal fluctuates by at most approximately 2 %.

10. The method as claimed in one of claims 1 to 8, **characterized in that** the bath level of the molten metal, during charging with liquid alloy material, is regulated between a maximum and a minimum in such a way that the volume of molten metal fluctuates by at most 50 %.

11. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the gas pressure in the metering furnace is kept constantly above the external atmospheric pressure.

12. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** solid alloy material is retained in the upper region of the molten metal during charging.

13. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the molten metal is always conveyed counter to the force of gravity.

14. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** a pre-chamber which

is to be arranged on the casting machine or casting mold is filled with the molten metal in order to allow metering which is temporally independent of the casting process.

15. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the inert gas used is argon.

16. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the individual control circuits are linked together in a programmable control unit.

17. An encapsulated metering furnace which is under inert gas, is connectable to a casting machine or casting mould (27), via a riser (18) and is provided with a heater device (11, 28), a filling sensor (17) for the bath level (H) of the molten metal and a device for recharging with solid or liquid charge materials (1), for carrying out the method as claimed in one of the preceding claims,
characterized by
a controller (13) which acts on the device for recharging and is directed by the filling level sensor (17) for the bath level of the molten metal in the furnace or by the signal of the filling level sensor (56) in the riser in connection with the instantaneous gas pressure in the furnace and
a controller (25) which causes the metering pressure needed for the inert gas for an exact metering and which is directed by the filling level sensor (17) for the bath level of the molten metal in the furnace or by the signal of the filling level sensor (56) in the riser in connection with the instantaneous gas pressure in the furnace.

18. The metering furnace as claimed in claim 17, **characterized in that** the bath level (H) of the molten metal, which has been measured by the filling-level sensor (17), is fed to the controller (25) as a disturbance.

19. The metering furnace as claimed in claim 17 or 18, **characterized in that** the device for recharging with solid charge material (1) has a lock (5), which is provided with a hose-like seal (4) and a feeding drive (3), which interacts with the filling-level sensor (17) for the charge material.

20. The metering furnace as claimed in claim 17 or 18, **characterized in that** the device for recharging with solid charge material (1) has a lock (30) with a material chamber (36) which can be displaced by means of a slide cylinder and to the open ends of which slides (32, 33) are attached, which slides alternately open and close in an upper and lower position of the material chamber (36), and with a feeding device (3), which is controlled by means of a displacement sensor (2), for the upper position of the material chamber (36) and a gas-pressure regulating device (34, 35).

21. The metering furnace as claimed in one of claims 17 to 20, **characterized in that** it has a support rail (14), which is partially immersed in the molten metal and is connected to the lock (5, 30) for the self-locking support of solid charge material (1).

22. The metering furnace as claimed in one of claims 17 to 21, **characterized in that** the lock (5, 30) is equipped with a temperature-controlled heater device (6) for the charge material.

23. The metering furnace as claimed in claim 17 or 18, **characterized in that** the device for recharging with liquid charge material (1) comprises a melting vessel (37) which can be coupled to a filling pipe (38) of the metering furnace and is equipped with a delivery device, which interacts with the filling-level sensor (17) for the molten metal.

24. The metering furnace as claimed in one of claims 17 to 23, **characterized in that** the riser (18) is equipped with a temperature-controlled heater device (19) for the molten metal.

25. The metering furnace as claimed in one of claims 17 to 24, **characterized in that** the crucible (9) of the metering furnace consists of steel.

26. The metering furnace as claimed in claim 25, **characterized in that** the steel crucible (9) is arranged in a molten-metal collecting vessel (23).

27. The metering furnace as claimed in either of claims 25 and 26, **characterized in that** it is inductively heated and the steel crucible (9) is rammed with refractory material (29) into the induction heating (28).

28. The metering furnace as claimed in one of claims 17 to 27, **characterized in that** the riser (18) has a volume of at least one gross casting.

29. The metering furnace as claimed in one of claims 17 to 28, **characterized in that** the riser (18) is directly connected from below to the shot sleeve (45) of a die-casting machine or the die-casting die (46).

30. The metering furnace as claimed in one of claims 17 to 29, **characterized in that** the riser (18) opens out into a pre-chamber (51) which is connected to the shot sleeve (45) of the die-casting machine via a short pipe (52).

31. The metering furnace as claimed in claim 30, **char-**

acterized in that the pre-chamber (51) has an overflow edge (54).

32. The metering furnace as claimed in one of claims 17 to 31, **characterized in that** the riser (18) is connected, from below, to the shot sleeve (45) of a die-casting machine and has a second connection channel (53) which opens out into the shot sleeve at the level of the intended filling level.

33. The metering furnace as claimed in one of claims 17 to 32, **characterized in that** a central control unit (49) of the die-casting machine is connected to a central furnace control unit (48) in order to transmit process parameters via a signal line (50).

Revendications

1. Procédé pour la transformation d'une coulée métallique, notamment d'une coulée de métal léger, au moyen un four de dosage blindé, recevant du gaz protecteur, dans lequel la hauteur de bain est mesurée et à partir duquel la machine ou le moule de coulée est chargé d'une quantité de coulée quantifiable au moyen d'une sollicitation par pression du gaz protecteur dans le four de dosage, le processus de coulée ayant lieu sous gaz protecteur,
caractérisé en ce
que la quantité de coulée correspondant à un moulage brut est acheminée à une machine ou un moule de coulée raccordé au four de dosage au moyen d'une augmentation de la pression de gaz dans le four de dosage, l'augmentation de la pression de gaz correspondant à la différence de hauteur entre le niveau du bain de la coulée et une valeur théorique de niveau de remplissage dans la machine ou le moule de coulée,
que la température de la coulée est mesurée dans le four de dosage et est réglée à une valeur de température fixée d'avance,
que le niveau de la coulée dans la conduite ascendante est mesuré et est réglé entre des valeurs limites fixées d'avance et
que la pression de gaz protecteur dans le four de dosage est réglée de manière à ce que le niveau de la coulée dans la conduite ascendante soit substantiellement identique indépendamment de la hauteur du bain dans le four de dosage avant chaque acheminement de coulée vers la machine ou le moule de coulée,
que la quantité de dosage et la température de coulée étant maintenues en tant que valeurs de réglage et de perturbation entre des valeurs limites optionnelles au moyen des puissances de chauffage acheminées, de la quantité de matière de chargement acheminée et de la quantité de coulée prélevée.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pression de gaz du gaz protecteur dans le four de dosage est mesurée et est réglée en fonction de la hauteur du bain de la coulée dans le four de dosage selon une fonction prédéfinie.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la coulée acheminée vers la machine ou le moule de coulée est chauffée dans la conduite ascendante.

4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la température de la coulée est mesurée dans la conduite ascendante et est réglée à une valeur de température prédéfinie par l'intermédiaire d'une puissance de chauffage acheminée dans la conduite ascendante.

5. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la matière de chargement acheminée est préchauffée avant son introduction dans le four de dosage.

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la température de la matière de chargement préchauffée est mesurée et est réglée à une valeur de température prédéfinie par l'intermédiaire de la puissance de.chauffage acheminée lors du préchauffage.

7. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la coulée est chauffée par induction.

8. Procédé selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** la puissance de chauffage est réglée au niveau de la fréquence.

9. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le niveau du bain de coulée est réglé lors du chargement avec une matière alliée solide entre une valeur maximale et une valeur minimale, de manière à ce que le volume de coulée varie au plus d'environ 2 %.

10. Procédé selon une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le niveau du bain de coulée est réglé lors du chargement avec une matière alliée liquide entre une valeur maximale et une valeur minimale, de manière à ce que le volume de coulée varie au plus d'environ 50 %.

11. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pression de gaz dans le four de dosage est maintenue constamment au dessus de la pression atmosphérique extérieure.

12. Procédé selon une des revendications précéden-

tes, **caractérisé en ce que** de la matière alliée solide est maintenue lors du chargement dans la zone supérieure de la coulée.

13. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la coulée est convoyée constamment dans le sens inverse de la force de gravité.

14. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, pour un dosage indépendant au niveau du temps du processus de coulée, une précellule à installer sur la machine ou le moule de coulée est remplie de coulée.

15. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**on utilise de l'argon comme gaz protecteur.

16. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les différentes boucles d'asservissement sont mises en réseau dans une commande programmable.

17. Four de dosage blindé recevant du gaz protecteur, équipé d'un capteur de niveau de remplissage (17) pour la hauteur de bain (H) de la coulée, qui présente un dispositif (1) pour le rechargement avec de la matière de chargement solide ou liquide, pouvant être relié par une conduite ascendante (18) à une machine ou un moule de coulée (27) et muni d'un dispositif de chauffage (11, 28), pour la réalisation du procédé selon une des revendications précédentes,
caractérisé par
un régulateur (13) qui agit sur le dispositif de rechargement et est géré soit par le capteur de niveau de remplissage (17) pour la hauteur de bain de la coulée dans le four, soit par le signal du capteur de niveau de remplissage (56) dans la conduite ascendante en liaison avec la pression momentanée du four et
un régulateur (25) géré par le capteur de niveau de remplissage (17) pour la hauteur de bain de coulée dans le four ou par le signal du capteur de niveau de remplissage (56) dans la conduite ascendante en liaison avec la pression momentanée du four, régulateur qui provoque une pression de dosage pour le gaz protecteur (16) nécessaire pour un dosage précis.

18. Four de dosage selon la revendication 17, **caractérisé en ce qu'**est attribuée comme grandeur de perturbation au régulateur (25) la hauteur de bain (H) de la coulée mesurée à l'aide du capteur de niveau de remplissage (17).

19. Four de dosage selon la revendication 17 ou 18, **caractérisé en ce que** le dispositif de rechargement en matière de chargement solide (1) présente un sas (5) équipé d'un joint de forme tubulaire (4) et une propulsion vers l'avant (3) pour la matière de chargement (1) coopérant avec le capteur de niveau de remplissage (17).

20. Four de dosage selon la revendication 17 ou 18, **caractérisé en ce que** le dispositif de rechargement en matière de chargement solide (1) présente un sas (30) avec une cellule de matière (36) pouvant être déplacée grâce à un cylindre à tiroirs (31), aux extrémités ouvertes duquel des tiroirs (32, 33) s'ouvrant et se fermant alternativement en une position supérieure et inférieure de la cellule de matière (36) sont fixés, et avec un dispositif d'avancement (3) commandé par un détecteur de course (2) pour la position supérieure de la cellule de matière (36), et un dispositif de réglage de la pression de gaz (34, 35).

21. Four de dosage selon une des revendications 17 à 20, **caractérisé en ce qu'**il présente un rail d'appui (14) plongeant partiellement dans la coulée et relié au sas (5, 30) pour l'appui avec blocage automatique de la matière de chargement solide (1).

22. Four de dosage selon une des revendications 17 à 21, **caractérisé en ce que** le sas (5, 30) est équipé d'un dispositif de chauffage à régulation de température (6) pour la matière de chargement (1).

23. Four de dosage selon la revendication 17 ou 18, **caractérisé en ce que** le dispositif de rechargement en matière de chargement liquide (1) consiste en un récipient de coulée (37) pouvant être raccordé à un tuyau de remplissage (38) du four de dosage, récipient qui est équipé d'un dispositif de convoyage pour la coulée coopérant avec le capteur de niveau de remplissage (17).

24. Four de dosage selon une des revendications 17 à 23, **caractérisé en ce que** la conduite ascendante (18) est équipée d'un dispositif de chauffage à régulation de température (19) pour la coulée.

25. Four de dosage selon une des revendications 17 à 24, **caractérisé en ce que** le creuset (9) du four de dosage est en acier.

26. Four de dosage selon la revendication 25, **caractérisé en ce que** le creuset en acier (9) est disposé dans un bac collecteur de coulée (23).

27. Four de dosage selon une des revendications 25 ou 26, **caractérisé en ce qu'**il est chauffé par induction et que le creuset en acier (9) entouré d'une matière résistante au feu (29) est poussé dans le

chauffage à induction (28).

28. Four de dosage selon une des revendications 17 à 27, **caractérisé en ce que** la conduite ascendante (18) a une capacité d'au moins un moulage brut.

29. Four de dosage selon une des revendications 17 à 28, **caractérisé en ce que** la conduite ascendante (18) est reliée directement par le bas à la cellule de remplissage (45) d'une machine de coulée sous pression ou du moule de coulée sous pression (46).

30. Four de dosage selon une des revendications 17 à 29, **caractérisé en ce que** la conduite ascendante (18) débouche dans une pré-cellule (51) qui est reliée à la cellule de remplissage (45) de la machine de coulée sous pression par l'intermédiaire d'un court tuyau (52).

31. Four de dosage selon la revendication 30, **caractérisé en ce que** la pré-cellule (51) présente un bord-déversoir (54).

32. Four de dosage selon une des revendications 17 à 31, **caractérisé en ce que** la conduite ascendante (18) est reliée par le bas à la cellule de remplissage (45) d'une machine de coulée sous pression et possède un deuxième canal de liaison (53) débouchant dans la cellule de remplissage à hauteur du niveau de remplissage envisagé.

33. Four de dosage selon une des revendications 17 à 32, **caractérisé en ce que** la commande centrale (49) de la machine de coulée sous pression est reliée à une commande centrale de four (48) pour la transmission de paramètres de traitement par l'intermédiaire d'une ligne de transmission de données (50).

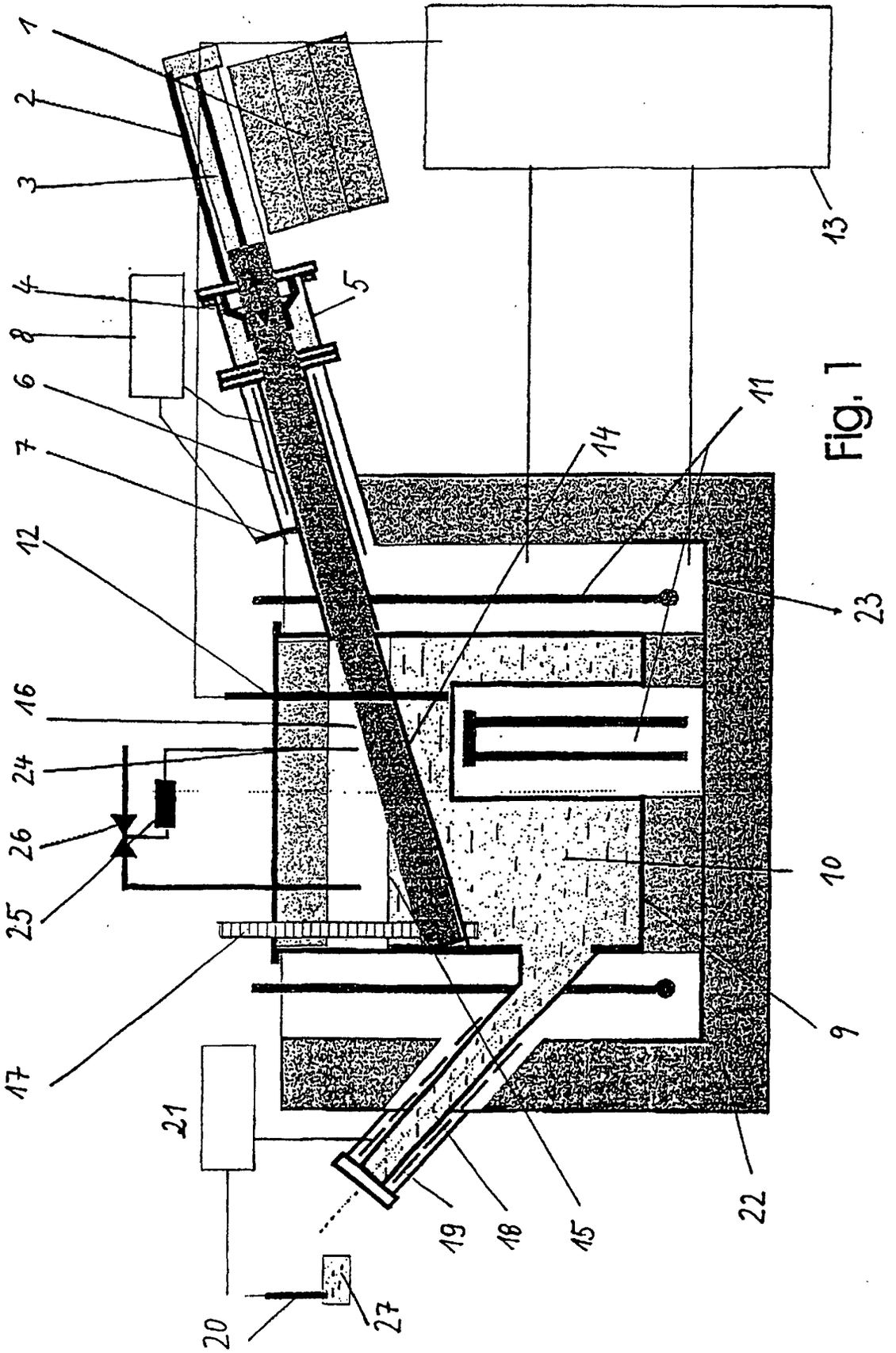

Fig. 1

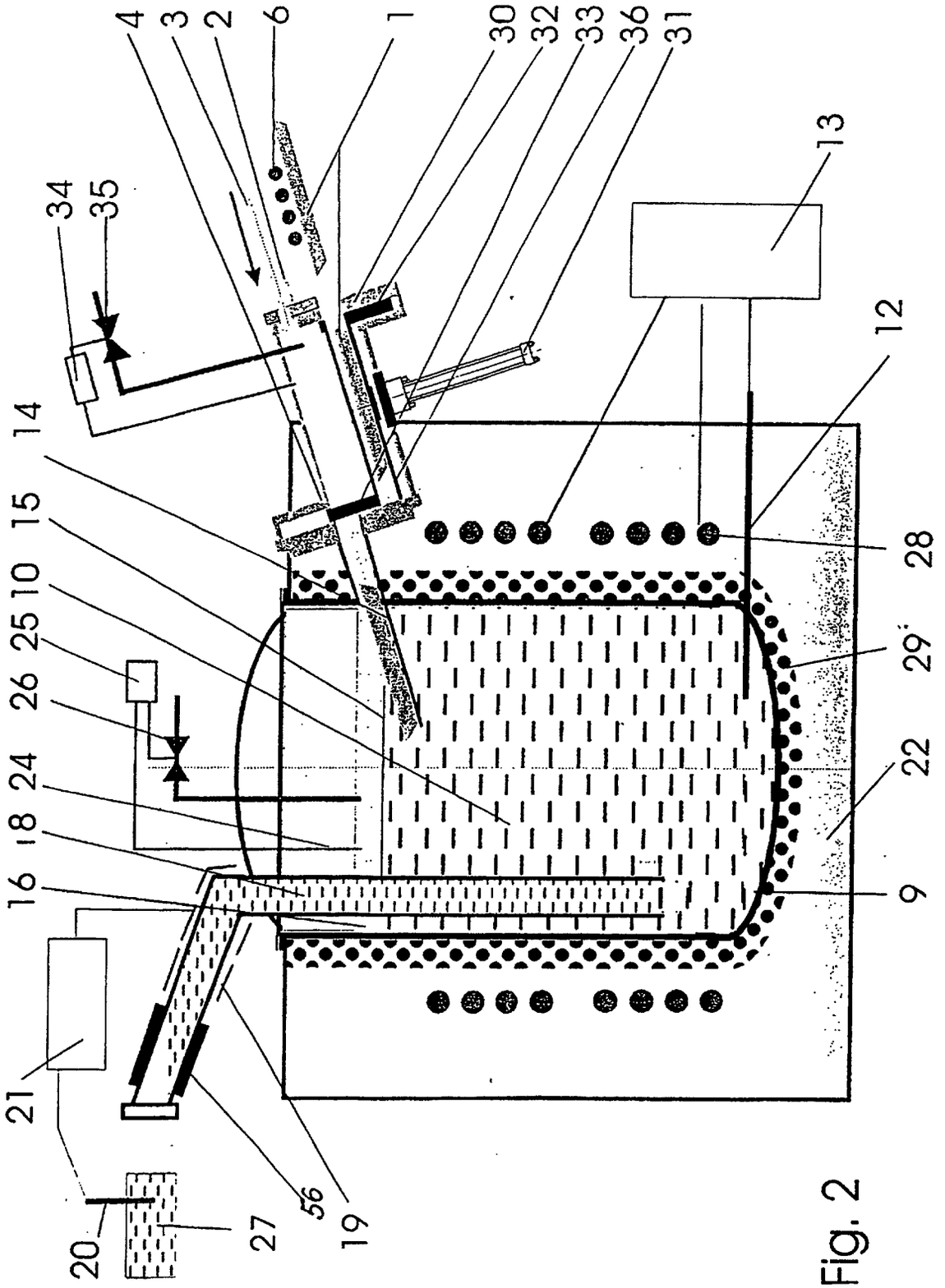
4
3
2
6
1
30
32
33
36
31
13
34
35
12
14
15
28
10
25
29
26
22
24
18
9
16
21
56
19
20
27

Fig. 2

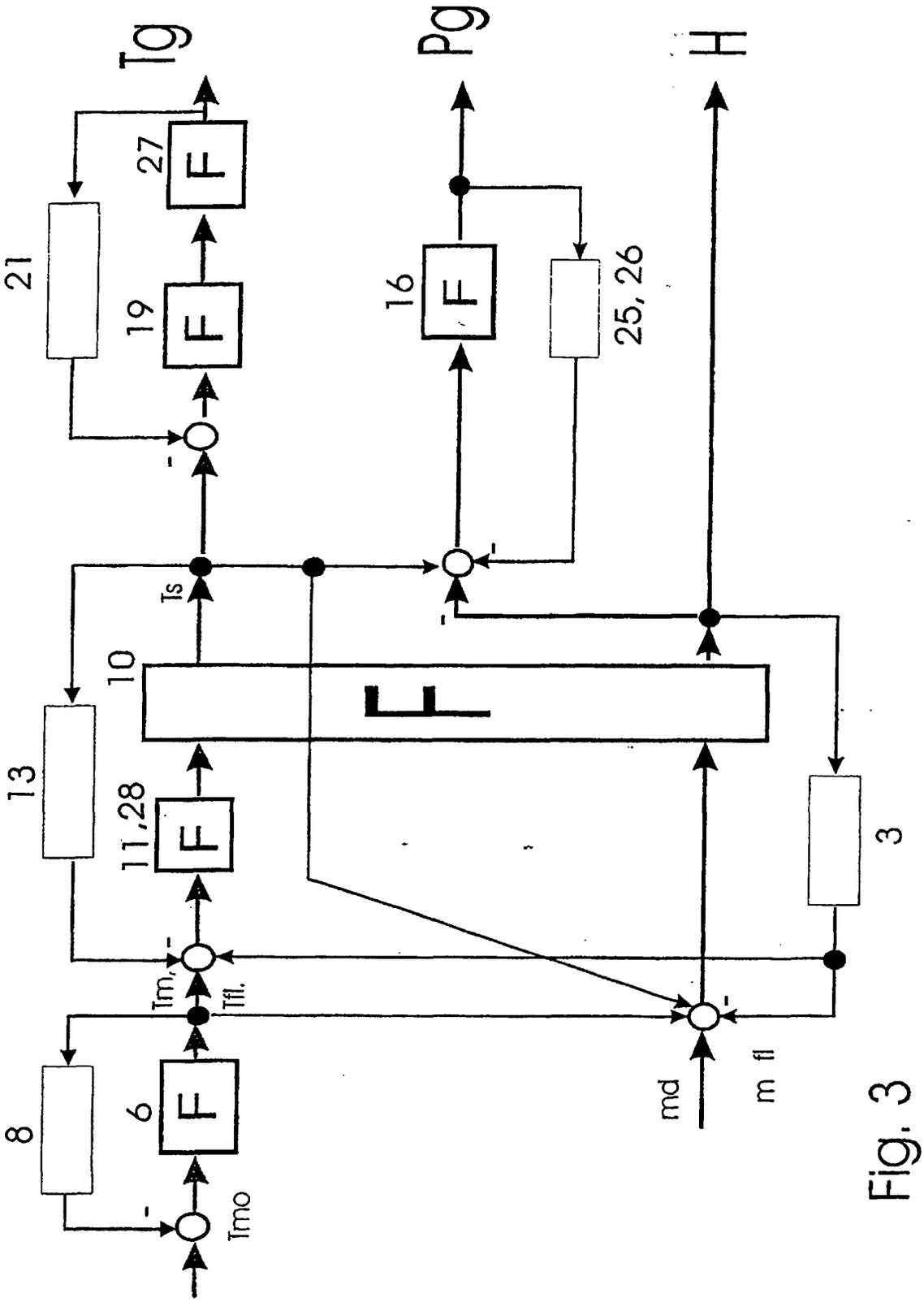

Fig. 3

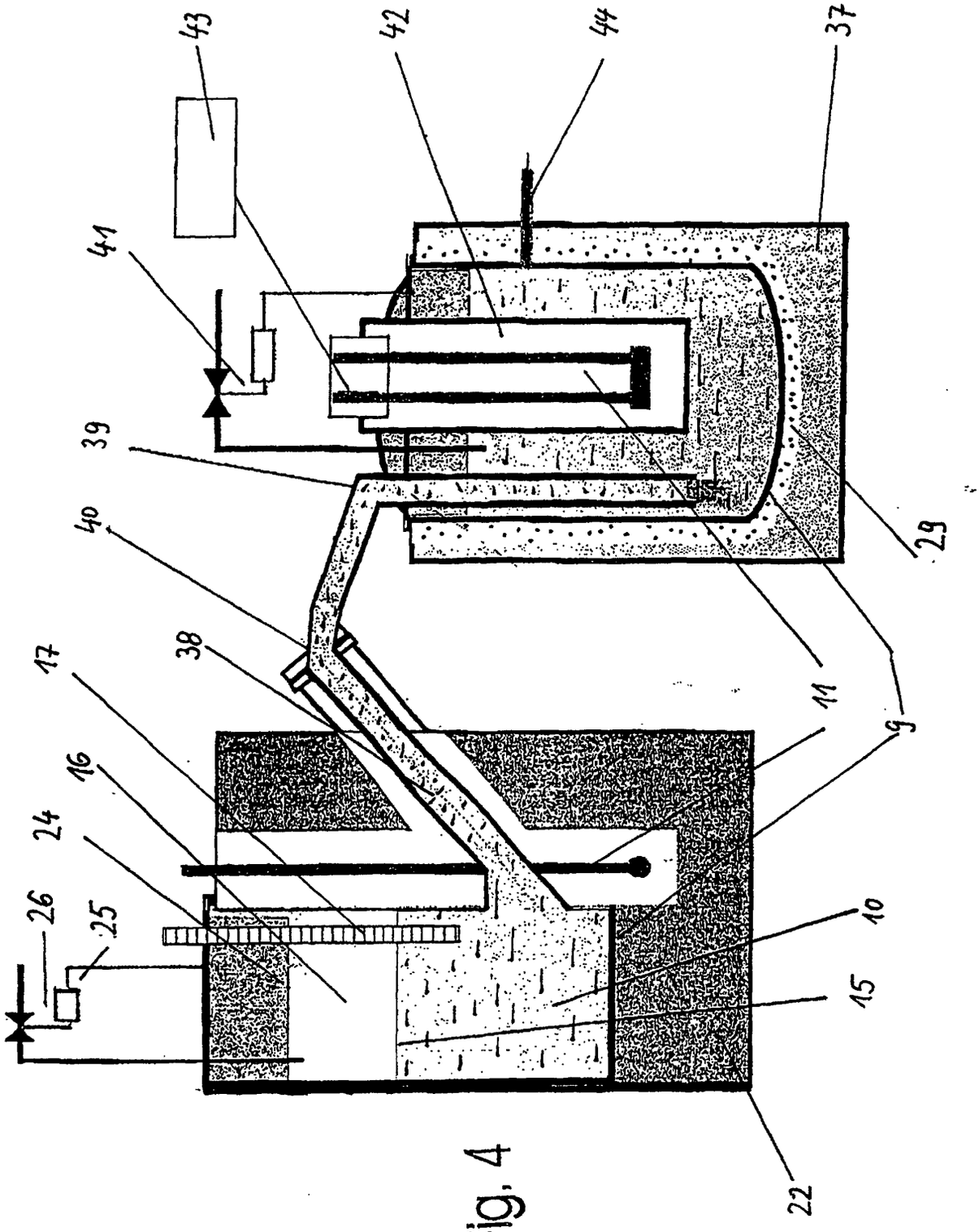

Fig. 4

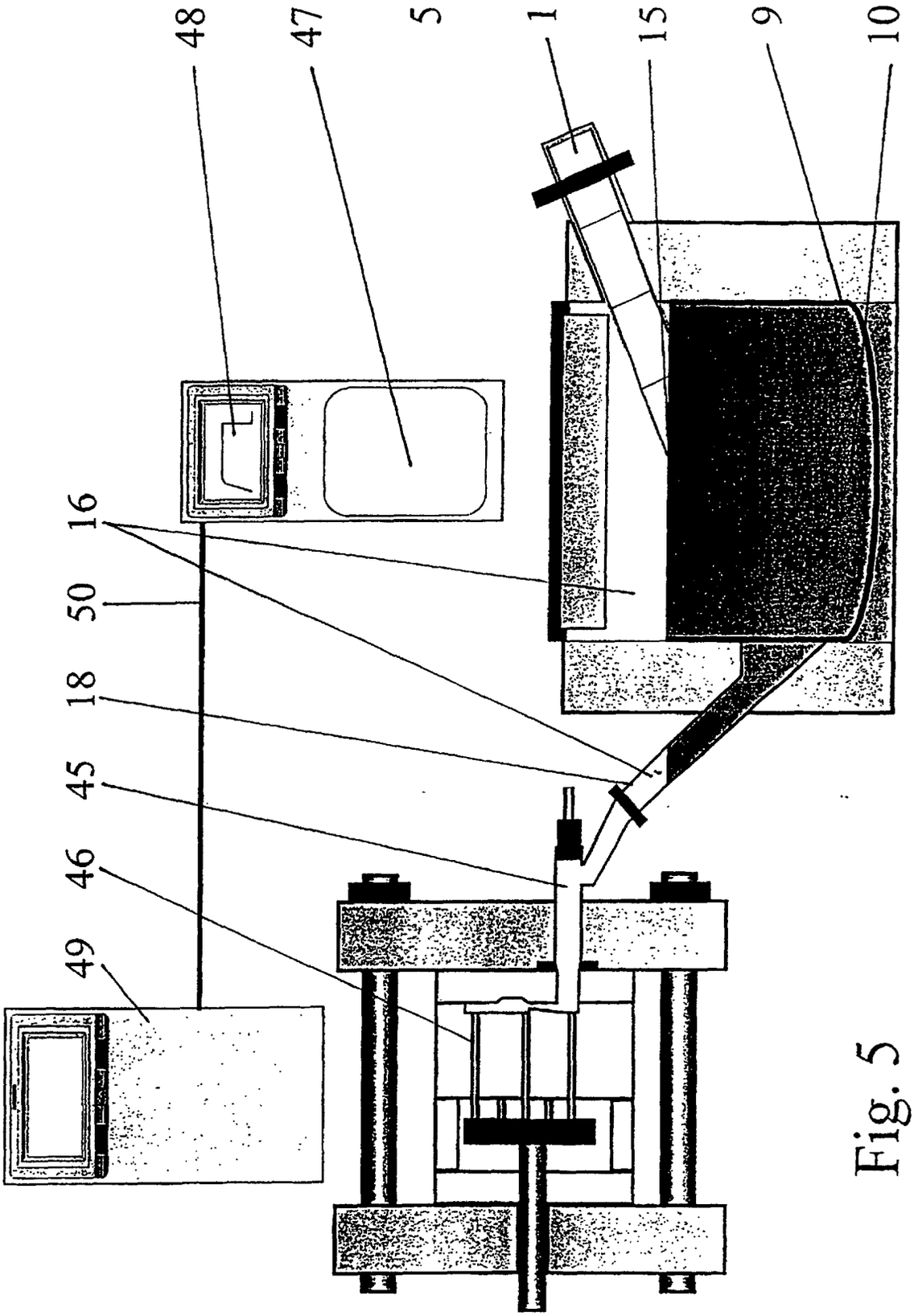

Fig. 5

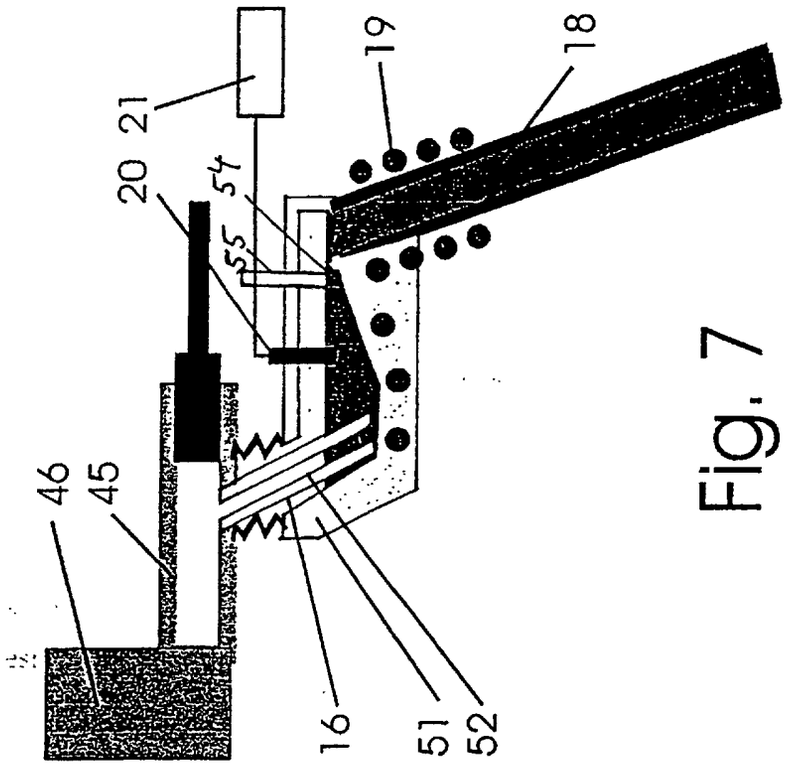

Fig. 7

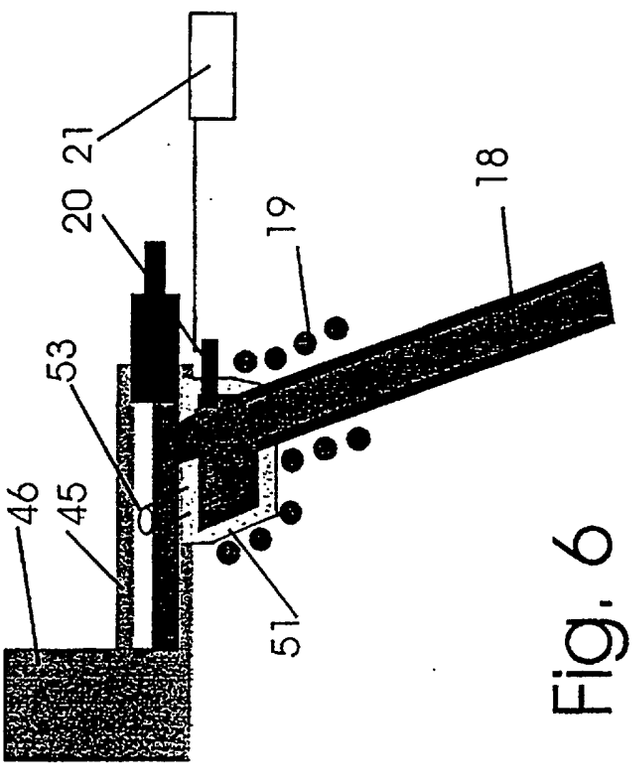

Fig. 6