

(19)



österreichisches
patentamt

(10)

AT 503 391 A1 2007-10-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 570/2006**

(22) Anmeldetag: **04.04.2006**

(43) Veröffentlicht am: **15.10.2007**

(51) Int. Cl.⁸: **B22D 27/13** (2006.01),
B22D 27/15 (2006.01),
B22D 27/04 (2006.01),
B22D 18/02 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

O.ST. FEINGUSSGESELLSCHAFT M.B.H.
A-8605 KAPFENBERG (AT)

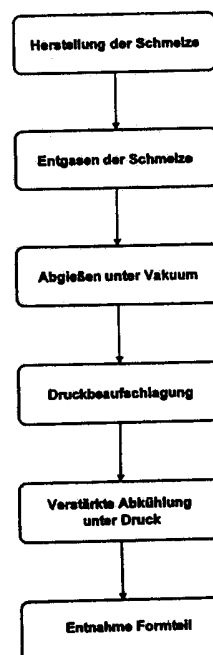
(72) Erfinder:

PANKL GEROLD ING.
BRUCK/MUR (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.



AT 503 391 A1 2007-10-15



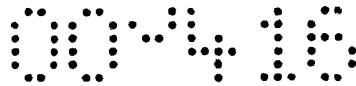
Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Feingießen eines metallischen Formteiles oder mehrerer vorzugsweise dimensionsgleicher metallischer Formteile, bei welchem eine
5 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
10 Druckausübung 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.

15

Figur 1



Verfahren zum Feingießen von metallischen Formteilen und Vorrichtung hierfür

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

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

Mit Feingießverfahren können Bauteile komplexer Geometrie mit endabmessungsnahen
15 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
20 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.

Wie auch bei anderen Verfahren zum Gießen von Metallen besteht bei Feingießverfahren
25 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
30 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 höhere Dichte als der Festkörper aufweist, was bei der Erstarrung zu einer Volumenkontraktion führt. Vor allem
35 bei einer verstärkten Abkühlung einer Schmelze kann in diesem Fall eine massive Lunkerbildung gegeben sein.



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

5 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

10 darstellen und dementsprechend dessen Gebrauchsdauer erheblich verkürzen können.

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.

15

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.

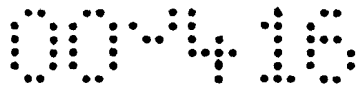
20 Die verfahrensmäßige Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass bei einem Verfahren der eingangs genannten Art die abgegossene Schmelze unter Ausübung eines Druckes auf die Schmelze verstärkt abgekühlt wird, wobei Druckausübung und verstärktes Abkühlen zumindest bis zur Formbeständigkeit des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

25

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

30 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

35 Vergleich mit einer Erstarrung an Luft zu einer rascheren Erstarrung führt.



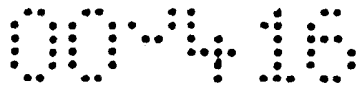
Günstig ist es, wenn die Schmelze entgast und unter Vakuum in die Gießform abgegossen wird. Dies stellt sicher, dass ein Anteil an gelöstem Gas, welches bei einer Erstarrung der Schmelze zur Ausbildung von Hohlräumen führen kann, minimiert ist.

- 5 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
- 10 Formteile erstellt werden.

- 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
- 15 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 lunkerfreier
- 20 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.

- Da bei Gießformen Heizeinrichtungen üblicherweise nicht vorgesehen sind und eine
- 25 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,
- 30 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.

- 35 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
5 einem abgeschlossenen Volumen erreichbar.

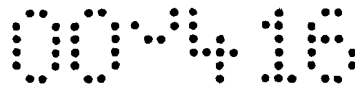
Zur vollständigen Erstarrung der Schmelze kann die Gießform in ein flüssiges Kühlmittel, insbesondere ein bei -100°C oder einer tieferen Temperatur flüssiges Gas eingebracht werden. Durch ein flüssiges Kühlmittel, welches gegebenenfalls zusätzlich in Bewegung
10 gehalten wird, kann in besonders wirksamer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

15 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
20 eingesetzt, so ist weiters eine Zeitdauer minimiert, in welcher sich in der Schmelze Gas lösen kann.

Bei der Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist es weiter von Vorteil, wenn der Druck zumindest 200 bar, vorzugsweise zumindest 800 bar, beträgt. Je höher
25 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.

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

35 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 wird. 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.

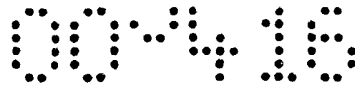
5

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.

Vorteile einer erfindungsgemäßen Vorrichtung sind insbesondere darin zu sehen, dass bei einem einfachen apparativen Aufbau hochwertige, lunkerfreie 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.

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.

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 dadurch verhindert werden kann, dass beim Abgießen unter Vakuum bzw. bei einem Entgasen der metallischen Schmelze Kühlmittel in die Vakuumanlage gelangt, was zu



deren Versagen, jedenfalls aber einem schlechteren Vakuum und damit zu einem höheren Anteil an gelöstem Gas in der Schmelze, führen kann.

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

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

10 Es zeigen

Figur 1 ein Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens;

Figur 2 einen Querschnitt einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

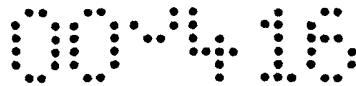
In Figur 1 sind einzelne Schritte eines erfindungsgemäßen Feingießverfahrens anhand
15 eines Flussdiagramms näher dargestellt. Zu Beginn wird eine Schmelze eines Metalles durch Aufschmelzen eines entsprechenden Ausgangsmaterials erstellt. Unter Metall ist hier wie auch im Übrigen ein Metall, eine Legierung 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
20 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
25 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
30 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 formteilformenden Elemente der
35 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.

- 5 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 Gießtraube
- 10 eingegossen. Nachdem die Gießtraube bis zur Einfüllöffnung mit Metallschmelze befüllt war, wurde die in die Gießtraube 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 Gießtraube ein fester Film bzw. eine durchgängige Metallhaut von 500 µm Dicke gebildet hatte. Im Anschluss daran wurde das
- 15 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 Gießtraube in ein Ölbad, welches eine Temperatur von 25° C aufwies, unter Druck zur vollständigen
- 20 Erstarrung gebracht. Nach Abkühlen der Gießtraube 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.

25

- 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
- 30 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,
- 35 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

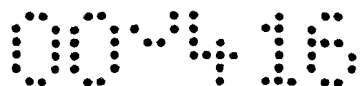


die Elemente **33, 34** horizontal verschiebbar an den Elementen **31** bzw. **32** gehalten sind. Dies erlaubt es, bei Bedarf die Schleuse zu öffnen. Anstelle der in Figur 2 dargestellten Schleuse kann jede andere Schleuse verwendet werden, sofern sichergestellt ist, dass die Kompartimente **1a, 1b** voneinander gasdicht getrennt werden können.

- 5 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.

- 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.
- 25 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.

- 30 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.
- 35



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
5 heb- bzw. senkbar ist.

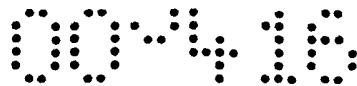
Im Kompartiment **1b** ist ein Kühlmittelbehältnis **14** untergebracht, in welchem sich ein Kühlmittel **K** befindet. Soll eine in die Gießtraube **10** abgefüllte und unter Druck stehende Schmelze zur raschen Erstarrung gebracht werden, so werden die Elemente **33, 34** der
10 Schleuse nach außen 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
15 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
20 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
25 Metallblock **15** positioniert ist, so dass ein guter Wärmeaustausch zwischen dem Kühlmittel **K** und der Umgebung der Vorrichtung **1** möglich ist.

Die in Figur 2 dargestellte Vorrichtung stellt lediglich eine mögliche Ausführungsform dar. In einer anderen Ausführungsform kann eine erfindungsgemäße Vorrichtung aus drei
30 miteinander verbundenen Kammern bestehen, wobei in einer ersten Kammer eine Entgasung der Schmelze und ein Abgießen derselben unter Vakuum erfolgt. 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
35 nicht ausgefüllt wird, kann dann eine besonders rasche Druckbeaufschlagung erreicht werden. Die zweite Kammer steht wiederum mit einer dritten Kammer in Kontakt, in

00415

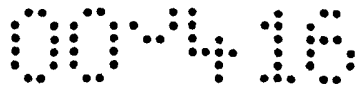
welcher sich ein Kühlmittel befindet und welche ebenfalls mit minimalem Volumen ausgebildet ist, um einen raschen Druckaufbau zu ermöglichen. Nachdem in der zweiten und dritten Kammer ein gewünschter Druck aufgebaut ist, wird die Gießtraube von der zweiten Kammer in die dritte Kammer gebracht und in dieser mit dem Kühlmittel in

5 Kontakt gebracht.



Patentansprüche

1. Verfahren zum Feingießen eines metallischen Formteiles oder mehrerer vorzugsweise dimensionsgleicher metallischer Formteile, bei welchem eine metallische Schmelze in
5 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.
- 10 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
15 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
20 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.
- 25 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
30 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.
- 35 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
5 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.

10

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
15 Schmelze während der Erstarrung mit Ultraschall und/oder einer Wechsellspannung 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
20 Abkühlung bereichsweise beheizt wird.

15. Vorrichtung zum Feingießen eines metallischen Formteiles oder mehrerer
vorzugsweise dimensionsgleicher metallischer Formteile, umfassend eine keramische
Gießform^{1a} und ein Schmelzenbehältnis^{1b}, über welches metallische Schmelze in die
25 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
30 einen Behälter für ein flüssiges Kühlmittel umfasst.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gießform in den Behälter verfahrbar ist.

00416

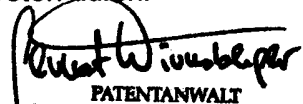
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kammer zumindest zwei Bereiche aufweist, welche durch eine Schleuse getrennt und unabhängig voneinander evakuierbar bzw. mit Druck beaufschlagbar sind.

5

Leoben, am 3. April 2006

O.St. Feingußgesellschaft m.b.H.

vertreten durch:


PATENTANWALT
Dipl.-Ing. Dr. G. WIRNSBERGER
8700 Leoben, Mühlgasse 3

00416

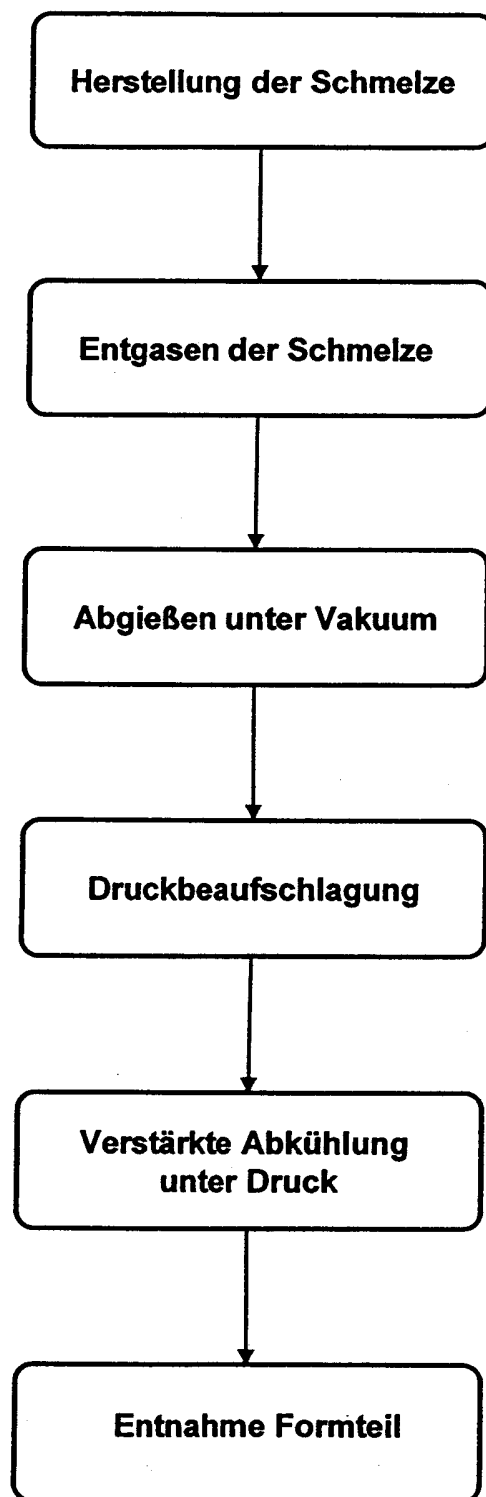


FIG.1

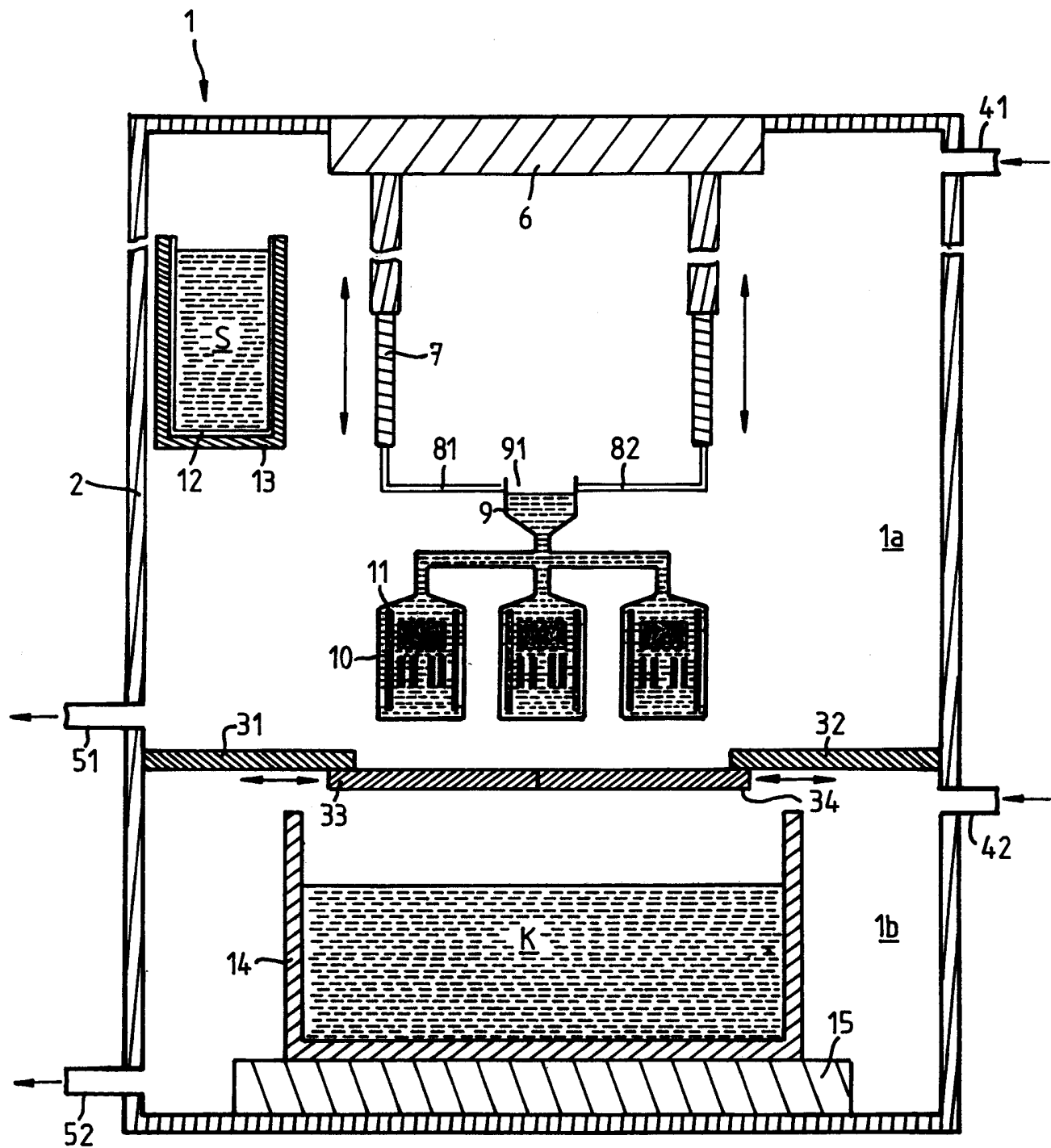
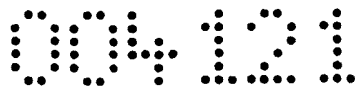


FIG. 2

1. Verfahren zum Feingießen eines metallischen Formteiles oder mehrerer vorzugsweise dimensionsgleicher metallischer Formteile, bei welchem eine metallische Schmelze in
5 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.
- 10 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
15 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
20 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.
- 25 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
30 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.
- 35 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
5 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.

10

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
15 Schmelze während der Erstarrung mit Ultraschall und/oder einer Wechsellspannung 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
20 Abkühlung bereichsweise beheizt werden.

15. Vorrichtung (1) zum Feingießen eines metallischen Formteiles oder mehrerer vorzugsweise dimensionsgleicher metallischer Formteile, umfassend eine keramische Gießform (10) und ein Schmelzenbehältnis (12), über welches metallische Schmelze (S) in die Gießform (10) einbringbar ist, sowie eine Kühleinrichtung zum verstärkten Kühlen der Gießform (10) bzw. von in dieser befindlicher Schmelze (S), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühleinrichtung in einer druckfesten Kammer untergebracht ist.

30 16. Vorrichtung (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühleinrichtung einen Behälter (14) für ein flüssiges Kühlmittel (K) umfasst.

17. Vorrichtung (1) nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gießform (10) in den Behälter (14) verfahrbar ist.

35

004 121

18. Vorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kammer zumindest zwei Bereiche (1a, 1b) aufweist, welche durch eine Schleuse (31, 32, 33, 34) getrennt und unabhängig voneinander evakuierbar bzw. mit Druck beaufschlagbar sind.



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : B22D 27/13 (2006.01); B22D 27/15 (2006.01); B22D 27/04 (2006.01); B22D 18/02 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: B22D 27/13 , B22D 27/15 , B22D 27/04 , B22D 18/02
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): B22D; B22C
Konsultierte Online-Datenbank: WPI; EPODOC; TXTN
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 4. April 2006 eingereichten Ansprüchen 1-18 erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	US 4 832 105 A (NAGAN) 23. Mai 1989 (23.05.1989) <i>Figuren 1 bis 3; Ansprüche 1 bis 15</i> --	1-4; 15, 17
X	DE 36 03 310 A1 (LEYBOLD HERAEUS) 6. August 1987 (06.08.1987) <i>Figur, Ansprüche 1 bis 3; Spalte 2, Zeilen 3 bis 66</i> --	1-4, 12, 15, 17
A	EP 728 546 A2 (HOWMET CORP.) 28. August 1996 (28.08.1996) <i>Figure 1; Spalte 2, Zeilen 5 bis 56; Ansprüche 1 bis 14;</i> --	1-4
A	EP 897 769 A1 (HOWMET RESEARCH CORP.) 24. Februar 1999 (24.02.1999) <i>Ansprüche 1-11; Figur 1</i> --	1
A	WO 1998/045071 A1 (REITER; YASUI) 15. Oktober 1998 (15.10.1998) <i>Figuren 1-3; Anspruch 1</i> --	1
A	US 3 705 615 A (WATTS) 12. Dezember 1972 (12.12.1972) <i>Figur; Ansprüche 1-3</i> ----	1

Datum der Beendigung der Recherche: 18. Jänner 2007	☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in): Dipl.-Ing. RIEDER
--	---	----------------------------------

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung : der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.		A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.
--	--	--