

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 956 916 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
15.09.2004 Patentblatt 2004/38

(51) Int Cl.7: **B22D 18/04**

(21) Anmeldenummer: **99108387.4**

(22) Anmeldetag: **29.04.1999**

(54) **Verfahren zum steigenden Niederdruck-Giessen von Metall, insbesondere Leichtmetall**

Low pressure bottom casting process for casting metals, especially light metals

Procédé de coulée de fond à faible pression pour la coulée de métaux, en particulier de métaux légers

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

(30) Priorität: **13.05.1998 DE 19821419**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.11.1999 Patentblatt 1999/46

(73) Patentinhaber: **Georg Fischer Fahrzeugtechnik
AG
8201 Schaffhausen (CH)**

(72) Erfinder:
• **Damm, Norbert
8200 Schaffhausen (CH)**
• **Zulauf, Herbert
8245 Feuerthalen (CH)**

(74) Vertreter: **Lichti, Heiner, Dipl.-Ing. et al
Patentanwälte,
Dipl.-Ing. Heiner Lichti,
Dipl.-Phys. Dr. rer. nat. Jost Lempert,
Dipl.-Ing. Hartmut Lasch,
Postfach 41 07 60
76207 Karlsruhe (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 937 525 WO-A-93/11892
WO-A-95/32826**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 237 (M-250), 21. Oktober 1983 (1983-10-21) & JP 58 125358 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 26. Juli 1983 (1983-07-26)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 057 (M-1210), 13. Februar 1992 (1992-02-13) & JP 03 254353 A (TOYO MACH & METAL CO LTD), 13. November 1991 (1991-11-13)**

EP 0 956 916 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum steigenden Niederdruck-Gießen von Metall, insbesondere Leichtmetall, indem eine mit wenigstens einem Speiser versehene Gießform mit ihrem Einguß über ein Steigrohr an einen Schmelzbehälter angeschlossen und die darin enthaltene Schmelze unter Druck durch das Steigrohr in die Gießform verdrängt wird.

[0002] Leichtmetalle, insbesondere Aluminium, haben in der Vergangenheit als Konstruktionswerkstoff zunehmende Bedeutung gewonnen. Dies gilt auch für den Kraftfahrzeugbau, insbesondere den Motorenbau. So werden in neuerer Zeit Motorblöcke aus Aluminium hergestellt. Aufgrund der Großserienfertigung in der Automobilindustrie müssen auch Gießverfahren und Gießanlagen mit hoher Leistung zur Verfügung gestellt werden. Zugleich muß insbesondere bei hochbelasteten Bauteilen ein hoher Qualitätsstandard gewährleistet sein. Da Aluminium vor allem im Schmelzzustand mit Luftsauerstoff spontan oxidiert, bildet sich an offenen Schmelze-Oberflächen bei Anwesenheit von Sauerstoff sehr schnell eine Oxidhaut.

[0003] Um dies so weit als möglich zu verhindern, hat sich beispielsweise sowohl für den Formenguß, als auch den Kokillenguß das Niederdruckgießen, insbesondere in der Ausführung des steigenden Gusses, bewährt, da hierbei die Schmelze nicht verwirbelt, sondern die Form bzw. Kokille mit einer beruhigten Schmelzefront gefüllt wird. Dadurch können insbesondere Oxideinschlüsse im Guß weitgehend vermieden werden.

[0004] Mit diesen für das Niederdruckgießen typischen Maßnahmen ist jedoch der Nachteil verbunden, daß die Leistung relativ gering ist. Dies ist unter anderem auch darauf zurückzuführen, daß nach jedem Abguß der Druck im Schmelzegefäß abgesenkt werden muß, was wiederum mit dem Absinken der Schmelzesäule im Steigrohr verbunden ist. Dabei dringt Luftsauerstoff aus der Umgebung in das Steigrohr ein. Es bildet sich auf der wenn auch kleinen Oberfläche der Schmelzesäule eine Oxidhaut, die sich bei erneutem Ansteigen der Schmelzesäule beim nächsten Gießtakt an die Wandung des Steigrohrs anlegt und sich auf der Schmelzefront stets nachbildet. Dadurch wächst das Steigrohr allmählich zu. Bei hoher Leistung erfordert dies einen regelmäßigen Austausch des Steigrohrs in relativ kurzen Zeitintervallen, was wiederum zu einer Leistungsminderung führt. Von entscheidendem Nachteil ist ferner, daß die sich an der Oberfläche der Schmelzesäule bildende Oxidhaut in die Form oder Kokille eingeschleppt wird und sich später im Gußgefüge wiederfindet.

[0005] Bei Niederdruck-Gießanlagen ist es bekannt (WO 95/20449), im Bereich des Übergangs vom Steigrohr zur Form einen Verschuß vorzusehen. Dieser hat in erster Linie die Aufgabe, Verwirbelungen im Schmelzegefäß, insbesondere in dem oberhalb des Schmelzniveaus befindlichen Gaspolster zu vermeiden. Der Ver-

schluß besteht aus einer am Übergang zwischen Steigrohr und Einguß einzusetzenden Schmelzplatte mit niedrigerem Schmelzpunkt als die Aluminiumschmelze. Diese Verschußplatte wird bei Ansteigen der Schmelze verflüssigt. Diese flüssigen Fremdkomponenten werden in die Form eingeschleust und führen zu höchst unerwünschten Einschlüssen im Guß. Der Verschuß muß nach jedem Abguß ausgetauscht werden, so daß die Leistung entsprechend niedrig ist.

[0006] Bei einem anderen bekannten Verfahren (WO 97/37797) ist zwischen Mündung des Steigrohrs und der Form ein Nachspeiser in Form eines Behälters angeordnet, durch den hindurch die Schmelze aus dem Steigrohr in die Form verdrängt wird. Der Behälter weist einen bodenseitigen Schieberverschuß auf, der nach dem Füllen der Form schließt. Nach dem Abguß wird die Form zusammen mit dem Nachspeiser vom Steigrohr abgekoppelt und der Gießschwund durch Nachschieben von Schmelze aus dem Nachspeiser in die Form ausgeglichen. Auch hierdurch läßt sich die Leistung gegenüber herkömmlichen Niederdruck-Gießanlagen nicht erhöhen, zumal der Nachspeiser für den nächsten Gießtakt entleert und zur Gießstation zurückgeführt werden muß.

[0007] Nach einem älteren, nicht veröffentlichten Vorschlag der Anmelderin (DE 198 07 623) wird am Ende jedes Gießtaktes die vom Steigrohr in den Einguß der Form reichende Schmelzesäule nahe der Mündung des Steigrohrs unter gleichzeitigem Verschuß desselben abgesichert. Durch das Abscheren der Schmelzesäule nahe der Mündung des Steigrohrs bildet sich oberhalb der Schmelzesäule kein freies Volumen und damit auch keine freie Oberfläche, an der sich eine Oxidschicht am Steigrohr anlagern und kann dieses nicht zuwachsen. Durch den Verschuß ist ferner sichergestellt, daß bei dem nachfolgenden Gießtakt keine Oxidhaut in die Form eingeschleppt wird. Ferner ist von Vorteil, wenn nach dem Abscheren der Schmelzesäule im Schmelzegefäß zumindest ein die Schmelzesäule gegen den Verschuß haltender Überdruck aufrechterhalten wird. Durch diese Maßnahme kann die Leistung der Gießanlage erhöht werden.

[0008] Die Produktion von Leichtmetallguß in hohen Stückzahlen und hohen Gußtonnagen verlangt deutlich höhere spezifische Gießleistungen, die bisher im Bereich von 1 kg/s liegen. Um die Wirtschaftlichkeit der Anlagen zu verbessern, werden immer kürzere Taktzeiten angestrebt. Damit entsteht auch die Forderung nach kürzeren Gießzeiten je Takt, bzw. für gleiche Teilmassen die Forderung nach höherem Schmelzedurchsatz während der Formfüllung. Die beim steigenden Gießen höheren spezifischen Gießleistungen von deutlich mehr als 1 kg/sec, z. B. 3 - 10 kg/sec, führen zu hohen lokalen Gießgeschwindigkeiten. Diese sind aber durch die mangelnde Erosionsfestigkeit der Formstoffe, durch die Geometrie der Gußteile und Anschnitte in engen Querschnitten, am stärksten jedoch durch den unerwünsch-

ten dynamischen Füllstoß am Gießende limitiert. Der dynamische Füllstoß am Gießende hängt bei gegebener Teilegeometrie in erster Linie vom Entlüftungsverhalten der Form (Gasdurchlässigkeit bei Sandformen, Entlüftungsbohrungen etc.), in jedem Fall aber von der Giessgeschwindigkeit am Gießende kurz vor der vollständigen Füllung der Form ab.

[0009] Beim Sandgußverfahren, speziell im Naßgußverfahren, sind Oberflächenfehler an den Gußteilen bekannt, die vorwiegend durch den Füllstoß am Gießende verursacht werden. In der letzten Phase der Formfüllung wird die kinetische Energie der Schmelze an den hochliegenden Formflächen abrupt in Stoßenergie umgesetzt. Dieser dynamische Stoß treibt die Schmelze in die Poren der Sandoberfläche und erzeugt dort unerwünscht rauhe Oberflächen an der Gußkontur. Hierbei werden inhomogen verdichtete Formpartien unterschiedlich stark in Mitleidenschaft gezogen. In vielen Fällen müssen so geschädigte Gußteile aber mit erheblichem Putzaufwand nachbearbeitet oder als Ausschuß verworfen werden.

[0010] Ein weiterer Effekt dieses Füllstoßes führt zu erhöhter Gratbildung in den Teilungszonen der Formhälften und der Kerne. Gratbildung bedeutet aber aufwendige Putzarbeit, die je nach Teileart über 30 % der Gestehungskosten des Gußteiles ausmachen kann. Gratfeies bzw. gratarmes Gießen ist daher von großer wirtschaftlicher Bedeutung.

[0011] Eine dritte Fehlerart ist die Blasenbildung infolge von Luft- und Gaseinschlüssen, die während des Gießens, vorwiegend jedoch in der Phase kurz vor Gießende entstehen. Vorbeugend werden die Gießgase über Abluftkanäle, durch Luftpfefen, durch Verwendung von offenen Speisern oder Einsatz von Formstoffen mit hoher Gasdurchlässigkeit abgeführt. Fehler der vorgenannten Art treten bereits bei den heute üblichen geringen Gießleistungen von 1 bis 2 kg/sec für Aluminiumlegierungen auf. Wird die Gießleistung nennenswert erhöht, ist zu erwarten, dass die Gasblasenbildung in erheblichem Maße zunimmt. Für das steigende Gießen sind bisher verschiedene Methoden bekannt. So z. B. die Verwendung eines Gasdruckpolsters im Schmelzbehälter bzw. -ofen, welches die Schmelze über das an die Form angeschlossene Steigrohr füllt. Anstelle des Gasdrucks im Schmelzbehälter werden auch Elektromagnetpumpen am Fuß des Steigrohres eingesetzt, welche die Füllaufgabe übernehmen. In beiden Fällen kommt ein sogenanntes aktives Füllen zur Anwendung, d. h. der Füllvorgang wird in Form eines Geschwindigkeit-Zeit-Profils oder Volumen-Zeit-Profils in Abhängigkeit von der Niveauänderung im Schmelzbehälter gesteuert und geregelt (DE 33 17 474 = EP 0 128 280, EP 0 215 153). Mit diesen Methoden ist es prinzipiell möglich, dem unerwünschten dynamischen Füllstoß gegen Ende der Formfüllung entgegenzuwirken. Die Steigerung der Gußtonnage und damit die Erhöhung der Gießleistung je Gießtakt stellt jedoch neue Anforderungen an die bekannten Gießverfahren. Größere Schmel-

zedurchsätze führen zwangsläufig zu grösseren Schmelze- bzw. Ofenchargen und Ofenvolumen, weil die Nachfüllzyklen wegen der hohen Anforderungen an die Schmelzequalität nicht zu kurz werden dürfen. Große Ofenvolumina erschweren speziell beim Gasdruckfüllverfahren die Regelbarkeit des Füllprozesses. Die dort größere Massenträgheit der Schmelze führt bei raschen Änderungen der Ofendrucke zum Schwingen der Metallmasse im Ofen. Die Führung des Schmelze-Füllprofils wird dadurch erschwert oder unmöglich. Besonders zum Gießende hin kann die zuvor beschleunigte Masse der Schmelze nicht schnell genug und schwingungsfrei verzögert werden.

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, beim steigenden Gießen von Leichtmetall eine höhere Gießgeschwindigkeit und damit höhere Taktzeiten bei hoher Gußqualität zu erreichen.

[0013] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der überwiegende Teil des für das Füllen der Gießform notwendigen Schmelzvolumens mit maximaler Gießgeschwindigkeit in die Gießform verdrängt, dann die Schmelzesäule im Steigrohr abgeschert und ein zwischen der Abscherstelle und dem Einguß verbleibendes Restvolumen von bis zu etwa 10% des Volumens des Gußteils mit einem negativen Geschwindigkeitsgradienten in die Gießform verdrängt wird.

[0014] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird der Füllvorgang in zwei Abschnitte unterteilt, wobei der erste Abschnitt dem üblichen Verfahren beim steigenden Gießen folgt, indem bei dem vorgegebenen freien Querschnitt des Steigrohrs die Schmelzesäule allein durch den Vortrieb am Schmelzbehälter bzw. -ofen bis auf die maximale Gießgeschwindigkeit beschleunigt und diese bis kurz vor Gießende aufrechterhalten wird. Anschließend wird die Schmelzesäule nahe dem Einguß abgescher, so daß die maximale Gießgeschwindigkeit noch für eine kurze Zeit aufrechterhalten wird, bis die Schmelzesäule vollständig abgescher ist. Das zwischen der Abscherstelle und dem Einguß verbleibende Restvolumen, das bis etwa 10% des Volumens des Gußteils beträgt wird dann mit ständig absinkender Geschwindigkeit in die Gießform verdrängt, so daß die Schmelzefront innerhalb der Gießform langsamer steigt und zum einen die in der Form noch vorhandene Restluft kontrolliert entweichen kann, zum anderen ein dynamischer Füllstoß auf die oben liegenden Formflächen vermieden wird. Damit wird gleichermaßen verhindert, daß sich im Schmelzvolumen in der Form ein zu hoher hydrostatischer Druck aufbaut.

[0015] Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird insbesondere bei Sandformen das Penetrieren der Schmelze in die Formoberfläche und ferner das Erodieren der Form durch Impulskräfte vermieden, so daß trotz möglicher Steigerung der Gießleistung einwandfreie Gußteilerflächen erhalten werden. Ferner wird durch die Vermeidung des Aufbaus eines zu hohen isostatischen Drucks vermieden, daß die Schmelze in

Formtrennzonen eindringt und zur Gratbildung führt. Durch das Abschneiden des Restvolumens von der Schmelzsäule können vom Schmelzebehälter her rührende Schwingungen nicht auf das Restvolumen übertragen werden. Das Restvolumen wiederum wird aufgrund seiner relativ geringen Masse und des negativen Geschwindigkeitsgradienten schwingungsfrei in die Form verdrängt.

[0016] Vorzugsweise wird das Restvolumen mit einem unstetigen Geschwindigkeitsgradienten in die Gießform verdrängt, beispielsweise zunächst mit der maximalen Gießgeschwindigkeit, anschließend mit einem flach und daraufhin steil negativen Geschwindigkeitsgradienten.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren gibt insbesondere die Möglichkeit, die Größe des Restvolumens in Abhängigkeit von dem Volumen und/oder der Geometrie des Gußteils zu wählen. Je größer das Gußteilvervolumen und je verwickelter die Geometrie des Gußteils im oberen Bereich ist, um so größer wird man das Restvolumen wählen.

[0018] Ferner kann der Geschwindigkeitsgradient und/oder dessen zeitlicher Verlauf in Abhängigkeit von dem Volumen und/oder der Geometrie des Gußteils gewählt werden. Dabei kommt bei einer verwickelten Geometrie, vor allem im oberen Bereich der Form, ein schnellerer Abbau des Geschwindigkeitsgradienten in Betracht, als bei großvolumigen und wenig verwickelten Formen.

[0019] Das Restvolumen liegt vorzugsweise bei 3 - 7 Vol % des Gußteils.

[0020] Zur Durchführung des Verfahrens geht die Erfindung aus von einer Vorrichtung mit einer Transportbahn zur taktweisen Bewegung der Gießformen mit wenigstens einem Speiser und einem Einguß, einer Gießstation an der Transportbahn, an der die Gießformen nacheinander positionierbar sind, einem an der Gießstation positionierbaren Schmelzebehälter, insbesondere Schmelzeofen, einem in die Schmelze eintauchenden Steigrohr, an das an der Gießstation die Gießform mit ihrem Einguß anschließbar ist, und einem Druckerzeuger zum Verdrängen der Schmelze aus dem Schmelzebehälter über das Steigrohr und den Einguß in die Gießform.

[0021] Eine solche Vorrichtung zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, daß am Übergang zwischen Steigrohr und Einguß ein das Restvolumen bildender, rohrförmiger Abschnitt angeordnet ist, in welchem ein gesteuerter Verdränger zwischen einer die Mündung des Steigrohrs in diesem Abschnitt freigebenden Gießposition über eine die Mündung verschließenden Zwischenposition mit einem negativen Geschwindigkeitsgradienten in eine den Einguß verschließende Lage bewegbar ist.

[0022] Die im Steigrohr verdrängte Schmelzesäule gelangt mit der maximalen Gießgeschwindigkeit über den rohrförmigen Abschnitt und den Einguß in die Gießform. Gegen Ende des Gießtaktes wird der Ver-

dränger angesteuert und reduziert den freien Querschnitt der Mündung in einer vorgegebenen Zeit, an deren Ende die Schmelzesäule vollständig abgesichert ist, so daß die auf sie wirkenden ofenseitigen Vortriebskräfte nicht mehr auf das im rohrförmigen Abschnitt eingeschlossene Restvolumen einwirken können. Dieses Restvolumen wird dann mittels des Verdrängers mit dem vorgegebenen, negativen Geschwindigkeitsgradienten in die Form verdrängt, bis der Verdränger seine Endlage erreicht, in der er den Einguß verschließt.

[0023] Vorzugsweise fluchtet der rohrförmige Abschnitt mit dem Einguß, so daß das Restvolumen ohne jede Umlenkung translatorisch und damit gut steuerbar in die Form verdrängt wird. Dies kann bei senkrechtem Einguß am Boden der Form gleichermaßen vorteilhaft geschehen, wie bei einem horizontalen seitlichen Einguß.

[0024] Die Geschwindigkeit des Verdrängers ist vorzugsweise in Abhängigkeit von der Geometrie und/oder dem Volumen des Gußteils steuerbar, gegebenenfalls auch mittels eines Programms vorgebar.

[0025] Ferner kann zumindest der rohrförmige Abschnitt gegen einen Abschnitt mit einem anderen Volumen austauschbar oder um einen weiteren Abschnitt verlängerbar sein, um das Restvolumen an die Geometrie bzw. das Volumen des Gußteils optimal anzupassen.

[0026] In bevorzugter Ausführung sind der rohrförmige Abschnitt und der Verdränger von einer Zylinder-Kolbeneinheit gebildet und mündet das Steigrohr seitlich in den Zylinder nahe der dem Einguß fernen Endlage des Kolbens in den Zylinder ein.

[0027] Gegebenenfalls kann die komplette Zylinder-Kolbeneinheit gegen eine mit anderem Zylindervolumen ausgetauscht werden.

[0028] Nachstehend ist die Erfindung anhand von in der Zeichnung wiedergegebenen Ausführungsbeispielen beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Niederdruck-Gießanlage für den kastenlosen Sandguß in einer ersten Betriebsstellung;

Fig. 2 die Gießanlage gemäß Fig. 1 in einer weiteren Betriebsstellung;

Fig. 3 eine schematische Ansicht einer Niederdruck-Gießanlage für den Kastenguß in einer ersten Betriebsstellung;

Fig. 4 die Gießanlage gemäß Fig. 3 in einer weiteren Betriebsstellung und

Fig. 5 ein Zeitdiagramm zum Anlauf des Gießvorgangs.

[0029] Die erfindungsgemäß ausgebildete Gießanlage ist sowohl für den Sandformenguß, als auch den Ko-

killenguß geeignet. Die in den Zeichnungen wiedergegebenen Ausführungsbeispiele betreffen ausschließlich das Gießen in Sandformen (mit oder ohne Formkasten).

[0030] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und 2 sind die Gußformen als kastenlose Formballen 1 auf einer die Transportbahn bildenden Förderer 2 aufeinanderfolgend angeordnet. Die Formballen 1 werden in Richtung des Pfeils 3 zu einer Gießstation gefördert, an der ein Schmelzegefäß 4, gegebenenfalls in Form eines Ofens, heb- und senkbar sowie verfahrbar angeordnet ist. In dem Schmelzegefäß 4 befindet sich die Leichtmetallschmelze 5, über deren Schmelze-Oberfläche ein Gaspolster 6 steht, das von einem steuerbaren Druckerzeuger beaufschlagt ist. In das Schmelzegefäß 4 taucht ein insgesamt mit 7 bezeichnetes Steigrohr ein, das bei diesem Ausführungsbeispiel über einen schrägen Abschnitt 8 und einen kurzen geradlinigen, rohrförmigen Abschnitt 9 nach oben reicht und an einer Mündung 10 endet. Oberhalb dieser Mündung werden die Formballen 1 mittels des Förderers 2 so getaktet, daß bei jedem Takt ein Formballen in die Gießposition kommt. Dann wird die Vorrichtung mit dem kurzen senkrechten Abschnitt 9 des Steigrohrs so justiert, daß letzterer in Fluchtlage mit dem Einguß 11 des Formballens gelangt. In dem rohrförmigen Abschnitt 9 ist ein Verdränger in Form eines Kolbens 12 angeordnet, der mittels eines Druckmittelzylinders 13 betätigt wird.

[0031] Aus der in Fig. 1 wiedergegebenen formnahen Endlage, in der der Einguß 11 verschlossen ist, wird der Kolben 12 in die in Fig. 2 gezeigte andere Endlage bewegt, in der er den kurzen senkrechten Abschnitt des Steigrohrs 7 vollständig freigibt, so daß unter Wirkung des im Schmelzegefäß 4 herrschenden Überdrucks die Schmelze in die Form gelangt. Bevor die Form vollständig gefüllt ist, wird der Kolben 12 wieder in die andere Endlage (Fig. 1) verfahren, in der er das in dem Abschnitt 9 befindliche Restvolumen 14 der Schmelze in die Form verdrängt. Die abgegossenen Formballen verlassen die Gießstation in Richtung des Pfeils 3.

[0032] In der Schließstellung des Kolbens 12 (Fig. 1) wird im Schmelzegefäß ein Überdruck aufrechterhalten, der allerdings niedriger liegen kann, als der Gießdruck. Hiermit ist gewährleistet, daß nicht durch Absenken der Schmelzesäule im Steigrohr 7 in deren oberen Teil ein Unterdruck entsteht, der über Leckagen zum Einbruch von Luftsauerstoff führen könnte.

[0033] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 und 2 ist ferner unmittelbar unterhalb der Formballen und in Kontakt zu diesen eine Kühlplatte 16 angeordnet, über die die Formballen mit dem Einguß 11 laufen, so daß die Schmelze im Einguß 11 schnell zur Erstarrung gebracht wird.

[0034] Die Ausführungsform gemäß Fig. 3 und 4 unterscheidet sich von der gemäß Fig. 1 im wesentlichen nur dadurch, daß Kastenformen 17 abgegossen werden.

[0035] Bei dem in Fig. 2 und 3 gezeigten Gießvorgang reicht die Schmelzesäule vom Schmelzebehälter 4 bis in die Gießform. Dabei wird die Schmelzesäule mittels des Vordrucks im Schmelzebehälter mit maximaler Gießgeschwindigkeit in die Form verdrängt. Gegen Ende des Gießtaktes wird der Kolben 12 angesteuert, der zunächst die Mündung 18 (Fig. 2 und 3) des schrägen Abschnittes 8 des Steigrohrs in den vertikalen Abschnitt 9 überfährt und dabei die Schmelzesäule abschert und zugleich das Restvolumen 14 in dem senkrechten Abschnitt 9 in die Gießform verdrängt.

[0036] In Fig. 5 ist der zeitliche Verlauf der Gießgeschwindigkeit und die Änderung des Steigrohrquerschnittes gegen Ende des Gießvorgangs wiedergegeben. Ist eine Gießform in die Gießposition gebracht, wird der Kolben 12 nach unten gefahren, so daß die Mündung 18 freigegeben ist und die Schmelze aus dem Schmelzebehälter 4 über das Steigrohr 7, 8 in den senkrechten Abschnitt 9 und schließlich diese über den Einguß 11 in die Form verdrängt wird. Dabei steigt die Geschwindigkeit der Schmelzesäule in dem Kurvenabschnitt 20 entsprechend dem Vordruck im Schmelzeofen sehr schnell auf die maximale Gießgeschwindigkeit 21 an. Der Steigrohrquerschnitt bzw. die Mündung 18 ist vollständig freigegeben, wie dies mit dem Kurvenabschnitt 30 angedeutet ist. Gegen Ende des Gießvorgangs, bei dem noch bis etwa 10 % des Schmelzevolumens in der Form fehlen, wird der Kolben 12 angesteuert. Dies geschieht bei dem in Fig. 5 gezeigten Diagramm bei 22. Der Steigrohrquerschnitt nimmt dann durch zunehmendes Überfahren der Mündung 18 durch den Kolben 12 schnell ab, wie dies der Kurvenabschnitt 31 zeigt, bis schließlich der Kolben 12 die Schmelzesäule an der Mündung 18 vollständig abgeschert hat, wie dies im Diagramm bei 32 angedeutet ist. Die Gießgeschwindigkeit bleibt dabei auf dem Kurvenabschnitt 24 zunächst noch auf dem Maximalwert und fällt dann mit negativem Geschwindigkeitsgradienten ab, und zwar zunächst über einen kurzen Zeitraum mit einer flachen Abnahme im Kurvenabschnitt 25, um anschließend im Kurvenabschnitt 26 steil abzufallen und schließlich wiederum im Kurvenabschnitt 27 flach auszulaufen, bis bei 28 der Einguß 11 durch den Kolben 12 verschlossen ist. Der Verlauf der Gießgeschwindigkeit in den Kurvenabschnitten 24, 25, 26 und 27 ist nur beispielhaft gezeigt und im übrigen von der Gußteilgeometrie abhängig bzw. an diese anpaßbar.

50 Patentansprüche

1. Verfahren zum steigenden Niederdruck-Gießen von Metall, insbesondere Leichtmetall, indem eine mit wenigstens einem Speiser versehene Gießform mit ihrem Einguß über ein Steigrohr an einen Schmelzebehälter angeschlossen und die darin enthaltene Schmelze unter Druck durch das Steigrohr in die Gießform verdrängt wird, **dadurch ge-**

- kennzeichnet, daß** der überwiegende Teil des für das Füllen der Gießform notwendigen Schmelzevolumens mit maximaler Gießgeschwindigkeit in die Gießform verdrängt, dann die Schmelzesäule im Steigrohr abgesichert und ein zwischen der Abscherstelle und dem Einguß verbleibendes Restvolumen von bis etwa 10% des Volumens des Gußteils mit einem negativen Geschwindigkeitsgradienten in die Gießform verdrängt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Restvolumen mit einem unstetigen Geschwindigkeitsgradienten in die Gießform verdrängt wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Restvolumen zunächst mit der maximalen Geschwindigkeit, anschließend mit einem flach und daraufhin steil negativen Geschwindigkeitsgradienten in die Gießform verdrängt wird.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Größe des Restvolumens in Abhängigkeit von dem Volumen und/oder der Geometrie des Gußteils gewählt wird.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Geschwindigkeitsgradient und/oder dessen zeitlicher Verlauf in Abhängigkeit von dem Volumen und/oder der Geometrie des Gußteils gewählt wird.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** 3 bis 7 Vol % des Gußteils das Restvolumen bilden.
 7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einer Transportbahn zur taktweisen Bewegung von Gießformen mit wenigstens einem Speiser und einem Einguß, einer Gießstation an der Transportbahn, an der die Gießformen nacheinander positionierbar sind, einem an der Gießstation positionierbaren Schmelzebehälter, insbesondere Schmelzeofen, einem in die Schmelze eintauchenden Steigrohr, an das an der Gießstation die Gießform mit ihrem Einguß anschließbar ist, und einem Druckerzeuger zum Verdrängen der Schmelze aus dem Schmelzebehälter über das Steigrohr und den Einguß in die Gießform, **dadurch gekennzeichnet, daß** am Übergang zwischen Steigrohr (7, 8) und Einguß (11) ein das Restvolumen von bis etwa 10% des Volumens des Gußteils bildender, rohrförmiger Abschnitt (9) angeordnet ist, in welchem ein gesteuerter Verdränger (12) zwischen einer die Mündung (18) des Steigrohrs (7, 8) in diesem Abschnitt (9) freigebenden Gießposition über eine die Mündung verschließende Zwischenposition mit einem negativen Geschwindigkeitsgradienten in einen Einguß (11) verschließende Endlage bewegbar ist.
 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der rohrförmige Abschnitt (9) mit dem Einguß (11) fluchtet.
 9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Geschwindigkeit des Verdrängers (12) steuerbar ist.
 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Geschwindigkeit des Verdrängers (12) in Abhängigkeit von der Geometrie und/oder dem Volumen des Gußteils steuerbar ist.
 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest der rohrförmige Abschnitt (9) gegen einen Abschnitt mit anderem Volumen austauschbar ist.
 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der rohrförmige Abschnitt (9) durch einen weiteren rohrförmigen Abschnitt verlängerbar ist.
 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** der rohrförmige Abschnitt (9) und der Verdränger (12) von einer Zylinder-Kolbeneinheit gebildet sind und das Steigrohr (7, 8) seitlich in den Zylinder (9) nahe der dem Einguß fernen Endlage des Kolbens (12) in den Zylinder (9) einmündet.

Claims

1. Process for uphill low pressure casting of metal, particularly light metal, in that a casting mould provided with at least one feeder is connected by its gate, via a riser to a melting container and the melt contained therein is displaced under pressure through the riser into the casting mould, **characterized in that** most of the melt volume necessary for filling the mould is displaced into the mould at a maximum casting speed, then the melting column in the riser is sheared and a residual volume of up to approximately 10% of the casting volume remaining between the shearing point and the gate is displaced with a negative speed gradient into the mould.
2. Process according to claim 1, **characterized in that** the residual volume is displaced into the mould with a non-constant speed gradient.

3. Process according to claim 1 or 2, **characterized in that** the residual volume is displaced into the mould initially at the maximum speed, subsequently with a flat and then with a steep negative speed gradient.
4. Process according to one of the claims 1 to 3, **characterized in that** the size of the residual volume is selected as a function of the volume and/or geometry of the casting.
5. Process according to one of the claims 1 to 4, **characterized in that** the speed gradient and/or its time course is selected as a function of the volume and/or geometry of the casting.
6. Process according to one of the claims 1 to 5, **characterized in that** 3 to 7 vol.% of the casting form the residual volume.
7. Apparatus for performing the process according to claim 1 with a conveyor for the cyclic movement of casting moulds with at least one feeder and a gate, a casting station at the conveyor on which the moulds are successively positionable, a melting container, particularly a melting furnace, positionable at the casting station, a riser immersed in the melt and to which the mould gate can be connected at the casting station and a pressure generator for the displacement of the melt from the melting container, via the riser and the gate into the mould, **characterized in that** at the transition between the riser (7, 8) and the gate (11) is located a tubular portion (9) forming the residual volume of up to approximately 10% of the casting volume, in which a controlled displacer (12) is movable between a casting position freeing the opening (18) of the riser (7, 8) in said portion (9), via an intermediate position closing the opening and with a negative speed gradient into an end position closing the gate (11).
8. Apparatus according to claim 7, **characterized in that** the tubular portion (9) is aligned with the gate (11).
9. Apparatus according to claim 7 or 8, **characterized in that** the speed of the displacer (12) is controllable.
10. Apparatus according to one of the claims 7 to 9, **characterized in that** the speed of the displacer (12) is controllable as a function of the geometry and/or volume of the casting.
11. Apparatus according to one of the claims 7 to 10, **characterized in that** at least the tubular portion (8) can be replaced by a portion with a different volume.

12. Apparatus according to one of the claims 7 to 10, **characterized in that** the tubular portion (9) can be extended by a further tubular portion.

- 5 13. Apparatus according to one of the claims 7 to 11, **characterized in that** the tubular portion (9) and displacer (12) are formed by a cylinder-piston unit and the riser (7, 8) issues laterally into the cylinder (9) close to the end position of the piston (12) remote from the gate.
- 10

Revendications

- 15 1. Dispositif de coulée en source à basse pression pour la coulée de métaux, en particulier de métaux légers, dans lequel un moule présentant au moins une masselotte est relié par son canal d'alimentation par l'intermédiaire d'un tuyau de remonte à un réservoir à bain de fusion et dans lequel le bain de fusion qui y est contenu est chassé sous pression dans le moule à travers le tuyau de remonte, **caractérisé en ce que** la majeure partie du volume de bain de fusion nécessaire à remplir le moule est chassé dans le moule à vitesse maximale de coulée, **en ce qu'**ensuite la colonne de bain de fusion est cisailée dans le tuyau de remonte et **en ce qu'**un volume restant situé entre la zone de cisaillement et le canal d'alimentation représentant jusqu'à environ 10 % du volume de la pièce de moule est chassé dans le moule selon un gradient de vitesse négatif.
- 20
- 25 2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le volume restant est chassé dans le moule selon un gradient de vitesse variable.
- 30
- 35 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le volume restant est chassé dans le moule d'abord à vitesse maximale, ensuite selon un gradient de vitesse faiblement négatif et ensuite selon un gradient de vitesse fortement négatif.
- 40
- 45 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'on choisit la dimension du volume restant en fonction du volume et/ou de la géométrie de la pièce de moule.
- 50 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le gradient de vitesse et/ou son écoulement dans le temps est choisi en fonction du volume et/ou de la géométrie de la pièce de moule.
- 55 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** 3 à 7 % en volume de la pièce de moule constituent le volume restant.

7. Dispositif pour réaliser le procédé selon la revendication 1 comprenant un circuit de transport pour acheminer à rythme cadencé des moules présentant au moins une masselotte et un canal d'alimentation, une station de coulée le long du circuit de transport, où les moules peuvent être mis en place l'un après l'autre, un réservoir à bain de fusion pouvant être mis en place à l'emplacement de la station de coulée, en particulier des fours à fusion, un tuyau de remonte plongeant dans le bain de fusion, auquel on peut relier le moule par son canal d'alimentation à la station de coulée, et un générateur de pression pour chasser le bain de fusion hors du réservoir à travers le tuyau de remonte et le canal d'alimentation dans le moule, **caractérisé en ce qu'**au niveau de la zone de transition entre le tuyau de remonte (7,8) et le canal d'alimentation (11) est disposé un tronçon (9) tubulaire constituant le volume restant représentant jusqu'à environ 10 % du volume de la pièce de moule, dans lequel un dispositif de déplacement (12) commandé peut être entraîné entre une position de coulée libérant l'ouverture (18) du tuyau de remonte (7,8) dans ce tronçon (9) en passant par une position intermédiaire de fermeture de l'ouverture dans une position finale de fermeture du canal d'alimentation (11) selon un gradient de vitesse négatif. 5 10 15 20 25
8. Dispositif selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le tronçon tubulaire (9) est aligné avec le canal d'alimentation (11). 30
9. Dispositif selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** la vitesse du dispositif de déplacement (12) peut être commandée. 35
10. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** la vitesse du dispositif de déplacement (12) peut être commandée en fonction de la géométrie et/ou du volume de la pièce de moule. 40
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce que** l'on peut remplacer au moins le tronçon tubulaire (9) par un tronçon de volume différent. 45
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce que** le tronçon tubulaire (9) peut être prolongé par un tronçon tubulaire supplémentaire. 50
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce que** le tronçon tubulaire (9) et le dispositif de déplacement (12) sont constitués par un ensemble cylindre-piston, et **en ce que** le tuyau de remonte (7,8) débouche latéralement dans le cylindre (9) à proximité de la position de fin de course du piston (12) éloignée du canal d'alimentation. 55

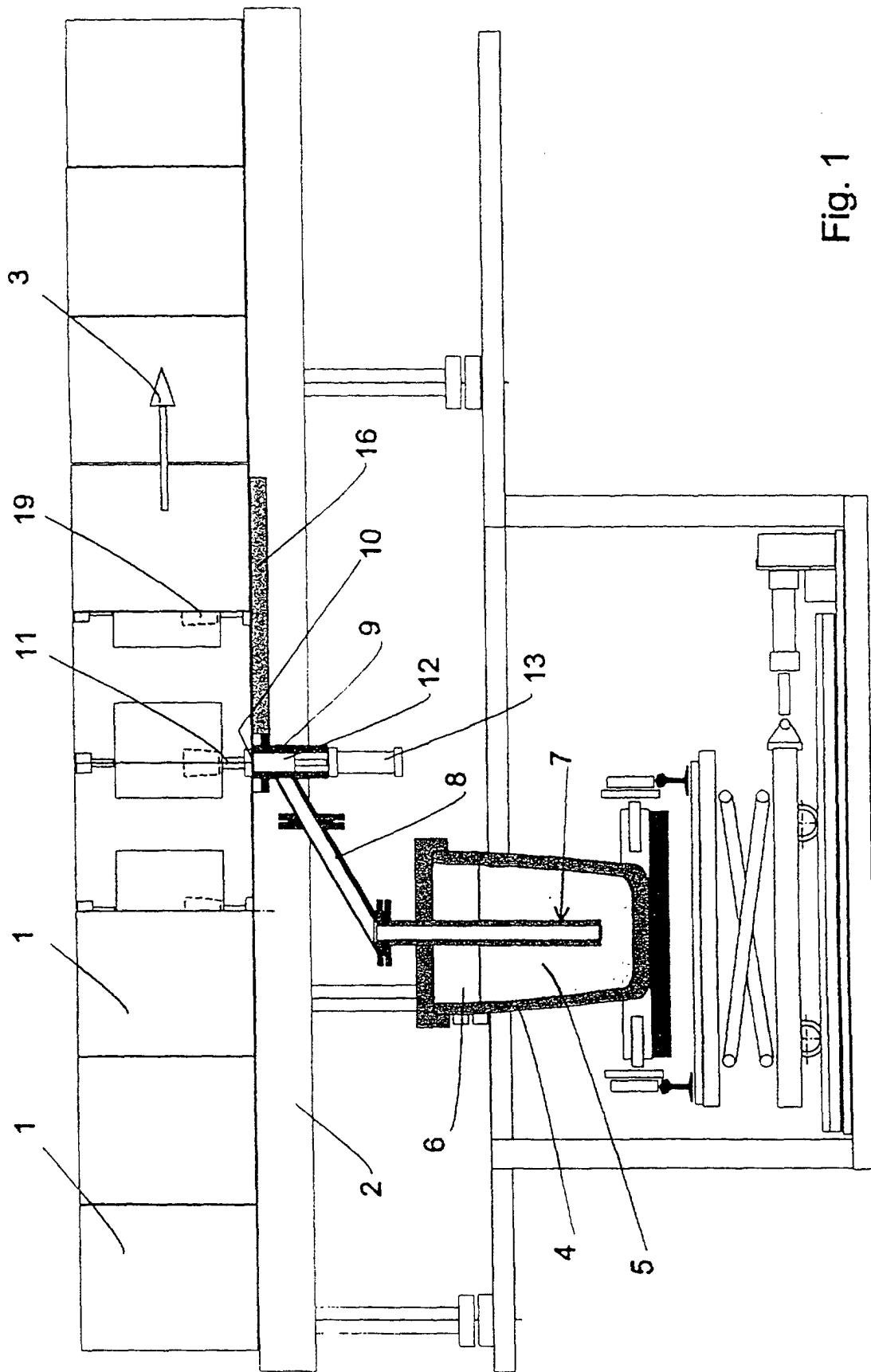
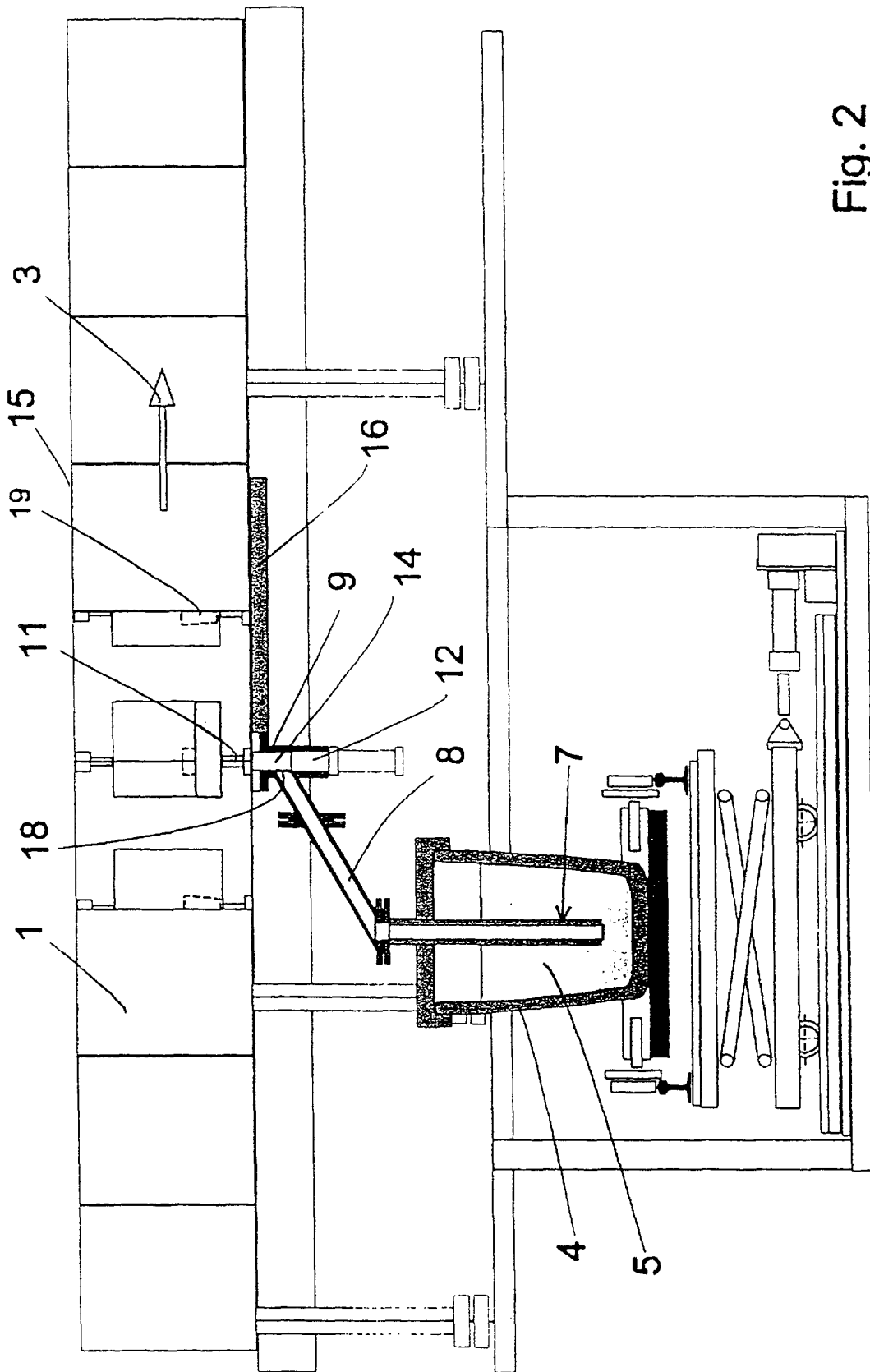


Fig. 1



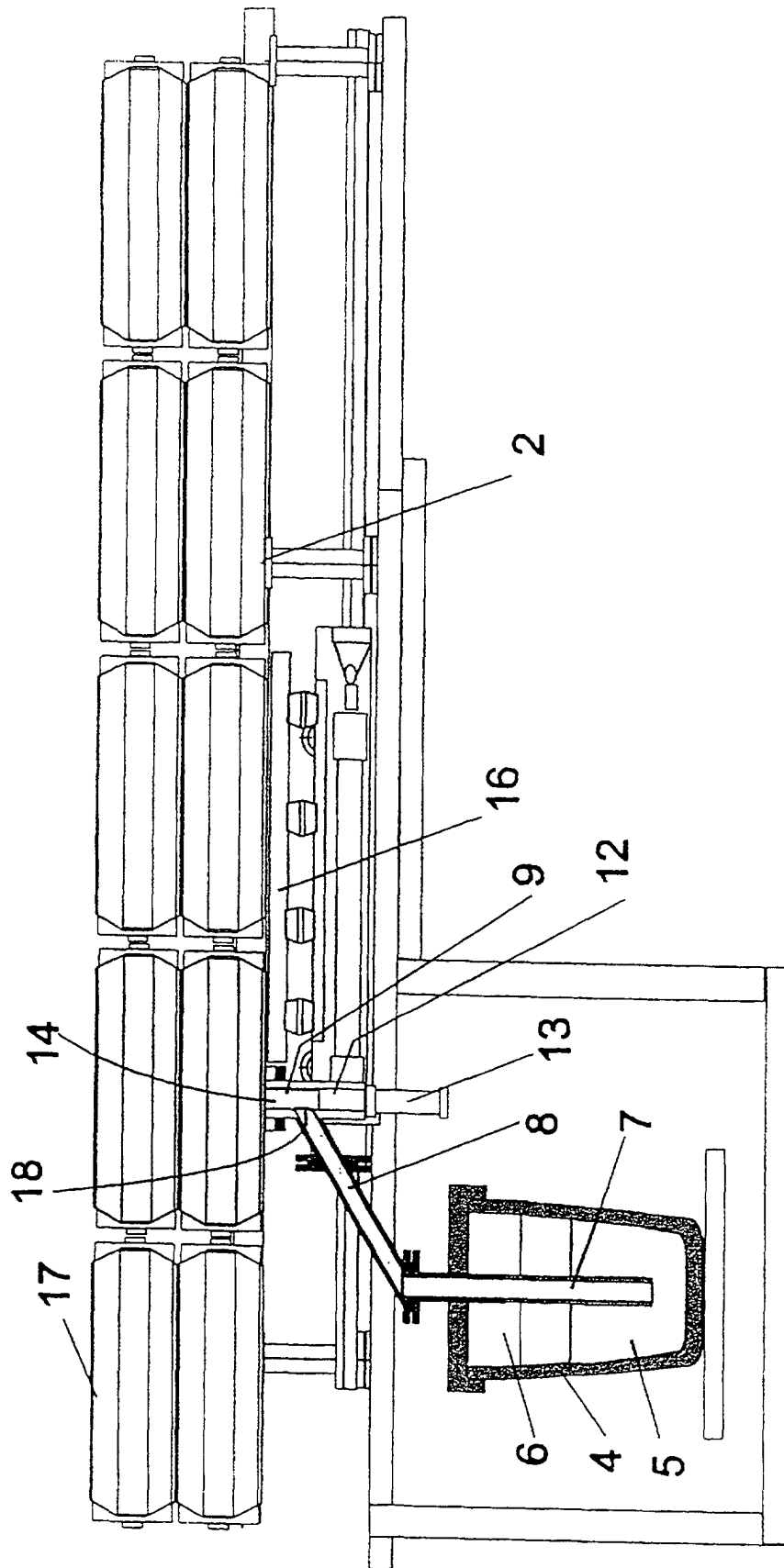


Fig. 3

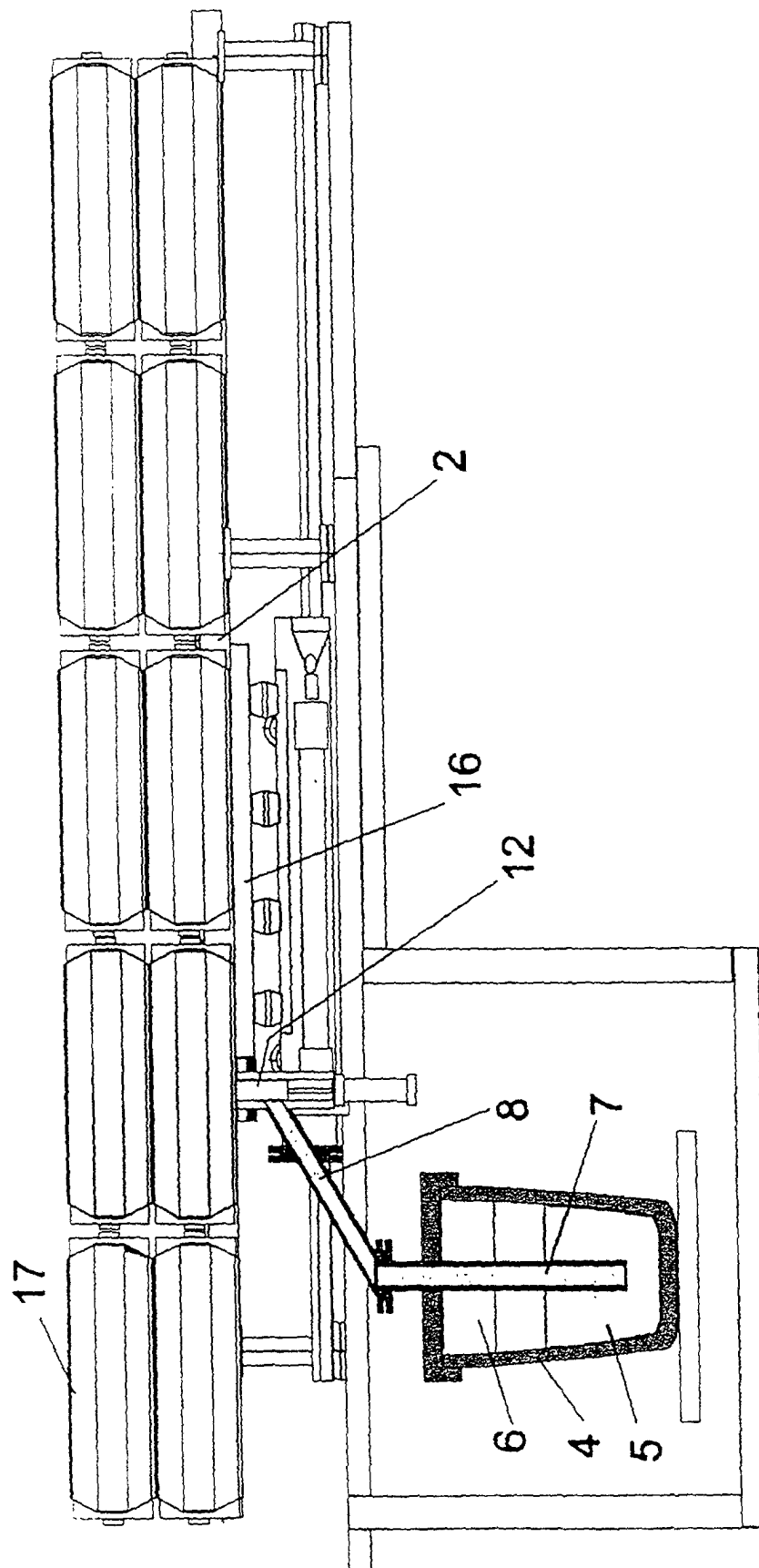


Fig. 4

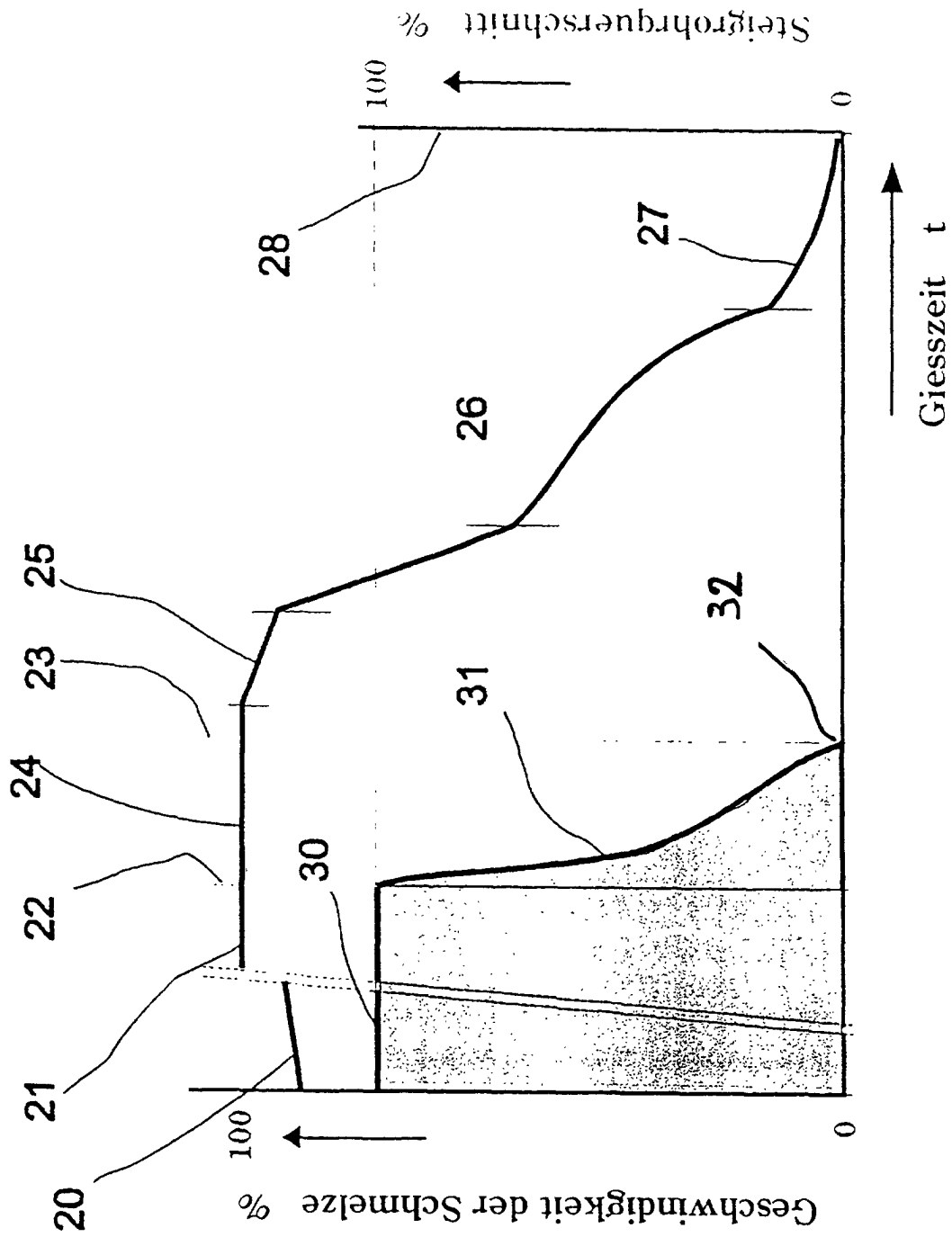


Fig. 5