

(19)



(11)

EP 2 835 192 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
06.03.2019 Patentblatt 2019/10

(51) Int Cl.:
B22D 17/20 ^(2006.01) **B22D 17/22** ^(2006.01)
B22D 17/30 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **14169896.9**

(22) Anmeldetag: **26.05.2014**

(54) Gießvorrichtung mit einer Ringleitung und Gießverfahren

Casting device with a ring main and casting method

Dispositif de coulée doté d'une conduite annulaire et procédé de coulée

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **27.05.2013 DE 102013105433**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.02.2015 Patentblatt 2015/07

(73) Patentinhaber: **Schuler Pressen GmbH
73033 Göppingen (DE)**

(72) Erfinder:
• **Fahrenbach, Jürgen
73101 Aichelberg (DE)**

• **Schwarz, Tobias
26316 Varel (DE)**
• **Gaebges, Martin
73095 Albershausen (DE)**

(74) Vertreter: **Weidner Stern Jeschke
Patentanwälte Partnerschaft mbB
Universitätsallee 17
28359 Bremen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2006/122423 DE-A1- 19 606 806
DE-A1-102008 052 062 DE-A1-102011 050 149
DE-B3-102013 101 962 DE-B3-102013 105 435
US-A1- 2003 041 995

EP 2 835 192 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Gießvorrichtung mit einer einen Hohlraum für ein Gussteil bildenden Formkavität, einer Gießkammer für eine metallische Schmelze und einem Angussssystem. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Gießverfahren zur Herstellung von Gussteilen mit dieser Gießvorrichtung.

[0002] Zum Gießen bestimmte Schmelzen geben, insbesondere wenn sie metallischer Art sind, viel Wärme an ihre Umgebung ab. Um eine gute Gießqualität zu erreichen, muss ein zu starkes Abkühlen während des Gießvorgangs vermieden werden. Dazu gießt man in Kaltkammer-Druckgussverfahren mit hoher Geschwindigkeit und unter hohem Druck. Der Formfüllvorgang der die Formkavität bildenden Druckgussform dauert dabei je nach Größe des Gussteils und dessen minimaler Wandstärke typischerweise einige Millisekunden.

[0003] Für jeden Schmelzetyt sind bestimmte Anschnittgeschwindigkeiten und Angussssysteme geeignet. Da eine maximale Anschnittgeschwindigkeit nicht überschritten werden darf, muss der Querschnitt der Anschnittfläche und damit der Teil des Angussystems, der nach dem Gießvorgang die Abtrennung des Angussteils von der Druckgussform ermöglicht, hinreichend groß dimensioniert sein. Diese Anforderung führt bei flächigen und dünnwandigen Gussteilen zu einem hohen Anteil an Umlaufmaterial, dessen Masse in der Größenordnung der Gussteilmasse selbst liegen kann. Das Umlaufmaterial wird anschließend wieder geschmolzen, was eine erhebliche externe Energiezufuhr erfordert.

[0004] Während des gesamten Füllvorgangs muss zudem sichergestellt sein, dass die Schmelze an keiner Stelle des schmelzeführenden Systems erstarrt. Dies kann durch hinreichend große Querschnitte der Angusskanäle sichergestellt sein. Große Angusskanäle lassen allerdings die Abgussmasse wachsen, so dass ein größerer Teil der Schmelze verloren ist. Großflächige Gussteile mit mehreren Anschnittbereichen oder besonders dünnwandige Gussteile benötigen daher in der Regel mehrere Angusskanäle als Gießläufe, um eine Erstarrung in der Formkavität zu verhindern, bevor diese vollständig gefüllt ist.

[0005] Um die Umlaufmaterialmenge zu reduzieren, schlägt EP 1 201 335 B1 ein Warmkammer-Druckgießverfahren mit einem Fächer- oder Tangentialanguss als Angussssystem vor. Dieses Angussssystem kann die Formkavität gleichmäßig füllen, führt aber, insbesondere wenn Mehrfachformen verwendet werden, einerseits zu einem komplexen Aufbau der Gießvorrichtung und erfordert andererseits, dass die Vielzahl von Gießläufen alle einzeln beheizt werden müssen. Während das Gussteil abkühlt, erfolgt ein ständiges Weiterbeheizen der dünnwandigen Gießläufe, was insbesondere bei sehr verzweigten Angussssystemen, wie sie für großflächige Bauteile erforderlich sind, wiederum mit erheblicher Energiezufuhr verbunden ist.

[0006] In der WO 2006/122423 A1 ist eine Gießvor-

richtung offenbart, welche zumindest eine Kavität, eine Gießkammer und ein Angussssystem offenbart.

[0007] Weiterhin offenbart die DE 10 2008 052062 A1 eine Gießvorrichtung, bei der ein rahmenartiges Strukturbauteil druckgegossen wird und dabei ein Ringkanal vorgesehen ist. Dabei ist das Angussssystem derart ausgestaltet, dass über zumindest zwei Angüsse mit Heißkanaldüsen, die aus einem gemeinsamen Verteiler gespeist werden, die Schmelze in den Ringkanal befördert wird.

Aufgabe der Erfindung

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, den Stand der Technik zu verbessern und insbesondere eine Gießvorrichtung für ein Druckgussverfahren bereitzustellen, die die vorstehend genannten Nachteile vermeidet. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, ein Gussverfahren für metallische Schmelzen zu entwickeln, das den Anteil des Umlaufmaterials auch bei dünnwandigen und großflächigen Bauteilen gering hält und gleichzeitig unter Einhaltung der maximalen Anschnittgeschwindigkeit die Energie minimiert, die erforderlich ist, um die Schmelze flüssig zu halten.

[0009] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Gießvorrichtung, die einen Hohlraum für ein Gussteil bildende Formkavität, eine Gießkammer für eine metallische Schmelze und ein Angussssystem aufweist, wobei die Gießkammer über zwei Ringleitungsanschlüsse mit einer Ringleitung für die Schmelze verbunden und die Ringleitung über das Angussssystem mit der Formkavität verbindbar ist.

[0010] Die Ringleitung führt die metallische Schmelze bis unmittelbar an das Gussteil, so dass das Angussssystem selbst, das durch von der Ringleitung zum Gussteil abzweigende, relativ dünne Angusskanäle gebildet wird, nur kleine Querschnitte und kurze Angusskanäle erfordert. Die Ringleitung ist daher in der Regel deutlich länger als die Länge der Angusskanäle; häufig wird ihre Länge auch die Summe der Angusskanallängen übertreffen. Der Materialanteil, der mit dem Gussteil ggf. in den Angusskanälen erstarrt oder zumindest erkaltet, auf ein Minimum reduziert.

[0011] Durch die räumlich nahe Führung der Ringleitung an der Formkavität können die Angusskanäle nicht nur sehr kurz ausfallen, sondern es lassen sich auch relativ viele Angusskanäle von der Ringleitung abzweigen, so dass eine gleichmäßigere Formfüllung möglich ist.

[0012] Wenn die Gießläufe des Angusssystems in Form der Angusskanäle sehr kurz gehalten sind, ist in vielen Fällen eine Beheizung der Angusskanäle nicht erforderlich. Das ermöglicht ein kostengünstigeres, feiner verzweigtes Angussssystem mit mehr Angusskanälen, was sich wiederum positiv auf die Formfüllung auswirkt, ohne dass der zentral einzuleitende Gießdruck erhöht werden muss.

[0013] In einer Ausgestaltung der Gießvorrichtung weisen alle oder ein Teil der Angusskanäle Gießventile

auf. Die Gießventile trennen nach dem Gießvorgang die flüssige Schmelze der Ringleitung von der gussteilseitigen Schmelze, die mit dem Gussteil erstarrt. Zur erneuten Formfüllung für das nächste Gussteil wird das Gießventil oder werden die Gießventile erneut geöffnet.

[0014] Bei der vorgeschlagenen Gießvorrichtung sind die Anschnittbereiche unmittelbar am Gussteil gebildet, so dass die Masse des Angussystems klein gegen die Gussteilmasse ausfällt. Dabei sind auch bei flächigen Strukturteilen Angussmassen von weniger als 20% der Gussteilmasse erreichbar. Gleichzeitig kann das Angussystem kompakt ausfallen. Das Angussmaterial kann als Umlaufmaterial wiederverwendet werden. Dadurch dass weniger Angussmaterial aufgeschmolzen werden muss und die heiße Schmelze in der Ringleitung stets formkavitätsnah zur Verfügung steht, wird auch weniger Zeit für den Gießzyklus benötigt, so dass die Taktung verbessert wird.

[0015] Die Ringleitung kann einen im Vergleich zu den Angusskanälen relativ großen Durchmesser aufweisen, so dass die Wärmeleitungs- und Wärmestrahlungsverluste der durch sie transportierten Schmelze gering gehalten werden können. Mittels einer erfindungsgemäß vorgeschlagenen Zirkulation in der Ringleitung während des Gießens oder zumindest in der Phase, in der das Gussteil erkaltet, kann ein Auskühlen der Schmelze zusätzlich vermindert werden.

[0016] Bei geeigneter Abstimmung kann die Zirkulation als alleinige Maßnahme ausreichend sein, ein Erstarren der Schmelze zu unterbinden, bevor ein Umlauf in der Ringleitung abgeschlossen ist. Die Schmelze erreicht dann die Gießkammer oder eine andere heiße Zelle im noch flüssigen Zustand. Dadurch können unter Umständen externe Heizungen der Ringleitung entfallen.

[0017] In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist die Ringleitung zumindest abschnittsweise beheizbar. Dadurch ist sichergestellt, dass auch bei verhältnismäßig langen Ringleitungen ein Erstarren der verwendete Schmelze zuverlässig unterbunden wird und die Schmelze ausreichend dünnflüssig ist, um auch entfernte Angusskanäle zeitnah zu erreichen.

[0018] Während der zweiten Gießphase ist die Ringleitung mit metallischer Schmelze befüllt und druckbeaufschlagt. Zwischen den einzelnen Gießphasen kann die Schmelze in der Ringleitung zirkulieren, um in ein möglichst kompaktes Becken wie die Gießkammer zurückgeführt und dort wieder aufgeheizt zu werden. Dazu weist die Ringleitung zwei Ringleitungsanschlüsse auf, die mit derselben Gießkammer verbunden sind. Anstelle oder zusätzlich zu der Gießkammer kann auch eine andere heiße Zelle für eine Schmelzeversorgung oder zur Zwischenspeicherung der Schmelze vorgesehen sein.

[0019] Ebenfalls realisierbar ist, dass die Ringleitung mit ihren beiden Anschlüssen in unterschiedliche heiße Zellen mündet, wobei die heißen Zellen zumindest für die Zeit des Gießens gemeinsam unter Druck setzbar sind, also ein gemeinsames, miteinander kommunizierendes System bilden.

[0020] In einer Ausführungsform wird die Ringleitung allein aufgrund des Gießdrucks mit Schmelze gefüllt. Alternativ sind zusätzliche Mechanismen wie Pumpmittel vorgesehen, die die Schmelze in die Ringleitung leiten oder den Schmelzefluss in der Ringleitung beschleunigen können. Die Pumpmittel lassen sich frei an der oder um die Ringleitung anordnen, sind allerdings bevorzugt an den Ringleitungsanschlüssen und damit endseitig im Übergangsbereich zur Gießkammer angeordnet. Mehrere Pumpmittel können räumlich getrennt angeordnet sein und in Reihe geschaltet werden, um die Pumpleistung zu erhöhen.

[0021] Die Pumpmittel lassen sich im Falle metallischer Schmelzen als Spulen ausbilden. Die durch die Spulen erzeugbaren elektromagnetischen Wechselfelder induzieren Wirbelströme in der elektrisch leitenden Schmelze und können daher kontaktlos auf die Schmelze einwirken. Nach dem Prinzip des Linearmotors kann durch den Induktor ein elektromagnetisches Wanderfeld erreicht werden. Die Schmelze bildet den Läufer des Linearmotors. Auf die Wirbelströme übt das Magnetfeld Kräfte aus, deren Stärke von der räumlichen Änderung der magnetischen Flussdichte abhängt. Die Schmelze erfährt daher eine zur geringeren magnetischen Flussdichte gerichtete Kraft. Analog zur auf einen festen Körper wirkenden Lorentzkraft, die diesen räumlich verschiebt, wird der Schmelzestrom beschleunigt.

[0022] Damit die Spulenabmessungen nicht zu groß werden, können Feldformer verwendet werden, die die Krafteinwirkung auf einen bestimmten Bereich konzentrieren. Ein Feldformer ist beispielsweise als ein längs zur Spulenachse geschnittener Leiter ausgebildet, der mit kurzen Strompulsen versetzt wird. Die kurzen Impulse dringen aufgrund des Skineffekts kaum in den Leiter selbst ein und können daher auf die dicht vorbeiströmende Schmelze mit einer sehr hohen Feldstärke einwirken.

[0023] Die Pumpmittel sind bevorzugt unabhängig voneinander steuerbar oder regelbar und können idealerweise die Schmelze sowohl in die Ringleitung als auch aus der Ringleitung befördern. So lässt sich beispielsweise erreichen, dass der Schmelzefluss kurzzeitig aus beiden Ringleitungsanschlüssen über die Ringleitung zur Formkavität erfolgt. Infolge der Wirkungsgradverluste des Pumpmittelbetriebs beheizen die Pumpmittel die Schmelze zusätzlich, was einen willkommenen Nebeneffekt darstellt, um das vorzeitige Auskühlen der Schmelze zu verhindern. In einer weiteren Betriebsart beheizen die Pumpmittel die Schmelze lediglich.

[0024] In einer vorteilhaften Ausgestaltung können die Pumpmittel die Schmelze in die Ringleitung auch ohne den externen Druck eines Gießkolbens befördern. Insbesondere aber im Zusammenwirken mit einem externen Druck ist das erstmalige Befüllen oder Wiederbefüllen der Ringleitung nach einem Formwechsel dadurch beschleunigt und damit erleichtert. Weist die Ringleitung eigene Heizmittel auf, ist es vorteilhaft, die Ringleitung bereits vor dem ersten Befüllen zu beheizen.

[0025] Um die Ringleitung schnell befüllen zu können,

kann diese ein oder mehrere Entlüftungsventile aufweisen. Das in der Ringleitung zunächst befindliche Gas, Schutzgas oder Gasgemisch kann über die Entlüftungsventile entweichen. Das durch die Entlüftungsventile entweichende Gas kann in einer Sammelleitung geführt werden, die ebenfalls gussteilnah verlaufen und ringleitungsförmig ausgebildet sein kann.

[0026] Analog zum Befüllen können die Pumpmittel auch dazu vorgesehen sein, die Ringleitung möglichst schnell aktiv zu entleeren. Die Schmelze strömt dann nicht nur aufgrund der Schwerkraft in die meist tiefer gelegene heiße Zelle, sondern wird durch die Pumpmittel aktiv unterstützt. Ein Umschalten der Pumprichtung kann zweckmäßig sein, um die Entleerungszeit zu verkürzen, ist aber nicht unbedingt erforderlich, da die Aufrechterhaltung der Zirkulation bei gleichzeitigem Sperren des Zulaufs ausreichend ist. Dann können auch Pumpmittel eingesetzt werden, die keine Richtungsumkehr zulassen.

[0027] Das Entleeren der Schmelze in die heiße Zelle erleichtert es, die Schmelze auf Temperatur zu halten, da diese in einem kompakten Sammelbehältnis ein günstigeres Oberflächen-Volumen-Verhältnis einnehmen kann. Die Ringleitung kann nach dem Entleeren abgedockt werden.

[0028] Die Gießvorrichtung weist eine Gießkammer auf, die aus einem Schmelzereservoir befüllbar ist. Die Gießkammer kann horizontal orientiert sein und ist mit einem horizontal verfahrenen Gießkolben druckbeaufschlagbar. In dieser Ausgestaltung ist sie vorzugsweise von unten befüllbar und über ein Schmelzeventil vom Schmelzereservoir trennbar. Die Gießkammer kann auch senkrecht orientiert sein; das Schmelzeventil ist dann bevorzugt seitlich angeordnet und der Gießkolben von unten in die Gießkammer verfahren.

[0029] Die Gießkammer weist zwei Ringleitungsanschlüsse als Mündungen der Ringleitung auf. Die Ringleitungsanschlüsse sind Endpunkte zweier Anschlusskanäle A und B, die an ihrem der Gießkammer abgewandten Ende miteinander verbunden sind. Die gesamte Ringleitung einschließlich der Ringleitungsanschlüsse ist druckfest ausgeführt.

[0030] Die Ringleitungsanschlüsse münden vorzugsweise in unterschiedlichen Höhen in die Gießkammer, so dass beim erstmaligen Befüllen der Ringleitung eine Entlüftung über nur einen, den oberen, Ringleitungsanschluss erfolgt.

[0031] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind beide Ringleitungsanschlüsse an derselben Stirnseite der Gießkammer angeordnet, um die Länge der Ringleitung möglichst kurz auszuführen, Umlenkstücke zu vermeiden und dadurch den Strömungswiderstand gering zu halten.

[0032] Die Gießkammer mit den Ringleitungsanschlüssen bildet vorzugsweise den tiefsten Punkt des druckbeaufschlagten Systems, so dass die Schmelze in Abwesenheit eines extern einwirkenden Drucks tendiert, in die Gießkammer zurückzuströmen. Besonders geeignet ist dazu eine Ringleitung, die ein kontinuierliches Ge-

fälle in Richtung der Gießkammer aufweist. In einer Variante sind die Ringleitungsanschlüsse so ausgeführt, dass eine restlose Entleerung der Ringleitung erfolgen kann. Dazu ist die Ringleitung unmittelbar nach den Ringleitungsanschlüssen so angeordnet, dass sie stets oberhalb des Gießkammerniveaus verläuft.

[0033] Die Ringleitung weist ein oder mehrere Kupplungsanschlüsse für die Angusskanäle auf, die die Ringleitung mit Formkavität verbinden. Die Kupplungsanschlüsse sind ebenfalls druckfest ausgeführt. Die weitere Funktionsweise der erfindungsgemäßen Gießvorrichtung wird im Zusammenhang mit dem ebenfalls vorgeschlagenen Gießverfahren erläutert.

[0034] Die Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Gießverfahren unter Einsatz der vorstehend genannten Gießvorrichtung, wobei die Schmelze während des Gießens oder zwischen den Gießvorgängen in der Ringleitung zirkuliert. Unter einer Zirkulation wird verstanden, dass sich die Schmelze in der Ringleitung nicht nur lokal bewegt, sondern auch ein Massevorschub der Schmelze erfolgt.

[0035] Um die Zirkulation sicherzustellen, ist die Ringleitung vorzugsweise, wie zuvor beschrieben, mit Pumpmitteln versehen. Sie kann auch zumindest teilweise externen Heizquellen ausgesetzt sein, um eine Randschichterstarrung zu vermeiden oder um während eines Schmelzeumlaufs eine gleichbleibend geringe Viskosität sicherzustellen.

[0036] Die Pumpmittel arbeiten in den einzelnen Gießphasen bevorzugt wie folgt: Zunächst erfolgt ein schnelles, erstes Befüllen der Ringleitung. Dazu fördern beide Pumpmittel die Schmelze aus der Gießkammer mit möglichst hoher Leistung in die Ringleitung. Um den Gießvorgang insgesamt zu beschleunigen, ist ein Schmelzeventil, das zwischen der Gießkammer und einem Schmelzereservoir angeordnet ist, geöffnet, so dass ausreichend Schmelze nachströmen kann. Das spätere Nachfüllen der für das jeweilige Gussteil entnommenen Schmelzemenge kann über das gleiche Schmelzeventil erfolgen.

[0037] Nach dem Befüllen der Ringleitung kann eines der Pumpmittel die Schmelze in die Ringleitung und das andere Pumpmittel die Schmelze aus der Ringleitung befördern. Vorzugsweise fördert aber eines der Pumpmittel die Schmelze mit einer größeren Leistung in die Ringleitung als das andere Pumpmittel. Das Pumpmittel des zweiten Anschlusskanals fördert ebenfalls in die Ringleitung, um den Schmelzestrom an keiner Stelle abreißen zu lassen. Durch den so aufgebauten Differenzdruck, beginnt die Schmelze in der Ringleitung zu zirkulieren. Die Zirkulation ist desto schneller, je größer die Leistungsdifferenz ist, mit der die Pumpmittel betrieben werden. Um diesen Effekt optimal zu nutzen, kann der Anschlusskanal A auch mit einem leistungsfähigeren Pumpmittel, also einem Pumpmittel, das eine höhere Maximalleistung aufnimmt oder eine größere Anzahl Pumpmittel als Anschlusskanal B aufweist, versehen werden. Sind die Anschlussleistungen der Pumpmittel gleich, fördert bei-

spielsweise das Pumpmittel an Anschlusskanal A mit 100% seiner Leistung, während das Pumpmittel an Anschlusskanal B mit maximal 50% seiner Anschlussleistung betrieben wird.

[0038] Im Falle zweier in unterschiedlichen Höhen mündender Anschlusskanäle fördert vorzugsweise das Pumpmittel des höher gelegenen Anschlusskanals A mit größerer Leistung als das des tiefer gelegenen Anschlusskanals B.

[0039] Die Zirkulation erfasst das gesamte in den Gießvorgang involvierte Gießsystem bestehend aus der Ringleitung und der Gießkammer, die mittels eines Gießkolbens beaufschlagt wird, um den erforderlichen Gießdruck zu erzeugen. Zusätzlich oder anstelle der Gießkammer kann eine heiße Zelle im Gießsystem angeordnet sein, das in die Zirkulation involviert ist. Durch die Zirkulation wird in vorteilhafter Weise eine gleichmäßige Wärmeverteilung in der Schmelze bewirkt, so dass ein Erstarren auch in längeren Ringleitungen und während länger andauernder Zwischenphasen zuverlässig verhindert wird. Die in der Ringleitung sich abkühlende und in die Gießkammer zurück strömende Schmelze kann dort über eine heiße Zelle oder mittels externer Wärmezufuhr wieder erwärmt werden.

[0040] Zu Beginn der zweiten Gießphase wird das Schmelzeventil geschlossen, und die Gießkammer und die angeschlossene Ringleitung werden durch einen vorfahrenden Gießkolben mit Druck beaufschlagt. Die zur Bewegung des Gießkolbens aufzubringende Kraft wird vorzugsweise durch ein hydraulisches Antriebsaggregat erzeugt, das über eine Kupplung mit dem Gießkolben in Verbindung steht.

[0041] Während der zweiten Gießphase wird die Formkavität über geöffnete Gießventile mit der Schmelze befüllt. Die zum Befüllen vorgesehene Schmelzemenge wird durch den vorfahrenden Gießkolben nachgeschoben, wobei sichergestellt ist, dass das Schmelzeventil nicht durch den Gießkolben überfahren wird. Dadurch verbleibt stets eine Mindestmenge an Schmelze in der Gießkammer, so dass die Zirkulation der Schmelze zu jedem Zeitpunkt, insbesondere nach Abschluss der zweiten Gießphase, aufrechterhalten werden kann. Ebenfalls kann vorgesehen sein, dass während der Formfüllung der Schmelzeffluss kurzzeitig aus mehreren oder allen Ringleitungsanschlüssen in die Ringleitung erfolgt.

[0042] Die durch den Gießvorgang verbrauchte Schmelze kann vor dem nächsten Gießvorgang nachgefüllt werden, indem das Schmelzeventil wieder geöffnet wird und der Gießkolben zurückfährt.

[0043] Nach Abschluss der Gießproduktion kann die Ringleitung sehr schnell entleert werden. Zum Entleeren der Ringleitung ist vorgesehen, dass die Pumpmittel aller Ringleitungsanschlüsse die Schmelze aus der Ringleitung zunächst in die Gießkammer und über das geöffnete Schmelzeventil in das Schmelzereservoir befördern können. Die Anschlusskanäle sind so angeordnet, dass sich die Schmelze aus dem Schmelzereservoir nicht von sich

aus über diese entleeren kann. Daher kann die Ringleitung gefahrlos im entleerten Zustand abgedockt werden. Dennoch ist es aus Sicherheitsgründen zu empfehlen, das Schmelzeventil vor dem Abdocken zu schließen.

[0044] Das Verfahren und die Gießvorrichtung wurde anhand des Druckgießens beschrieben, ist aber auf andere Gießverfahren übertragbar. Prinzipiell lassen sich statt metallischer Schmelzen auch nicht-metallische Schmelzen in entsprechend angepassten Gießvorrichtungen gießen.

[0045] Nachfolgend werden die erfindungsgemäße Gießvorrichtung und das erfindungsgemäße Arbeitsverfahren zum Betreiben der Gießvorrichtung anhand von Zeichnungen näher beschrieben. Die einzelnen Figuren zeigen:

Figur 1 einen ersten Teil einer erfindungsgemäßen Gießvorrichtung mit einer Ringleitung für die Schmelze und einer Formkavität im Längsschnitt,

Figur 2 einen Querschnitt des in Figur 1 dargestellten ersten Teils der Gießvorrichtung in Richtung der Ringleitungsanschlüsse gesehen,

Figur 3 einen Längsschnitt eines zweiten Teils der Gießvorrichtung mit der Gießkammer und zwei Ringleitungsanschlüssen sowie

Figur 4 einen Querschnitt des in Figur 3 dargestellten zweiten Teils der Gießvorrichtung mit dem Schmelzereservoir.

[0046] Figur 4 zeigt einen Teil einer Gießvorrichtung 1 zum Druckgießen von Metallschmelzen wie Magnesium- oder Aluminiumschmelzen. Die Schmelze 2 wird aus einem Schmelzereservoir 7 über eine mittels eines Schmelzeventils 19 absperzbare Zuführleitung 8 in eine Gießkammer 4 geleitet. Die Gießkammer 4 ist horizontal orientiert und durch einen hydraulisch bewegten, in der Waagerechte vorfahrenden Gießkolben 6 (Figur 3) druckbeaufschlagbar. An der dem Gießkolben 6 gegenüberliegenden Stirnseite 10 weist die Gießkammer 4 genau zwei Ringleitungsanschlüsse A und B auf, die die Enden einer Ringleitung 11 bilden.

[0047] Wie Figur 1 zeigt, ist die Ringleitung 11 nahe der Formkavität 3 geführt und durch zwei im Wesentlichen parallel verlaufende, druckfeste Anschlusskanäle 12, 13 gebildet. Die Anschlusskanäle 12, 13 münden in der Gießkammer 4 in Ringleitungsanschlüssen A und B, wobei der Ringleitungsanschluss A oberhalb des Ringleitungsanschlusses B angeordnet ist. An ihren der Gießkammer 4 abgewandten Enden 14 sind die Anschlusskanäle 12, 13 miteinander verbunden. Zur Verminderung des Strömungswiderstands sind die Anschlusskanäle 12, 13 als im Wesentlichen gerade Rohrleitungen ausgeführt und weisen mit dem abgewandten Ende 14 im Längsschnitt ein U-Profil auf.

[0048] Endseitig an den Ringleitungsanschlüssen A

und B sind Pumpmittel 21, 22 in Form von Spulen angeordnet, die jeweils auf drei verschiedene Weisen betrieben werden können. In der ersten Betriebsart "vorwärts" fördert ein Pumpmittel 21, 22 die metallische Schmelze 2 in die Ringleitung 11 hinein, in der zweiten Betriebsart "rückwärts" wirkt es einem Eindringen der Schmelze 2 entgegen bzw. befördert diese aus der Ringleitung 11 heraus, und in der dritten Betriebsart erhitzt es die Schmelze 2 und entfaltet keine Förderwirkung.

[0049] Die Schmelze 2 kann die Gießkammer 4 über beide Anschlusskanäle 12, 13 verlassen und in die Formkavität 3 über mehrere ein Angussystem 5 bildende Angusskanäle 17 strömen, die über Gießventile 18 absperrbar sind. Die Formkavität 3 selbst wird durch zwei Gussformhalbschalen 15, 16 gebildet und ist in bekannter Weise durch das um das Schwindmaß vergrößerte Negativform des herzustellenden Gussteils 23 gebildet. Beide Gussformhalbschalen 15, 16 weisen eine Trennfläche 9 zur späteren Entnahme des Gussteils 23 auf. Da die Angusskanäle 17 nur mit der Formkavität 3 und der Ringleitung 11 und nicht direkt mit der Gießkammer 4 verbunden sind, muss die Schmelze 2 daher zunächst in die Ringleitung 11 geleitet werden, um in die Formkavität 3 zu gelangen.

[0050] Die Formkavität 3 weist eine dünnwandige, flächige und komplexe Struktur auf sowie Bereiche deutlich unterschiedlichen Durchmessers. Zur schnellen und gleichmäßigen Befüllung sind mehrere Angusskanäle 17 gussteilspezifisch an unterschiedlichen Positionen der Ringleitung 11 angeordnet. Die einzelnen Angusskanäle 17 weisen in Abhängigkeit der Struktur der Formkavität 3 unterschiedliche Längen und unterschiedliche Durchmesser auf, die so aufeinander abgestimmt sind, dass ein optimaler Füllvorgang der Formkavität 3 erreicht wird.

[0051] Der Betrieb der in den Fig. 1 bis Fig. 4 dargestellten Gießvorrichtung gliedert sich in sechs verschiedene Phasen. In der ersten Phase, der Ausgangsstellung, ist die als Gießkammer 4 ausgebildete heiße Zelle leer und vorbeheizt. Das Schmelzeventil 19 und der Ablassstopfen 24, über den die Zuführleitung 8 entleert werden kann, sind geschlossen. Je nach Schmelzetyp wird die Gießvorrichtung 1 mit Schutzgas betrieben. Das Schmelzereservoir 7 wird mittels eines nicht dargestellten Dosierlöffels oder eines Dosierofens (ebenfalls nicht dargestellt) mit einer Schmelzemenge befüllt, die einem Schmelzeniveau H_{leer} in dem Schmelzereservoir 7 entspricht. Das Schmelzeniveau H_{leer} ist so bemessen, dass das Schmelzevolumen im Schmelzereservoir 7 mit der angeschlossenen Zuführleitung 8 zumindest dem Volumen des schmelzeführenden Systems bestehend aus der Gießkammer 4, der Ringleitung 11, dem Angussystem 5 und dem Volumen eines Gussteils 23 entspricht zuzüglich der Gusschargenmenge. Die Gusschargenmenge entspricht dem Volumen der gewünschten Anzahl von Gussteilen, also mindestens einem, das erforderlich ist, damit das Schmelzeniveau H_{min} im Schmelzereservoir 7 noch oberhalb der Gießkammer 4 liegt, ohne dass dem Schmelzereservoir 7 weitere Schmelze 2

zugeführt wird. Dadurch kann die Gießkammer 4 allein durch den hydrostatischen Druck der Schmelze 2 im Schmelzereservoir 7 gefüllt werden.

[0052] Durch Öffnen des Schmelzeventils 19 bewirkt die Schwerkraft, dass die Gießkammer 4 mit der Schmelze 2 befüllt wird. Die Entlüftung der Gießkammer 4 kann über den oberen Ringkanal A erfolgen, der ein Entlüftungsventil 20 aufweist, das zu diesem Zeitpunkt geöffnet werden kann. Mit dem Öffnen des Schmelzeventils 19 werden die Pumpmittel 21, 22 in dem Betriebsmodus "rückwärts" betrieben, so dass ein Überlaufen der Schmelze 2 an den Ringleitungsanschlüssen A und B in die Anschlusskanäle 12, 13 trotz des stets höheren Schmelzeniveaus im Schmelzereservoir 7 nicht möglich ist. Ist die Gießkammer 4 vollständig erstbefüllt, ist das Schmelzeniveau auf die Höhe H_{max} gesunken. Zum Abschluss dieser Phase des ersten Befüllens wird das Schmelzeventil 19 gesperrt.

[0053] In der zweiten, an die erste anschließenden Phase erfolgt das Befüllen der Ringleitung 11. Die Ringleitung 11 wird über das Entlüftungsventil 20 entlüftet, bis sie evakuiert ist. Die Gießventile 18 sind dabei geschlossen. Nach der Entlüftung wird das Entlüftungsventil 20 geschlossen und das Schmelzeventil 19 geöffnet, wobei gleichzeitig die Pumpmittel 21, 22 in Richtung "vorwärts" geschaltet werden. Die Ringleitung 11 wird dadurch schnell mit einem Druck von bis zu 5 bar mit Schmelze 2 aus dem Schmelzereservoir 7 befüllt. Sobald die Ringleitung 11 vollständig gefüllt ist, schaltet das Pumpmittel 22 des Ringleitungsanschlusses B auf eine Leistung von ca. 20% "vorwärts", während das Pumpmittel 21 am Ringleitungsanschluss A weiterhin mit 100% "vorwärts" fördert. Durch den dadurch aufgebauten Differenzdruck beginnt die Schmelze 2 in der Ringleitung 11 zu zirkulieren und ständig in der Ringleitung 11 mit der angeschlossenen Gießkammer 4 umzulaufen. Eine Entleerung der Ringleitung 11 in diesem Zustand ist ausgeschlossen. Nach Abschluss dieser zweiten Phase ist die Gießvorrichtung für den Formfüllvorgang (dritte Phase) vorbereitet.

[0054] In der dritten Phase wird das Schmelzeventil 19 geschlossen und somit die Gießkammer 4 vom Schmelzereservoir 7 getrennt. Dadurch kann durch das Gießantriebsaggregat Druck aufgebaut und über den Gießkolben 6 in die Gießkammer 4 und die Ringleitung 11 eingeleitet werden. Der Abguss erfolgt durch Öffnen der Gießventile 18, wobei die erforderliche Schmelzemenge durch den Gießkolben 6 nachgeschoben wird. Dadurch dass Schmelze 2 in die Formkavität 3 abfließt, strömt die Schmelze 2 nun nicht nur durch den Ringleitungsanschluss A, sondern auch durch den Ringleitungsanschluss B. Um zu hohen Fließgeschwindigkeiten in der Ringleitung 11 entgegenzuwirken, kann das Pumpmittel 22 des Ringleitungsanschlusses B kurzzeitig während der Formfüllzeit mit größerer Leistung "vorwärts" betrieben werden, aber immer noch mit geringerer als das Pumpmittel 21 am Ringleitungsanschluss A, so dass die Umlaufschaltung und damit die Zirkulation erhalten

bleibt. Nach Abschluss des Formfüllvorgangs werden die Gießventile 18 geschlossen, und das Gussstück 23 kann erkalten.

[0055] Während das Gussstück 23 erstarrt, wird die Gießkammer 4 für einen neuen Formfüllvorgang vorbereitet. In dieser vierten Phase fährt der Gießkolben 6 in seine Ausgangsposition, wobei das Schmelzeventil 19 geöffnet wird. Dadurch wird Schmelze 2 aus dem Schmelzereservoir 7 angesaugt, was durch den hydrostatischen Druck der Schmelzesäule in dem Schmelzereservoir 7 unterstützt ist. In dieser Zeit des Nachladens der Gießkammer 4 bleibt die Umlaufschaltung in der Ringleitung 11 bestehen. Ist die Gießkammer 4 vollständig gefüllt, kann mit erneuerter Formkavität 3 ein weiterer Formfüllvorgang erfolgen.

[0056] Eine exakte Dosierung der Schmelzemenge ist nicht nur erforderlich, damit die Formkavität 3 einerseits vollständig gefüllt wird und andererseits der dann entstandene Pressrest nicht platzt, sondern auch, um das minimale Schmelzeniveau $H_{\min}$ stets oberhalb der Gießkammer 4 zu halten, damit diese stets vollständig befüllbar ist. Das Schmelzeniveau in dem Schmelzereservoir ist während der beiden Phasen drei und vier also immer zwischen $H_{\min}$ und $H_{\max}$ gehalten. Die Höhendifferenz zwischen $H_{\min}$ und $H_{\max}$, die durch den Pfeil 25 dargestellt ist, entspricht dem möglichen Entnahmevolumen für ein oder mehrere Gussteile 23. Ein Nachfüllen des Schmelzereservoirs 7 kann je nach Gießvorrichtung 1 während der dritten Phase, in der nachfolgenden vierten Phase oder erst nach der fünften Phase erfolgen.

[0057] Wenn nach Abschluss aller Formfüllvorgänge keine weiteren Gussteile 23 hergestellt werden sollen, erfolgt ein Entleeren der Ringleitung 11 als fünfte Phase. Dazu werden bei geschlossenen Gießventilen 18 beide Pumpmittel 21, 22 in Richtung "rückwärts" betrieben und das Schmelzeventil 19 geöffnet, so dass die Schmelze 2 durch die Pumpmittel 21, 22 in die zum Schmelzereservoir 7 führende Zuführleitung 8 gepumpt wird. Ist die Ringleitung 11 entleert, wird sie durch das Schließen des Schmelzeventils 19 vom Schmelzereservoir 7 getrennt und kann von der Formkavität 3 entkuppelt werden und aus der Presse ausfahren.

[0058] In der sechsten Phase, die den Abschluss der fünften Phase voraussetzt, wird auch die Gießkammer 4 von der Schmelze 2 befreit, so dass keine Schmelze 2 mehr in der heißen Zelle der Gießvorrichtung 1 verbleibt. Dazu wird das Schmelzereservoir 7 über einen Ablassstopfen 24 entleert. Nachdem das Schmelzereservoir 7 entleert wurde oder während seiner Entleerung wird das Schmelzeventil 19 geöffnet, so dass auch aus der Gießkammer 4 die Schmelze 2 über die Zuführleitung 8 und den Ablassstopfen 24 in einen nicht dargestellten Tiegel strömen kann.

Bezugszahlenliste

[0059]

1	Gießvorrichtung
2	Schmelze
3	Formkavität
4	Gießkammer
5	Angusseinheit
6	Gießkolben
7	Schmelzereservoir
8	Zuführleitung
9	Trennfläche
10	Stirnseite der Gießkammer
11	Ringleitung
12	(oberer) Anschlusskanal
13	(unterer) Anschlusskanal
14	Ende
15	Gussformhalbschale
16	Gussformhalbschale
17	Angusskanal
18	Gießventil
19	Schmelzeventil
20	Entlüftungsventil
21	Pumpmittel
22	Pumpmittel
23	Gussteil
24	Ablassstopfen
25	Pfeil
A	oberer Ringleitungsanschluss
B	unterer Ringleitungsanschluss
$H_{\min}$	minimales Schmelzeniveau
$H_{\max}$	maximales Schmelzeniveau
H_{leer}	Schmelzeniveau mit leerer Ringleitung

Patentansprüche

- 35 1. Gießvorrichtung (1), aufweisend
- eine einen Hohlraum für ein Gussteil (23) bildende Formkavität (3),
 - eine Gießkammer (4) für eine metallische Schmelze (2) und
 - ein Angussystem (5)
- wobei
- die Gießkammer (4) über zwei Ringleitungsanschlüsse (A, B) mit einer Ringleitung (11) für die Schmelze (2) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringleitung (11) über das Angussystem (5) mit der Formkavität (3) verbindbar ist.
- 40 2. Gießvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Angussystem (5) mehrere Angusskanäle (17) aufweist, die die Ringleitung (11) mit der Formkavität (3) verbinden.
- 45 3. Gießvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Angussystem (5) ein Gießventil (18) zur Trennung der Schmelze (2) in

der Ringleitung (11) von dem in der Formkavität (3) erstarrenden Teil der Schmelze (2) aufweist.

4. Gießvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringleitung (11) zumindest abschnittsweise beheizt ist.
5. Gießvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ringleitung (11) ein Entlüftungsventil (20) aufweist.
6. Gießvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den Ringleitungsanschlüssen (A, B) Pumpmittel (21, 22) angeordnet sind, über welche die Schmelze (2) in die oder aus der Ringleitung (11) beförderbar ist.
7. Gießvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gießkammer (4) am tiefsten Punkt der Ringleitung (11) angeordnet ist.
8. Verfahren zum Gießen mittels einer Gießvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmelze (2) während des Gießens oder zwischen den Gießvorgängen in der Ringleitung (11) zirkuliert.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** während der Formfüllung kurzzeitig Schmelze (2) über beide Ringleitungsanschlüsse (A, B) aus der Gießkammer (4) in die Ringleitung (11) fließt.
10. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Abschluss des Gießvorgangs die in der Ringleitung (11) verbleibende Schmelze (2) in die Gießkammer (4) entleert wird.

Claims

1. A casting device (1) comprising
 - a mold cavity (3) forming a hollow space for a cast part (23),
 - a casting chamber (4) for a metal melt (2) and
 - a gating system (5) wherein
 - the casting chamber (4) is connected to a circulation duct (11) for the melt (2) by way of two circulation duct connections (A, B), **characterized in that** the circulation duct (11) can be connected with the mold cavity (3) by way of the gating system (5).
2. The casting device according to claim 1, **character-**

ized in that the gating system (5) comprises several gate channels (17), which connect the circulation duct (11) with the mold cavity (3).

3. The casting device according to claim 1 or 2, **characterized in that** the gating system (5) comprises a casting valve (18) for separating the melt (2) in the circulation duct (11) from the part of the metal melt (2) solidifying in the mold cavity (3).
4. The casting device according to one of the aforementioned claims, **characterized in that** the circulation duct (11) is heated at least in sections.
5. The casting device according to one of the aforementioned claims, **characterized in that** the circulation duct (11) comprises an air release valve (20).
6. The casting device according to one of the aforementioned claims, **characterized in that** pumping means (21, 22) are disposed at the circulation duct connections (A, B), by means of which the melt (2) can be conveyed into or out of the circulation duct (11).
7. The casting device according to one of the aforementioned claims, **characterized in that** the casting chamber (4) is disposed at the lowest point of the circulation duct (11).
8. A method for casting by means of a casting device (1) according to one of the afore-mentioned claims, **characterized in that** the melt (2) circulates in the circulation duct (11) during casting or between the casting processes.
9. The method according to claim 8, **characterized in that** while the mold is being filled, the melt (2) flows for a short time from the melt chamber (4) into the circulation duct (11) by way of both circulation duct connections (A, B).
10. The method according to claim 9 or 10, **characterized in that** after the end of the casting process, the melt (2) remaining in the circulation duct (11) is emptied into the casting chamber (4).

Revendications

1. Dispositif de coulée (1) comportant :
 - une cavité de moulage (3) formant un espace creux pour une pièce moulée (23),
 - une chambre de coulée (4) pour un métal en fusion (2) et
 - un système d'injection (5) où

- la chambre de coulée (4) est reliée à une conduite de circulation (11) pour le métal en fusion (2) par l'intermédiaire de deux raccords de conduite de circulation (A, B), **caractérisé en ce que** la conduite de circulation (11) peut être reliée à la cavité de moulage (3) par l'intermédiaire du système d'injection (5). 5
2. Dispositif de coulée selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le système d'injection (5) comporte plusieurs canaux d'injection (17) qui relient la conduite de circulation (11) avec la cavité de moulage (3). 10
3. Dispositif de coulée selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le système d'injection (5) comporte une soupape de coulée (18) pour séparer le métal en fusion (2) dans la conduite de circulation (11) de la partie du métal en fusion (2) se solidifiant dans la cavité de moulage (3). 15 20
4. Dispositif de coulée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la conduite de circulation (11) est chauffée au moins par sections. 25
5. Dispositif de coulée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la conduite de circulation (11) comporte une soupape de ventilation (20). 30
6. Dispositif de coulée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des moyens de pompage (21, 22) sont disposés au niveau des raccords de conduite de circulation (A, B), à travers lesquels le métal en fusion (2) peut être acheminé dans ou hors de la conduite de circulation (11). 35
7. Dispositif de coulée selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la chambre de coulée (4) est disposée au point le plus bas de la conduite de circulation (11). 40
8. Procédé de coulée au moyen d'un dispositif de coulée (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le métal en fusion (2) circule dans la conduite de circulation (11) pendant la coulée ou entre les opérations de coulée. 45
9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** pendant le remplissage du moule, le métal en fusion (2) s'écoule pour une courte période de la chambre de coulée (4) dans la conduite de circulation (11) par l'intermédiaire des deux raccords de conduite de circulation (A, B). 50 55
10. Procédé selon la revendication 8 ou 10, **caractérisé en ce qu'**après la fin de l'opération de coulée, le métal en fusion (2) restant dans la conduite de cir-

ulation (11) est vidé dans la chambre de coulée (4).

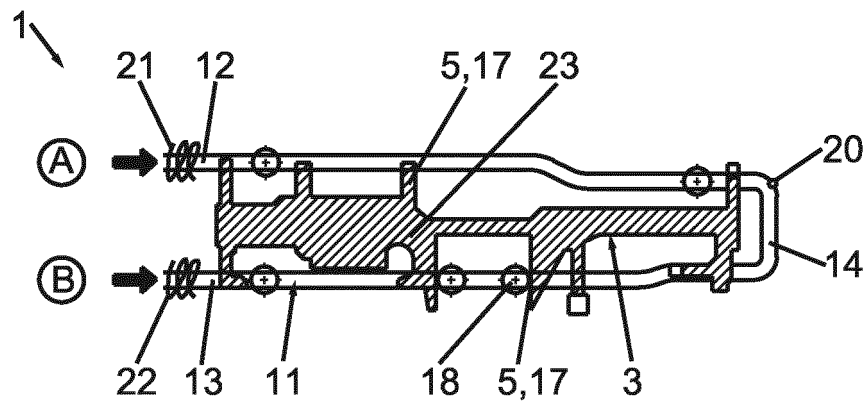


Fig.1

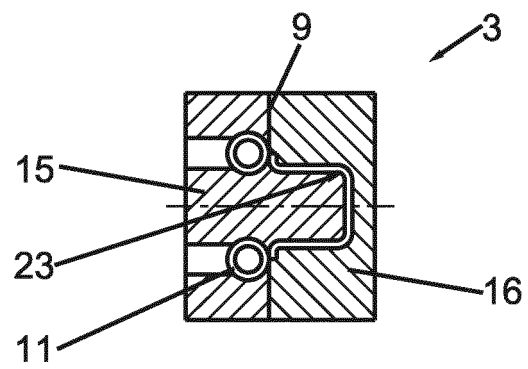


Fig.2

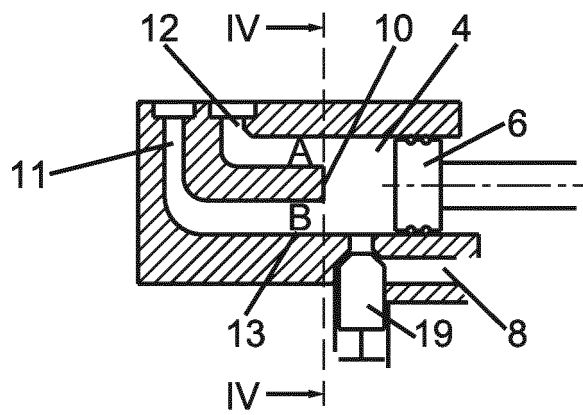


Fig.3

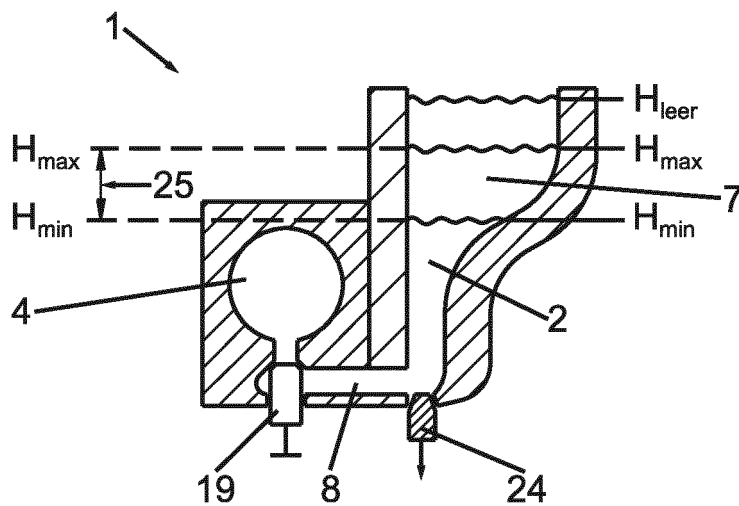


Fig.4

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1201335 B1 [0005]
- WO 2006122423 A1 [0006]
- DE 102008052062 A1 [0007]