

(19)



(11)

EP 1 842 607 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
10.10.2007 Patentblatt 2007/41

(51) Int Cl.:
B22D 27/13 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07450060.4**

(22) Anmeldetag: **23.03.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **O. St. Feingussgesellschaft m. b. H.
8605 Kapfenberg (AT)**

(72) Erfinder: **Pankl, Gerold, Ing.
8600 Bruck a.d. Mur (AT)**

(30) Priorität: **04.04.2006 AT 5702006**

(74) Vertreter: **Wirnsberger, Gernot
Mühlgasse 3
8700 Leoben (AT)**

(54) Verfahren zum Feingießen von metallischen Formteilen und Vorrichtung hierfür

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Feingießen eines metallischen Formteiles oder mehrerer vorzugsweise dimensionsgleicher metallischer Formteile, bei welchem eine metallische Schmelze in eine keramische Gießform abgegossen wird, wonach die metallische Schmelze erstarren gelassen wird. Um insbesondere auch bei einer verstärkten Abkühlung der Schmelze bei der Erstarrung ein lunkerfreies Gefüge zu erhalten, ist erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die abgegossene Schmelze unter Ausübung eines Druckes auf die Schmelze verstärkt abgekühlt wird, wobei Druckausübung und verstärktes Abkühlen zumindest bis zur Formbeständigkeit des erstarrenden Formteiles bzw. der Formteile aufrechterhalten werden.

Weiter betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Feingießen eines metallischen Formteiles oder mehrerer dimensionsgleicher metallischer Formteile.

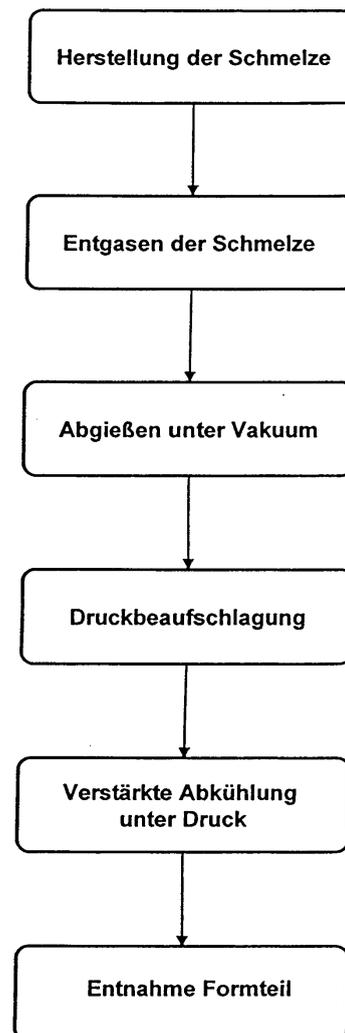


FIG.1

EP 1 842 607 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Feingießen eines metallischen Formteiles oder mehrerer vorzugsweise dimensionsgleicher metallischer Formteile, bei welchem eine metallische Schmelze in eine keramische Gießform abgegossen wird, wonach die metallische Schmelze erstarren gelassen wird.

[0002] Weiter betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Feingießen eines metallischen Formteiles oder mehrerer vorzugsweise dimensionsgleicher metallischer Formteile, umfassend eine keramische Gießform und ein Schmelzenbehältnis, über welches metallische Schmelze in die Gießform einbringbar ist, sowie eine Kühleinrichtung für die Gießform.

[0003] Mit Feingießverfahren können Bauteile komplexer Geometrie mit endabmessungsnahen Dimensionen erstellt werden. Ein bevorzugter Anwendungsbereich solcher Verfahren liegt in jenen Bereichen, in denen eine Herstellung von massiven Gussstücken und eine nachfolgende Formgebung, z.B. in spanabhebender Weise wie durch ein Drehen oder Fräsen, aufgrund einer räumlich komplizierten Geometrie des zu erstellenden Formteiles außerordentlich teuer und daher wirtschaftlich nicht vertretbar wäre. Berücksichtigt man weiter, dass mit Feingießverfahren gleichzeitig mehrere dimensionsgleiche Formteile erstellt werden können, ist es nicht verwunderlich, dass solchen Verfahren für eine Serienfertigung von komplizierten Maschinenteilen eine enorme Bedeutung zukommt.

[0004] Wie auch bei anderen Verfahren zum Gießen von Metallen besteht bei Feingießverfahren grundsätzlich die Schwierigkeit, ein Gefüge ohne Lunker zu erreichen. Dies ist bei Feingießverfahren dadurch verstärkt, dass eine keramische Gießform - verglichen mit konventionellen Gießverfahren - über eine relativ große Kontaktfläche mit flüssiger Schmelze in Berührung steht, was eine ideale und fehlerfreie Erstarrung der metallischen Schmelze erschwert. Insbesondere kann es in engen Passagen der Gießform, welche zu Abschnitten mit geringen Dimensionen eines finalen Formteiles korrespondieren, zu einer zu raschen Erstarrung des Metalls kommen, so dass ein Nachführen von Schmelze nicht mehr möglich ist und im erstellten Formteil Hohlräume auftreten. Eine Lunkerbildung kann zusätzlich noch begünstigt sein, wenn die Schmelze eine niedrigere Dichte als der Festkörper aufweist, was bei der Erstarrung zu einer Volumenkontraktion führt. Vor allem bei einer verstärkten Abkühlung einer Schmelze kann in diesem Fall eine massive Lunkerbildung gegeben sein.

[0005] Aus dem Stand der Technik (US 6,622,774 B2) ist ein Feingießverfahren bekannt geworden, bei welchem eine mit Schmelze gefüllte keramische Gießform in ein auf niedriger Temperatur befindliches Ölbad eingebracht wird, um die in der Gießform befindliche Schmelze verstärkt abzukühlen. Mit einem solchen Verfahren soll im finalen Festkörper eine feine und homogene Mikrostruktur einstellbar sein, was grundsätzlich

positiv ist. Bei diesem Verfahren bleibt allerdings völlig unberücksichtigt, dass es durch in der Schmelze gelöstes Gas sowie eine verstärkte Abkühlung und eine Volumenkontraktion des Metalls bei der Erstarrung zu einer Ausbildung von Lunkern kommen kann, welche im Formteil Ausgangspunkte für mögliches Materialversagen darstellen und dementsprechend dessen Gebrauchsdauer erheblich verkürzen können.

[0006] Ausgehend vom Stand der Technik ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit welchem bei verstärkter Abkühlung lunkerfreie Formteile mit feinem Gefüge herstellbar sind.

[0007] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, welche sich zum Feingießen lunkerfreier und ein homogenes, feines Gefüge aufweisender Formteile eignet.

[0008] Die verfahrensmäßige Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass bei einem Verfahren der eingangs genannten Art die abgegossene Schmelze unter Ausübung eines Druckes auf die Schmelze verstärkt abgekühlt wird, wobei Druckausübung und verstärktes Abkühlen zumindest bis zur Formbeständigkeit des erstarrenden Formteiles bzw. der Formteile aufrechterhalten werden.

[0009] Vorteile eines erfindungsgemäßen Verfahrens sind insbesondere darin zu sehen, dass aufgrund der getroffenen verfahrenstechnischen Maßnahmen Formteile erstellt werden können, welche im Wesentlichen frei von Lunkern sind. Durch die Ausübung eines Druckes auf die Schmelze während der Erstarrung wird die Gießform in exzellenter Weise gefüllt bzw. wird während der Erstarrung der Schmelze in gegebenenfalls vorhandene Hohlräume Schmelze eingepresst. Da gleichzeitig eine verstärkte Abkühlung erfolgt und dem erstarrenden Material rasch Wärme entzogen wird, können dichte, im Wesentlichen lunkerfreie Formteile mit einem feinen Gefüge erhalten werden. Unter verstärkter Abkühlung ist im Rahmen der Erfindung jede Maßnahme zu verstehen, welche im Vergleich mit einer Erstarrung an Luft zu einer rascheren Erstarrung führt.

[0010] Günstig ist es, wenn die Schmelze entgast und unter Vakuum in die Gießform abgegossen wird. Dies stellt sicher, dass ein Anteil an gelöstem Gas, welches bei einer Erstarrung der Schmelze zur Ausbildung von Hohlräumen führen kann, minimiert ist.

[0011] In besonderer Weise hat es sich bewährt, wenn der Druck mittels eines Gases, insbesondere eines Edelgases, ausgeübt wird. Dies bewirkt, da die keramische Gießform nicht vollkommen dicht ist, sondern eine gewisse Porosität aufweist, dass die Metallschmelze während der Erstarrung allseitig mit Druck beaufschlagt wird. Dadurch kann eine Lunkerbildung besonders effektiv unterdrückt und homogene und lunkerfreie Formteile erstellt werden.

[0012] Im Zusammenhang mit einer allseitigen Druckbeaufschlagung durch ein Gas hat sich eine Verfahrensvariante, bei der die Schmelze nach Abgießen in die

Gießform und noch vor einer Druckausübung teilweise erstarren gelassen wird bis sie zumindest bereichsweise von einer gasundurchlässigen Metallhaut umgeben ist, als bevorzugt erwiesen. Die gasundurchlässige Metallhaut schützt die im Inneren befindliche Schmelze gegen Gasaufnahme sowohl über eine Öffnung der Gießform als auch durch die Keramik hindurch. Gleichzeitig ist der erstarrende Verbund aus Schmelze und Metallhaut leicht verformbar, so dass durch die Gasdruckbeaufschlagung ein dichter und lunckerfreier Formteil herstellbar ist. Alternativ dazu kann die Schmelze auch gasdicht verschlossen werden, z.B. indem die Schmelze im Angussbereich mit einem inerten Material wie Sand überschichtet wird.

[0013] Da bei Gießformen Heizeinrichtungen üblicherweise nicht vorgesehen sind und eine Metallschmelze bei bzw. rasch nach erfolgtem Abgießen in die Gießform bereits zu erstarren beginnt, empfiehlt es sich, dass der Druck innerhalb von höchstens 30 Sekunden aufgebaut wird. Sind in der Gießform freie Bereiche besonders kleiner Dimensionen mit metallischer Schmelze aufzufüllen, so ist es zweckmäßig, den Druck innerhalb von 100 Millisekunden, vorzugsweise innerhalb von 10 bis 50 Millisekunden, aufzubauen. Dadurch kann die Schmelze kurze Zeit nach dem Abgießen druckbeaufschlagt verstärkt abgekühlt werden und ein lokales Erstarren, welches ein weiteres Nachführen von metallischer Schmelze erschweren oder verhindern würde, kann vermieden werden.

[0014] Grundsätzlich sind alle bekannten Methoden zur Erzeugung von Druck geeignet, um im Rahmen der Erfindung Anwendung zu finden. Ist jedoch ein besonders rascher Druckaufbau erforderlich, beispielsweise weil in der Gießform feine Kapillaren vorhanden sind, welche mit flüssigem Metall ausgefüllt werden sollen, so ist eine Erzeugung des Druckes durch Zünden einer oder mehrerer Sprengladungen äußerst zweckmäßig. Ein rascher Druckaufbau ist alternativ auch durch Erhitzen eines flüssigen Inertgases in einem abgeschlossenen Volumen erreichbar.

[0015] Zur vollständigen Erstarrung der Schmelze kann die Gießform in ein flüssiges Kühlmittel, insbesondere ein bei -100 °C oder einer tieferen Temperatur flüssiges Gas eingebracht werden. Durch ein flüssiges Kühlmittel, welches gegebenenfalls zusätzlich in Bewegung gehalten wird, kann in besonders wirksamer Weise Wärme abtransportiert werden und somit eine rasche Erstarrung erreicht werden. Hierbei ist es aus den genannten Gründen besonders vorteilhaft, wenn die Gießform großflächig mit dem Kühlmittel in Kontakt gebracht wird.

[0016] Verfahrensmäßig von Vorteil ist es auch, wenn die Schmelze innerhalb von höchstens 300 Sekunden nach Aufbau des Druckes in vollständig erstarrten Zustand gebracht wird. Durch eine in dieser Weise durchgeführte rasche Erstarrung der metallischen Schmelze kann ein besonders feines Gefüge eingestellt bzw. ein Formteil mit hervorragenden mechanischen Eigenschaften erhalten werden. Wird ein Gas zur Druckbeaufschlagung eingesetzt, so ist weiters eine Zeitdauer minimiert,

in welcher sich in der Schmelze Gas lösen kann.

[0017] Bei der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist es weiter von Vorteil, wenn der Druck zumindest 200 bar, vorzugsweise zumindest 800 bar, beträgt. Je höher ein Druck, desto eher können auftretende Hohlräume während der Erstarrung eliminiert werden und desto besser kann flüssiges Metall in die Gießform eingepresst bzw. das erstarrende Metall verdichtet werden.

[0018] In einer weiteren Variante eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die Schmelze während der Erstarrung mit Ultraschall und/oder einer Wechsellastspannung beaufschlagt wird. Eine solche Beaufschlagung bewirkt zum einen, dass ein sehr feines Gefüge ausgebildet wird. Zum anderen wirkt Ultraschall auch einer Lunckerbildung entgegen.

[0019] Um einen Transport von Schmelze in das Innere der Gießform während der Erstarrung bestmöglich sicherzustellen, kann vorgesehen sein, dass die Gießform und/oder die Schmelze in einem Angussbereich während der verstärkten Abkühlung bereichsweise beheizt werden. Es erweist sich als zweckmäßig, jene Bereiche der Gießform zu beheizen, durch welche Schmelze ins Gießforminnere nachfließen soll, wohingegen die übrigen Teile der Gießform verstärkt abgekühlt werden.

[0020] Die weitere Aufgabe der Erfindung wird durch eine Vorrichtung zum Feingießen eines metallischen Formteiles oder mehrerer vorzugsweise dimensionsgleicher metallischer Formteile, umfassend eine Gießform und ein Schmelzenbehältnis, über welches metallische Schmelze in die Gießform einbringbar ist, sowie eine Kühleinrichtung für die Gießform, wobei die Kühleinrichtung in einer druckfesten Kammer untergebracht ist, gelöst.

[0021] Vorteile einer erfindungsgemäßen Vorrichtung sind insbesondere darin zu sehen, dass bei einem einfachen apparativen Aufbau hochwertige, lunckerfreie Formteile erstellt werden können und bei den Formteilen zusätzlich ein feines Gefüge einstellbar ist. Eine Druckfestigkeit der vorgesehenen Kammer erlaubt es, nach Einbringen der Metallschmelze in die Gießform diese mit hohem Druck zu beaufschlagen und somit die Gießform einerseits vollständig zu füllen und andererseits die Metallschmelze unter Druck erstarren zu lassen. Da gleichzeitig eine verstärkte Abkühlung erfolgen kann, sind hochwertige Formteile mit hervorragenden mechanischen Kennwerten herstellbar.

[0022] In einer besonders einfachen Variante umfasst die Kühleinrichtung einen Behälter für ein flüssiges Kühlmittel, z.B. ein Öl, Wasser oder Substanzen, welche zwischen -100 °C und -200 °C als flüssige Phase vorliegen. Dies ermöglicht es, die Gießform großflächig in effizienter Weise zu kühlen. Bei Bedarf kann auch nur ein Teil der Gießform gekühlt werden, indem die Gießform nur teilweise in den Behälter der Kühleinrichtung eingebracht wird. In diesem Zusammenhang ist es für eine einfache Handhabung zweckmäßig, wenn die Gießform in den Behälter verfahrbar ist.

[0023] In weiterer Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung kann vorgesehen sein, dass die Kammer zumindest zwei Bereiche aufweist, welche durch eine Schleuse getrennt und unabhängig voneinander evakuierbar bzw. mit Druck beaufschlagbar sind. Dies erweist sich insbesondere bei einem Einsatz von flüssigen Kühlmitteln als vorteilhaft, weil verhindert werden kann, dass beim Abgießen unter Vakuum bzw. bei einem Entgasen der metallischen Schmelze Kühlmittel in die Vakuumapparatur gelangt, was zu deren Versagen, jedenfalls aber einem schlechteren Vakuum und damit zu einem höheren Anteil an gelöstem Gas in der Schmelze, führen kann.

[0024] Weitere Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus dem Zusammenhang der Beschreibung sowie den nachfolgenden Ausführungsbeispielen.

[0025] Im Folgenden ist die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen noch weitergehend beschrieben.

[0026] Es zeigen

Figur 1 ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

Figur 2 einen Querschnitt einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0027] In Figur 1 sind einzelne Schritte eines erfindungsgemäßen Feingießverfahrens anhand eines Flussdiagramms näher dargestellt. Zu Beginn wird eine Schmelze eines Metalles durch Aufschmelzen eines entsprechenden Ausgangsmaterials erstellt. Unter Metall ist hier wie auch im Übrigen ein Metall, eine Legierung von Metallen oder ein Verbundwerkstoff, welcher ein Metall oder eine Legierung als überwiegenden Bestandteil beinhaltet, zu verstehen. Nach der Erstellung der Schmelze wird diese entgast, wofür jede dem Fachmann geläufige Entgasungsmethode eingesetzt werden kann. Bevorzugt ist es jedoch, ein Entgasen durch eine Vakuumbehandlung durchzuführen. In diesem Fall kann ein Entgasen und ein nachfolgender Schritt des Abgießens unter Vakuum in einer einzigen Vakuumkammer erfolgen, wodurch sichergestellt ist, dass die Schmelze zwischen Entgasen und Abgießen nicht mehr mit einem Gas in Kontakt tritt. Nach dem Abgießen der Schmelze wird diese im Bereich einer Öffnung einer Gießform gasdicht verschlossen oder wahlweise bis zur bereichsweisen Bildung einer gasundurchlässigen Metallhaut erstarren gelassen. Dadurch ist sichergestellt, dass im nächsten Schritt, einer Druckbeaufschlagung mittels eines Gases, ein Lösen des verwendeten Gases in der Metallschmelze verhindert oder zumindest weitgehend unterdrückt ist. Nachdem ein gewünschter Druck aufgebaut ist, beispielsweise 800 bar, wird die Schmelze unter Aufrechterhaltung dieses Druckes durch Einbringen der Gießform in ein Kühlmittel zur Erstarrung gebracht. Dabei erstarrt die Schmelze in der Gießform von außen nach innen, wobei insbesondere Angussbereiche und/oder Versorgungsleitungen der Gießform mit Vorteil beheizt werden, so dass ein Materialfluss in die formteilfor-

menden Elemente der Gießform möglich ist bzw. sich eine Erstarrungsfront der Schmelze ohne Unterbrechung bis zu einer Eingussöffnung der Gießform zurückziehen kann. Sobald sich aus der Metallschmelze ein formbeständiges Formteil gebildet hat, kann ein vorgesehener Druck auf Normaldruck reduziert werden und nach Abkühlen der Schmelze auf Umgebungstemperatur das fertige Formteil entnommen werden.

[0028] Nach dem vorstehend dargelegten Verfahren wurden aus einer Aluminiumgusslegierung, nämlich G-AlSi 12 (Aluminiumgusslegierung mit 12 Gewichtsprozent Silizium), Flügelräder gegossen. Dabei wurde aus einem entsprechenden Vormaterial eine Metallschmelze erstellt und diese in einem Vakuum entgast. Anschließend wurde die so erstellte Metallschmelze in derselben Kammer, in der sie entgast wurde, in eine Gießstraube eingegossen. Nachdem die Gießstraube bis zur Einfüllöffnung mit Metallschmelze befüllt war, wurde die in die Gießstraube abgefüllte Metallschmelze, welche mit einer Temperatur von 600 °C abgegossen wurde, abkühlen gelassen, bis sich an der Oberfläche der Metallschmelze im Bereich einer Eintrittsöffnung der Gießstraube ein fester Film bzw. eine durchgängige Metallhaut von 500 µm Dicke gebildet hatte. Im Anschluss daran wurde das Vakuum aufgehoben und mittels Argon ein Druck von 500 bar aufgebaut. Die Zeit zwischen Einbringen des Argons in die Kammer und Erreichen eines endgültigen Druckes von 500 bar betrug 25 Sekunden. Bei diesem Druck wurde die Schmelze für weitere 45 Sekunden erstarren gelassen und anschließend durch Absinken der Gießstraube in ein Ölbad, welches eine Temperatur von 25 °C aufwies, unter Druck zur vollständigen Erstarrung gebracht. Nach Abkühlen der Gießstraube auf Umgebungstemperatur wurde diese bei Normaldruck aus dem Ölbad entnommen und die Keramik entfernt. Untersuchungen an so hergestellten Flügelrädern zeigten, dass diese im Wesentlichen lunkerfrei ausgebildet waren und querschnittlich betrachtet ein homogenes, feinkörniges Gefüge aufwiesen.

[0029] In Figur 2 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung im Querschnitt näher dargestellt. Die Vorrichtung 1 umfasst zwei Kompartimente 1a, 1b, welche durch Schleusen voneinander getrennt sind. Außenseitig ist die Vorrichtung 1 von einem bis zumindest 200 bar druckfesten Gehäuse 2, z.B. aus Stahl, umgeben. In dem Gehäuse 2 sind Einlässe 41, 42 sowie Auslässe 51, 52 vorgesehen. Die Einlässe 41, 42 erlauben es, in die Kompartimente 1a, 1b jeweils ein Gas, z.B. Argon, einzubringen und in den genannten Kompartimenten 1a, 1b einen hohen Druck von bis zu 2000 bar zu erzeugen. Die Auslässe 51, 52 sind jeweils mit einer Vakuumapparatur verbunden, so dass bei Bedarf in den Kompartimenten 1a, 1b ein Hochvakuum angelegt werden kann. Die Schleusen, welche die Kompartimente 1a, 1b voneinander trennen, bestehen aus Elementen 31, 32, 33 und 34. Die Elemente 31, 32 sind ortsfest mit dem Gehäuse 2 verbunden, wohingegen die Elemente 33, 34 horizontal verschiebbar an den Elementen 31 bzw. 32 gehalten

sind. Dies erlaubt es, bei Bedarf die Schleuse zu öffnen. Anstelle der in Figur 2 dargestellten Schleuse kann jede andere Schleuse verwendet werden, sofern sichergestellt ist, dass die Kompartimente **1a**, **1b** voneinander gasdicht getrennt werden können.

Im oberen Kompartiment **1a** der Vorrichtung **1** ist eine Halte- und Verschiebevorrichtung **6** für eine Gießtraube **10** vorgesehen. Die Halte- und Verschiebevorrichtung **6** kann, wie in Figur 2 dargestellt, mit Teleskoparmen **7** ausgestattet sein, durch welche die Gießtraube **10** bei Bedarf in das Kompartiment **1b** verfahren werden kann. Symmetrisch angebrachte Halterungen **81**, **82**, welche sowohl mit den Teleskoparmen **7** als auch mit der Gießtraube **10** starr verbunden sind, sorgen dafür, dass die Gießtraube während des Abgießens bzw. eines Erstarrens ruhig gehalten wird.

[0030] Weiter ist im Kompartiment **1a** ein Schmelzenbehältnis **12** vorgesehen, welches für eine Aufnahme bzw. Bevorratung von Metallschmelze **S** dient. Das Schmelzenbehältnis **12** kann zusätzlich, wie gezeigt, eine Isolierung **13** aufweisen, um eine unerwünschte Erstarrung der Metallschmelze **S** im Schmelzenbehältnis **12** zu vermeiden. Ist das Schmelzenbehältnis **12** zusammen mit der Gießtraube **10** im Kompartiment **1a** untergebracht, so weist dies den Vorteil auf, dass die Schmelze durch Anlegen eines Vakuums über den Auslass **51** entgast werden kann und unmittelbar nach einer Entgasung ein Abgießen der Schmelze **S** in die Gießtraube **10** durchgeführt werden kann. Dadurch ist einerseits eine Verfahrensführung vereinfacht und andererseits wird sichergestellt, dass die Schmelze **S** nach einem Entgasen nicht mehr mit einem Gas in Kontakt treten kann, wie es der Fall sein könnte, wenn die Schmelze **S** außerhalb der Vorrichtung **1** entgast wird und anschließend in das Kompartiment **1a** einzubringen ist. Wenngleich eine Entgasung der Schmelze **S** im Kompartiment **1a** bevorzugt ist, ist es im Rahmen der Erfindung selbstverständlich auch möglich, die Schmelze **S** außerhalb des Kompartimentes **1a** bzw. außerhalb der Vorrichtung **1** zu entgasen und erst anschließend in das Kompartiment **1a** einzubringen.

[0031] Die Gießtraube **10**, welche im Bereich eines Einfüllstutzens **9** wie erwähnt mit den Halterungen **81**, **82** starr verbunden ist, besteht aus einer Keramik und kann in üblicher Weise hergestellt sein. Je nach Form des zu erstellenden Formteiles bzw. der zu erstellenden Formteile sind in ihrem Inneren ebenfalls keramische Elemente **11** vorgesehen, welche die Geometrie eines finalen Formteiles bestimmen bzw. formgebend wirken.

[0032] Im Kompartiment **1a** können weiter Hilfsmittel vorgesehen sein, mit welchen die Gießtraube **10** im Bereich ihrer Eintrittsöffnung **91** verschließbar ist. Solche Hilfsmittel können beispielsweise eine höhenverstellbare Platte umfassen, deren Durchmesser dem Durchmesser der Eintrittsöffnung **91** entspricht und welche hydraulisch oder pneumatisch heb- bzw. senkbar ist.

[0033] Im Kompartiment **1b** ist ein Kühlmittelbehältnis **14** untergebracht, in welchem sich ein Kühlmittel **K** be-

findet. Soll eine in die Gießtraube **10** abgefüllte und unter Druck stehende Schmelze zur raschen Erstarrung gebracht werden, so werden die Elemente **33**, **34** der Schleuse nach außen verfahren und die Schleuse geöffnet, so dass die Gießtraube **10** mittels der Teleskoparme **7** in das Kühlmittel **K** eingefahren werden kann. Dabei ist es zweckmäßig, die Gießtraube **10** nur so weit in das Kühlmittel **K** einzufahren, dass in jenen Bereichen, die später den Formkörper bzw. die Formkörper bilden für eine rasche Erstarrung gesorgt ist, wohingegen der Einfüllstutzen **9** der Gießtraube **10** nicht in das Kühlmittel **K** eingefahren wird. Bei dieser Vorgehensweise ist dafür gesorgt, dass im Bereich des Einfüllstutzens **9** eine langsamere Erstarrung der Schmelze eintritt und aufgrund eines anliegenden Druckes flüssiges Metall in die einzelnen verstärkt gekühlten Elemente der Gießtraube **9**, in denen Schmelze von außen nach innen erstarrt, nachgepresst werden kann. Gleichzeitig kann zu den gleichen Zwecken im Bereich der Eintrittsöffnung **91** und der daran anschließenden Versorgungsleitungen bzw. Angussbereich auch geheizt werden. Um eine möglichst rasche und wirksame Abkühlung zu erreichen, ist es zweckmäßig, das Kühlmittel **K** z.B. mittels eines Rührers zu bewegen. Eine Verbesserung eines Kühleffektes und damit eine Steigerung der Feinheit eines Gefüges ist auch möglich, wenn das aus Stahl gefertigte Behältnis **14** auf einem massiven Metallblock **15** positioniert ist, so dass ein guter Wärmeaustausch zwischen dem Kühlmittel **K** und der Umgebung der Vorrichtung **1** möglich ist.

[0034] Die in Figur 2 dargestellte Vorrichtung stellt lediglich eine mögliche Ausführungsform dar. In einer anderen Ausführungsform kann eine erfindungsgemäße Vorrichtung aus drei miteinander verbundenen Kammern bestehen, wobei in einer ersten Kammer eine Entgasung der Schmelze und ein Abgießen derselben unter Vakuum erfolgen. Anschließend wird die Gießtraube von der ersten Kammer in eine zweite Kammer gebracht. Diese zweite Kammer ist möglichst klein dimensioniert, so dass die Gießtraube genau Platz findet. Auf Grund des geringen Restvolumens, welches von der Gießtraube nicht ausgefüllt wird, kann dann eine besonders rasche Druckbeaufschlagung erreicht werden. Die zweite Kammer steht wiederum mit einer dritten Kammer in Kontakt, in welcher sich ein Kühlmittel befindet und welche ebenfalls mit minimalem Volumen ausgebildet ist, um einen raschen Druckaufbau zu ermöglichen. Nachdem in der zweiten und dritten Kammer ein gewünschter Druck aufgebaut ist, wird die Gießtraube von der zweiten Kammer in die dritte Kammer gebracht und in dieser mit dem Kühlmittel in Kontakt gebracht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Feingießen eines metallischen Formteiles oder mehrerer vorzugsweise dimensionsgleicher metallischer Formteile, bei welchem eine metallische Schmelze in eine keramische

- Gießform abgegossen wird, wonach die metallische Schmelze erstarren gelassen wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die abgegossene Schmelze unter Ausübung eines Druckes auf die Schmelze verstärkt abgekühlt wird, wobei Druckausübung und verstärktes Abkühlen zumindest bis zur Formbeständigkeit des erstarrenden Formteiles bzw. der Formteile durchgeführt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmelze entgast und unter Vakuum in die Gießform abgegossen wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck mittels eines Gases ausgeübt wird.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmelze nach Abgießen in die Gießform gasdicht verschlossen wird oder die Schmelze teilweise erstarren gelassen wird, bis die Schmelze zumindest bereichsweise von einer gasundurchlässigen Metallhaut umgeben ist.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck innerhalb von höchstens 30 Sekunden aufgebaut wird.
 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck innerhalb von 100 Millisekunden, vorzugsweise innerhalb von 10 bis 50 Millisekunden, aufgebaut wird.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck durch Zünden einer oder mehrerer Sprengladungen erzeugt wird.
 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck durch Erhitzen eines flüssigen Inertgases erzeugt wird.
 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gießform zur vollständigen Erstarrung der Schmelze in ein flüssiges Kühlmittel, insbesondere ein bei -100 °C oder einer tieferen Temperatur flüssiges Gas, eingebracht wird.
 10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gießform vollflächig mit dem Kühlmittel in Kontakt gebracht wird.
 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmelze innerhalb von höchstens 300 Sekunden nach Aufbau des Druckes in vollständig erstarrten Zustand gebracht wird.
 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck zumindest 200 bar, vorzugsweise zumindest 800 bar, beträgt.
 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmelze während der Erstarrung mit Ultraschall und/oder einer Wechsellastspannung beaufschlagt wird.
 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gießform und/oder die Schmelze in einem Angussbereich während der verstärkten Abkühlung bereichsweise beheizt werden.
 15. Vorrichtung zum Feingießen eines metallischen Formteiles oder mehrerer vorzugsweise dimensionsgleicher metallischer Formteile, umfassend eine keramische Gießform und ein Schmelzenbehältnis, über welches metallische Schmelze in die Gießform einbringbar ist, sowie eine Kühleinrichtung für die Gießform, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühleinrichtung in einer druckfesten Kammer untergebracht ist.
 16. Vorrichtung nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühleinrichtung einen Behälter für ein flüssiges Kühlmittel umfasst.
 17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gießform in den Behälter verfahrbar ist.
 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammer zumindest zwei Bereiche aufweist, welche durch eine Schleuse getrennt und unabhängig voneinander evakuierbar bzw. mit Druck beaufschlagbar sind.

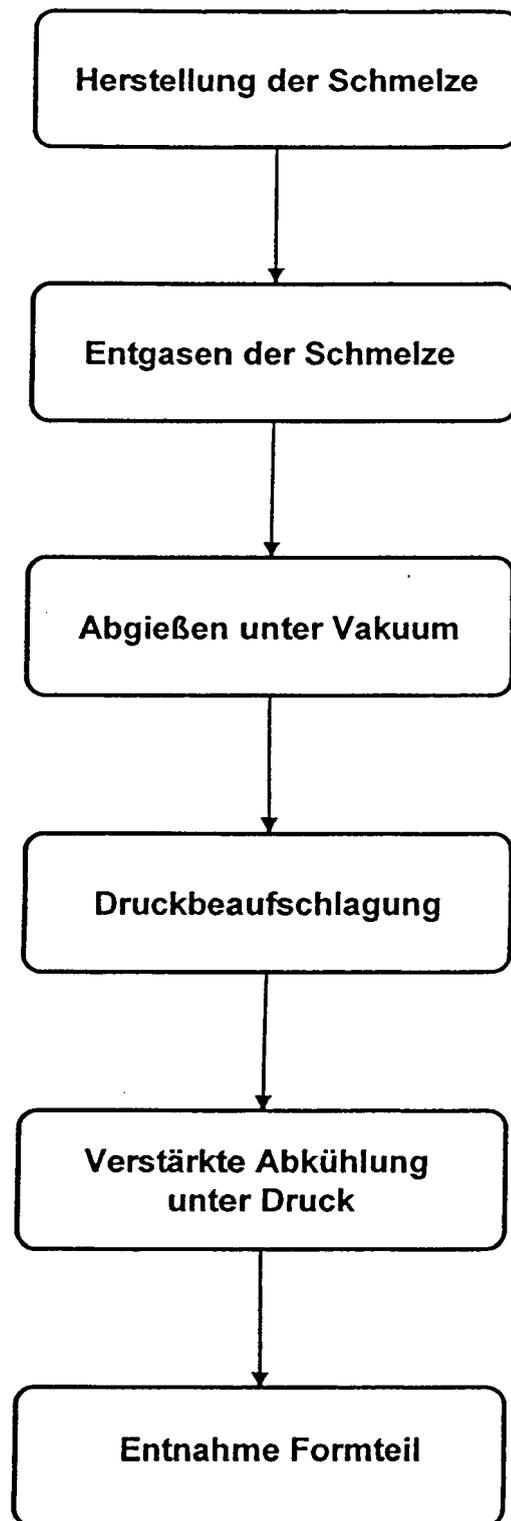


FIG.1

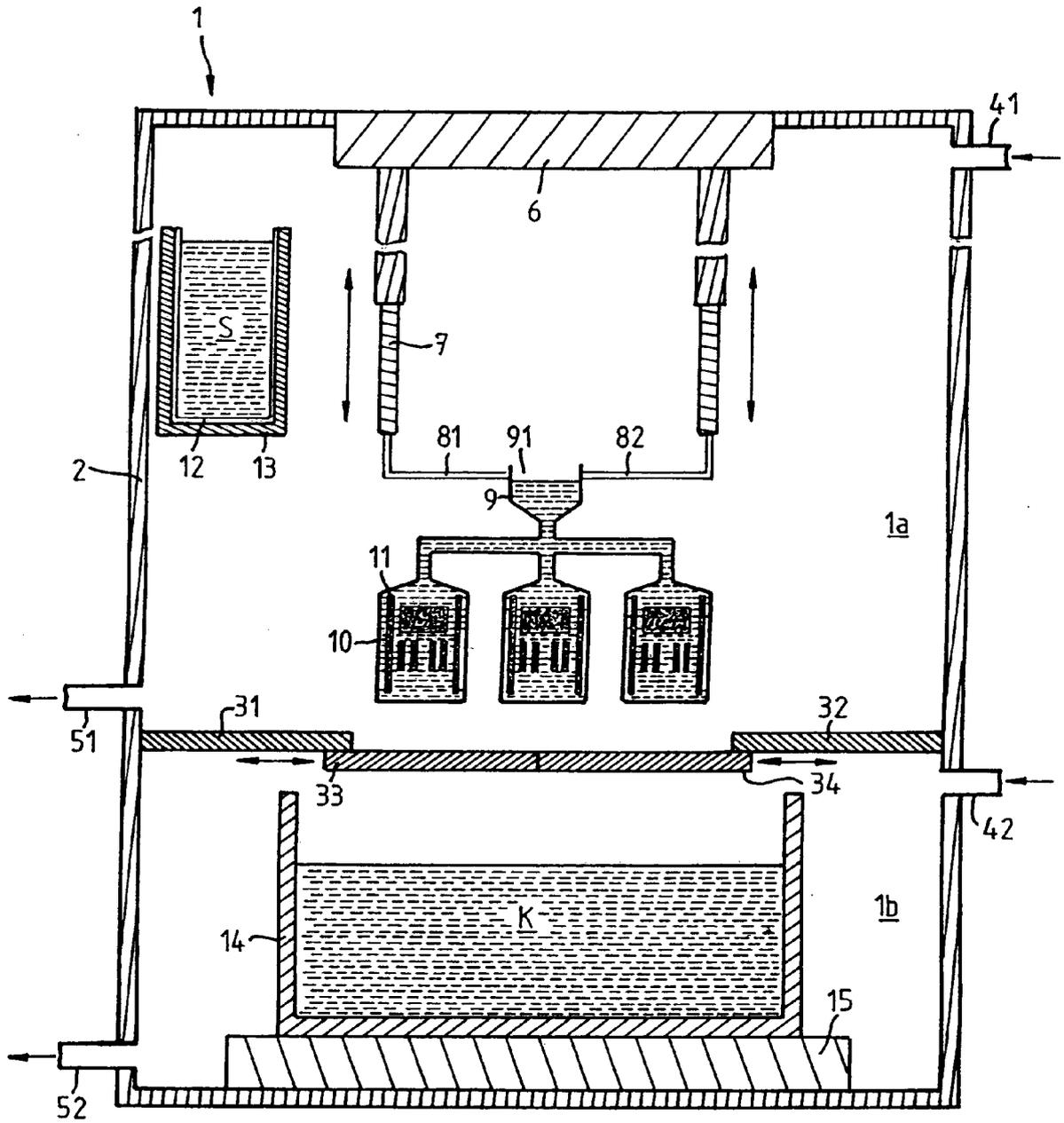


FIG.2

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

- US 6622774 B2 [0005]