

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 222 044 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.08.2003 Patentblatt 2003/33

(51) Int Cl.7: **B22D 18/04**, B22D 18/06,
B22D 27/11

(21) Anmeldenummer: **00972579.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE00/03116

(22) Anmeldetag: **07.09.2000**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 01/017714 (15.03.2001 Gazette 2001/11)

(54) **GIESSVORRICHTUNG MIT NACHVERDICHTUNG**

CASTING DEVICE WITH FINAL COMPRESSION

DISPOSITIF DE COULEE AVEC COMPRESSION FINALE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

- **STOJANOV, Peio**
52066 Aachen (DE)
- **MÜLLER-SPÄTH, Hauke**
52072 Aachen (DE)

(30) Priorität: **09.09.1999 DE 19943153**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.07.2002 Patentblatt 2002/29

(74) Vertreter: **Frommhold, Joachim, Dr. et al**
Bühler AG
Patentabteilung
9240 Uzwil (CH)

(73) Patentinhaber: **Gut Giesserei Umwelt Technik
GmbH**
57258 Freudenberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 937 525 DE-A- 19 812 068

(72) Erfinder:
• **SAHM, Peter, R.**
52072 Aachen (DE)

- **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)

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 1 222 044 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum druck- und/oder vakuumgestützten Gießen von Werkstücken gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Beim Herstellen von Werkstücken mittels Gießverfahren liegt ein besonderes Ziel darin, an vorbestimmten Stellen des gegossenen Werkstückes vorbestimmte Werkstoffeigenschaften zu erzielen. Hierzu werden beispielsweise mittels Gießen Verbundmaterialien hergestellt, wobei beispielsweise in einem äußeren Bereich eine hohe Verschleißfestigkeit des Werkstoffes erzielt wird, während ein innerer Trägerkörper im wesentlichen duktil ausgebildet ist. Die Qualität gegossener Werkstücke ist in hohem Maße von der Art des Einfüllvorganges der Schmelze in die Gießform und dem darauf folgenden Erstarrungsvorgang abhängig.

[0003] Für eine exakt gesteuerte Befüllung einer Gießform mit einer Schmelze ist es beispielsweise aus EP 0 624 413 A1 bekannt, die Schmelze in einem druckdicht abgeschlossenen Schmelzofen anzuordnen, wobei der innere Raum des Schmelzofens mittels einer Druckerzeugungsvorrichtung unter Druck setzbar ist. Aus dem Schmelzofen ragt ein Keramiksteigrohr, welches in die Schmelze im Ofen eintaucht und mit einem Formhohlraum der Gießform verbunden ist. Auf diese Weise wird durch das Unterdrucksetzen des Schmelzofens Schmelze durch das Steigrohr in den Formhohlraum der Gießform gedrückt. Durch entsprechende Steuerung des Druckes im Schmelzofen kann auf vorbestimmte Art und Weise der Formhohlraum der Giessform mit Schmelze gefüllt werden.

[0004] Nach dem Befüllen des Formhohlraums der Giessform mit Schmelze ist es wünschenswert, zum Herstellen eines besonders homogenen und dichten Gefüges einen Nachdruck zu einem Zeitpunkt zu erzeugen, zu dem die Schmelze nur zum Teil durch Abkühlung auskristallisiert bzw. erstarrt ist. Hierzu ist es beispielsweise aus der DE-AS 1292795 bekannt, bei einer Niederdruckgiessvorrichtung nach dem Befüllen des Formhohlraumes mit Schmelze einen erhöhten Druck im Schmelzofen zu erzeugen. Dies hat jedoch den Nachteil, dass durch die vielen, dem Steigrohr vorgelagerten Komponenten, wie Schmelzofen, Schmelztiegel und Druckerzeugungsvorrichtung, ein exaktes Halten eines vorbestimmten Druckes über eine längere Zeit schwierig ist. Es kommt systembedingt zu unerwünschten Druckschwankungen. Ferner ist das in die Schmelze eintauchende Steigrohr aus Keramik gefertigt und somit nicht geeignet, einem höheren Nachverdichtungsdruck standzuhalten. Daher ist ein entsprechender Nachverdichtungsdruck auf relativ niedrige Drücke begrenzt, um eine Zerstörung des Keramiksteigrohres zu verhindern.

[0005] Aus der EP-A 937 525 ist eine Vorrichtung für das Niederdruckgießen von Leichtmetallen insbesondere Aluminium bekannt, die ein druckbeaufschlagtes Schmelzegefäß enthält, in welches ein Steigrohr mit einem Verschluss nahe seiner äusseren Mündung ein-

taucht. Der Verschluss der Mündung des Steigrohres ist unmittelbar verschliessend bewegbar. Am Ende eines jeden Giesstaktes wird die vom Steigrohr in den Einguss reichende Schmelzesäule nahe der Mündung des Steigrohres unter gleichzeitigem Verschluss desselben abgeschert, wobei das beim Abscheren der Schmelzesäule nach oben verdrängte Schmelzevolumen in den Einguss der Giessform verdrängt wird und zumindest ein die Schmelzesäule gegen den Verschluss haltender Überdruck aufrecht erhalten wird.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Vorrichtung der o.g. Art zu schaffen, mit der eine Nachverdichtung mit hohem Nachverdichtungsdruck möglich ist und gleichzeitig der hohe Nachverdichtungsdruck über einen längeren Zeitraum mit hoher Genauigkeit konstant gehalten werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch eine Vorrichtung der o.g. Art mit den in Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0008] Bei der erfindungsgemässen Vorrichtung ist vorgesehen, dass das Verschlussmittel und die zweite Druckerzeugungsvorrichtung einstückig als ein Kolben ausgebildet sind, welcher oberhalb des Steigrohres angeordnet ist, wobei der Kolben an einem steigrohrseitigen Ende über einen ersten vorbestimmten axialen Bereich einen ersten Durchmesser aufweist, welcher einem Innendurchmesser des Steigrohres derart entspricht, dass der Kolben bei Einschieben in das Steigrohr mit dem ersten vorbestimmten axialen Bereich das Steigrohr druckdicht gegen den Formhohlraum verschließt, und in einem benachbarten zweiten vorbestimmten axialen Bereich einen Durchmesser aufweist, welcher dem Innendurchmesser der Formhohlraumweiterung entspricht.

[0009] Dies hat den Vorteil, daß mit einer einzigen Bewegung eines einzigen Kolbens das Steigrohr verschlossen und gleichzeitig eine Nachverdichtung mit erhöhtem Druck im Formhohlraum durchführbar ist. Durch das Abschließen des Steigrohres vom Formhohlraum ist ein Schutz für das empfindliche Steigrohr vor entsprechenden Nachverdichtungsdrücken im Formhohlraum geschaffen, wodurch höhere Nachverdichtungsdrücke realisierbar sind. Ferner sind durch die Abkoppelung des Steigrohres negative Einflüsse auf die Nachverdichtung durch Druckschwankungen in der ersten Druckerzeugungsvorrichtung und/oder im Schmelzofen wirksam vermieden, wodurch sich bei der Nachverdichtung ein homogeneres Werkstoffgefüge einstellt. Ferner sind Druckschwankungen im Formhohlraum während der Nachverdichtung aufgrund von temperaturbedingten Verformungen des Steigrohres oder bezüglich des Steigrohres stromaufseitigen Komponenten verhindert.

[0010] Zweckmäßigerweise ist die erste Druckerzeugungsvorrichtung ein Druckbehälter und/oder ein Kompressor und/oder eine Vakuumpumpe.

[0011] Die Gießform ist beispielsweise eine Dauer-

form oder eine verlorene Form, insbesondere eine Kokille oder eine Sandgußform.

[0012] Die hergestellten Werkstücke sind beispielsweise Kolben, Bremsscheiben, Pleuel, Felgen u.a. oder Bauteile, bei denen Infiltration oder auch Gradientenstruktur sowie lokal verstärkte Bereiche realisiert sind.

[0013] Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Gießvorrichtung in schematischer Schnittansicht und

Fig. 2 die bevorzugte Ausführungsform gemäß Fig. 1 in schematischer Schnittansicht im Zustand der Nachverdichtung.

[0014] Die aus Fig. 1 und 2 ersichtliche Gießvorrichtung umfaßt einen Schmelzofen 10 mit Beheizung 12, wie beispielsweise einer Heizwicklung, einer induktiven Heizung oder einer Widerstandsheizung, und mit einem im Schmelzofen 10 angeordneten Schmelztiegel 14. Der Schmelzofen 10 ist mittels eines Deckels 16 und einer entsprechenden Dichtung druckdicht abgeschlossen. Der so ausgebildete Druckraum 20 ist mittels einer ersten Druckerzeugungsvorrichtung 22, wie beispielsweise einem Druckbehälter, mit einem vorbestimmten Druck beaufschlagbar.

[0015] Durch den Deckel 16 hindurch erstreckt sich ein Steigrohr 24, beisp. ein Keramiksteigrohr, das in eine in dem Schmelztiegel 14 angeordnete Schmelze 26 eintaucht. An einem dem Schmelzofen 10 abgewandten Ende des Steigrohres 24 mündet dieses in einen Formhohlraum 28, welcher sich bis in eine Gießform 30, beisp. in eine Kokille, erstreckt. In der Gießform 30 bildet der Formhohlraum 28 in der dargestellten Ausführungsform einen Hohlraum zum Herstellen eines Kolbens für eine Brennkraftmaschine aus. Es ist jedoch klar, daß in der Gießform 30 jede beliebige Form ausgebildet sein kann. Es ist ferner eine Vakuumpumpe 32 vorgesehen, welche wahlweise die Gießform 30 abpumpt.

[0016] Benachbart bzw. axial fluchten gegenüberliegend zur Einmündung des Steigrohres 24 in dem Formhohlraum 28 ist eine Formhohlraumerweiterung 80 ausgebildet, in welcher ein Kolben angeordnet ist. Dieser Kolben ist in Pfeilrichtung 44 bewegbar und weist einen ersten Abschnitt 36 auf, welcher in seinem Außendurchmesser einem Innendurchmesser des Steigrohres 24 entspricht. In einem weiteren Abschnitt 38 weist der Kolben einen Außendurchmesser auf, welcher dem Innendurchmesser der Formhohlraumerweiterung 80 entspricht und größer als der Innendurchmesser des Steigrohres 24 ist. Der Außendurchmesser des Abschnittes 36 ist dabei derart gewählt, daß bei Einschieben dieses Abschnittes 36 in eine formhohlraumseitige Öffnung bzw. Einmündung des Steigrohres dieses druckdicht gegen den Formhohlraum verschlossen wird.

[0017] Im Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird zunächst Schmelze 26 über das Steigrohr 24

in den Formhohlraum 28 eingeleitet. Nachdem eine vorbestimmte Zeit verstrichen ist, in der eine Auskristallisation bzw. Erstarrung der Schmelze im Formhohlraum 28 vorzugsweise an den Randbereichen zur Gießform 30 stattgefunden hat, wird der Kolben nach unten in Pfeilrichtung 44 gemäß Fig. 1 bewegt. Durch diese Abwärtsbewegung des Kolbens kommt dieser in eine Position, in der er die Einmündung 40 des Steigrohres 24 in den Formhohlraum 28 bzw. in die Formhohlraumerweiterung 80 mit dem ersten Abschnitt 36 verschließt. Diese Position ist in Fig. 2 dargestellt. Während des Verschließens des Steigrohres 24 mittels des Abschnittes 36 ist es von großer Bedeutung, daß die im Formhohlraum 28 bereits vorhandene Schmelze 26 in keiner Weise durch die Bewegung des Kolbens 36 bewegt wird. Dies wird dadurch erreicht, daß bis zum Verschließen des Steigrohres 24 der Formhohlraum mit dem Steigrohr 24 und dem Druckraum 20 des Schmelzofens 10 verbunden bleibt, so daß sich durch die Bewegung des Kolbens kein Druck im Formhohlraum 28 aufbauen kann, da dieser in Richtung Schmelzofen 10 entweicht.

[0018] In der in Fig. 2 dargestellten Situation ist das Steigrohr 24 gegen den Formhohlraum 28 durch den ersten Abschnitt 36 vollständig und druckdicht verschlossen. Nunmehr kann in einem weiteren Schritt der Aufbau eines Nachverdichtungsdruckes in dem Formhohlraum 28 erfolgen, wobei durch den Verschuß mittels des ersten Abschnittes 36 des Kolbens dieser Nachverdichtungsdruck nicht in das Steigrohr 24 und diesem vorgeschaltete Komponenten zurückwirken kann. Das Steigrohr 24 ist somit vor dem nachfolgend im Formhohlraum 28 erzeugten Nachverdichtungsdruck geschützt. Zum Erzeugen des Nachverdichtungsdruckes wird der Kolben weiter in Pfeilrichtung 44 bewegt, wobei der zweite Abschnitt die Formhohlraumerweiterung 80 und damit den Formhohlraum 28 selbst verkleinert, wodurch sich ein erhöhter Druck in dem Formhohlraum 28 aufbaut. Je weiter der Kolben in Richtung Steigrohr 24 bewegt wird, desto höher ist der in dem Formhohlraum 28 aufgebaute Druck. Durch diese Verschiebung des Kolbens ergibt sich durch die entsprechende Volumenverringerung des Formhohlraums 28 ein hoher Nachverdichtungsdruck. Da der Formhohlraum 28 ansonsten mit keinen beweglichen, druckvariablen oder druckinstabilen Teilen mehr verbunden ist, wie beisp. dem Steigrohr 24 oder dem Ofen 10, ergeben sich keine unerwünschten Schwankungen des Nachverdichtungsdruckes im Formhohlraum 28. Die Position des Kolbens kann sehr genau eingestellt und gehalten werden, so daß sich ein sehr genau vorbestimmbarer und besonders gut über einen längeren Zeitraum konstant haltbarer Nachverdichtungsdruck im Formhohlraum 28 ergibt. In der Folge wird ein besonders homogenes und gleichmäßiges Gefüge in dem so unter dem hohen Nachverdichtungsdruck stehenden Werkstück in der Gießform 30 erzielt.

[0019] Ein besonderes Problem ergibt sich beim Gießen mittels eines Niederdruckofens in eine Sandform,

wobei ein im Sand der Sandform befindliches Gas mit der Schmelze reagieren kann. Daher wird, um dem entgegenzuwirken, folgendermaßen vorgegangen:

1. Aussetzen der Schmelze in der Gießform einem Schutzgas, 5
2. Verfahren des Kolbens in Schließstellung derart, daß der Formhohlraum vom Schmelzofen getrennt ist,
3. Ausbilden eines Vakuums im Formhohlraum und anschließendes Fluten des Formhohlraumes mit Schutzgas, 10
4. Zurückfahren des Kolbens sowie Einsetzen der Formfüllung und
5. optionales Nachverdichten nach Beendigung der Formfüllung. 15

[0020] Dieses Verfahren ist sowohl bei metallischen Dauerformen mit Sandkernen als auch bei anderen Einlagen sowie bei Sandformen anwendbar. Im Falle der Sandform wird in einer vorteilhaften Weiterbildung das Sandpaket durch eine mit Schutzgas geflutete Haube bedeckt. 20

[0021] Durch die Nachverdichtung ergibt sich eine verkürzte Zykluszeit, da das Metall an Wänden der Form 30 gedrückt wird. Dies führt zu einem schnelleren Wärmeübergang. Im Gegensatz zur herkömmlichen Nachverdichtung ergibt sich eine turbulenzarme Formfüllung, da die Nachverdichtung erst nach vollständiger Formfüllung einsetzt. 25 30

[0022] Diese Technologie bietet u.a. ein großes Potential für die Herstellung von Verbundbauteilen, die durch beispielsweise Infiltration einer Vorform (preform) aus metallischem oder keramischem Material hergestellt werden. Ein Anwendungsgebiet ist beispielsweise die Herstellung von Kolben für Verbrennungsmotoren oder Bremsscheiben für Eisenbahnzüge. Eine besonders vorteilhafte Erweiterung des Gießverfahrens ergibt sich aus einer Kombination von Niederdruckgießen, Gegendruckgießen und Vakuumgießen. Die Erfindung kann sowohl bei metallischen Dauerformen als auch verlorenen Sandformen oder anderen Gießformen eingesetzt werden. Ein wesentliches Element der Erfindung liegt dabei darin, daß zunächst die Einmündung 40 des Steigrohrs 24 abgeschlossen wird. Die darauf folgende Nachverdichtung kann somit ohne Beschädigung des Steigrohres 24 durch entsprechende weitere Bewegung des einzigen Kolbens erfolgen. Gegebenenfalls wird der Prozeßablauf durch ein Vakuumziehen mittel der Vakuumpumpe 32 unterstützt. 35 40 45 50

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum druck- und/oder vakuumgestützten Gießen von Werkstücken, insbesondere zum Niederdruck-, Gegendruck- und/oder Vakuumgießen, mit einer ersten Druckerzeugungsvorrichtung 55

(22), welche in einem Schmelzofen (10), in dem eine Schmelze (26) angeordnet ist, einen vorbestimmten Druck einstellt, wobei ein in die Schmelze (26) tauchendes Steigrohr (24), insbesondere ein Keramiksteigrohr, mit einem Formhohlraum (28) einer Gießform (30) verbunden ist, wobei ein Verschlußmittel vorgesehen ist, welches das Steigrohr (24) stromab zum Formhohlraum (28) wahlweise druckdicht abschließt, und daß eine zweite Druckerzeugungsvorrichtung vorgesehen ist, welche bei verschlossenem Steigrohr (24) im Formhohlraum (28) einen vorbestimmten Nachverdichtungsdruck einstellt, wobei das Verschlußmittel (36) und die zweite Druckerzeugungsvorrichtung (38) als Kolben ausgebildet sind, welche axial fluchtend zum formhohlraumseitigen Ende des Steigrohrs (24) in einer Formhohlraumerweiterung (80), deren Innendurchmesser größer ist als ein Innendurchmesser des Steigrohres (24), angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet,**

daß das Verschlußmittel (36) und die zweite Druckerzeugungsvorrichtung (38) einstückig als ein Kolben ausgebildet sind, welcher oberhalb des Steigrohrs (24) angeordnet ist, wobei der Kolben an einem steigrohrseitigen Ende über einen ersten vorbestimmten axialen Bereich einen ersten Durchmesser aufweist, welcher einem Innendurchmesser des Steigrohres (24) derart entspricht, daß der Kolben bei Einschieben in das Steigrohr (24) mit dem ersten vorbestimmten axialen Bereich (36) das Steigrohr (24) druckdicht gegen den Formhohlraum (28) verschließt, und in einem benachbarten zweiten vorbestimmten axialen Bereich (38) einen Durchmesser aufweist, welcher dem Innendurchmesser der Formhohlraumerweiterung (80) entspricht.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die erste Druckerzeugungsvorrichtung (22) ein Druckbehälter und/oder ein Kompressor und/oder eine Vakuumpumpe ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Gießform (30) eine Dauerform oder eine verlorene Form ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die verlorene Form eine Kokille oder eine Sandgußform ist.

Claims

1. A device for pressure- and/or vacuum-supported casting of workpieces, in particular for low-pressure casting, counterpressure casting and/or vacuum casting, having a first pressure generating device (22) which is arranged in a smelting furnace (10) in

which a melt (26) is arranged, a predetermined pressure is established, whereby an ascending tube (24), in particular a ceramic ascending tube which is immersed in the melt (26) is connected to a mold cavity (28) of a casting mold (30), a sealing means being provided, optionally sealing the ascending tube (24) to be pressure tight downstream from the mold cavity (28), and a second pressure generating device is provided, which establishes a predetermined secondary compression pressure in the mold cavity (28) when the ascending tube (24) is sealed, whereby the sealing means (36) and the second pressure generating device (38) are designed as plungers, which are arranged in axial alignment with the end of the ascending tube (24) on the mold cavity end in a mold cavity enlargement (80) whose inside diameter is larger than an inside diameter of the ascending tube (24),

characterized in that

the sealing means (36) and the second pressure generating device (38) are designed in one piece as a plunger which is arranged above the ascending tube (24), whereby the plunger has a first diameter on an end near the ascending tube over a first predetermined axial region, this diameter corresponding to an inside diameter of the ascending tube (24), such that the plunger seals the ascending tube (24) pressure-tight against the mold cavity (28) on insertion into the ascending tube (24) with the first predetermined axial region (36), and in a second predetermined axial region (38) adjacent to the former it has a diameter which corresponds to the inside diameter of the mold cavity enlargement (80).

2. The device according to Claim 1, **characterized in that** the first pressure generating device (22) is a pressure container and/or a compressor and/or a vacuum pump.
3. The device according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the casting mold (30) is a permanent mold or a lost-casting mold.
4. The device according to Claim 3, **characterized in that** the lost-casting mold is a chill mold or a sand-casting mold.

Revendications

1. Dispositif pour le moulage sous pression et/ou sous vide de pièces d'oeuvres, en particulier pour le moulage à basse-pression, à contre-pression et/ou sous vide, avec un premier dispositif de génération de pression (22) qui règle une pression prédéfinie dans un four à fusion (10) dans lequel est disposée une masse fondue (26), où un tuyau ascendant (24) plongeant dans la masse fondue (26), en particulier

un tuyau ascendant en céramique, est relié avec une empreinte (28) d'un moule (30), moyennant quoi est prévu un moyen de fermeture lequel isole à volonté le tuyau ascendant (24) en aval de l'empreinte (28) de manière à conserver la pression, et avec un deuxième dispositif de génération de pression prévu, lequel règle une pression de recompression prédéfinie dans l'empreinte (28) avec un tuyau ascendant (24) fermé, moyennant quoi le moyen de fermeture (36) et le deuxième dispositif de génération de pression (38) sont réalisés sous la forme de pistons, lesquels sont aménagés de manière à s'aligner axialement avec l'extrémité du tuyau ascendant (24) du côté de l'empreinte, dans un élargissement de l'empreinte (80) dont le diamètre intérieur est plus grand qu'un diamètre intérieur du tuyau ascendant (24),

caractérisé en ce que

le moyen de fermeture (36) et le deuxième dispositif de génération de pression (38) sont développés d'une seule pièce sous la forme d'un piston lequel est aménagé en amont du tuyau ascendant (24), où le piston présente, à une extrémité du côté du tuyau ascendant sur une première zone axiale prédéfinie, un premier diamètre, lequel correspond à un diamètre intérieur du tuyau ascendant (24), de manière à ce que le piston, lorsqu'il est inséré dans le tuyau ascendant (24), isole le tuyau ascendant (24) avec la première zone axiale (36) prédéfinie de l'empreinte (28) de manière à conserver la pression, et présente un diamètre pour une deuxième zone axiale (38) voisine prédéfinie, lequel correspond au diamètre intérieur de l'élargissement de l'empreinte (80).

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier dispositif de génération de pression (22) est un réservoir sous pression et/ou un compresseur et/ou une pompe à vide.
3. Dispositif selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le moule (30) est un moule permanent ou un moule perdu.
4. Dispositif selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le moule perdu est une coquille ou un moule de coulage en sable.

FIG. 1

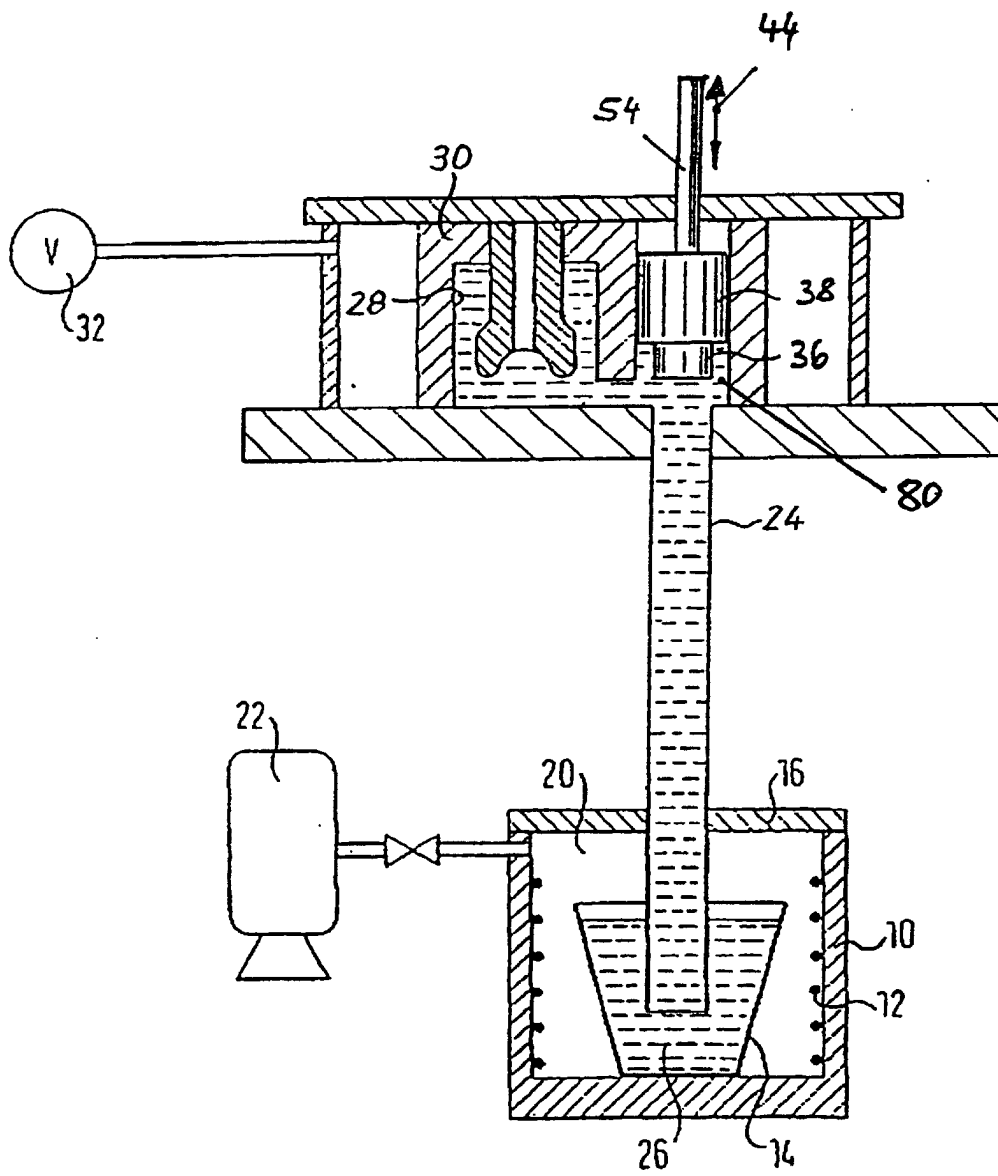


FIG. 2

