



(11)

EP 2 460 605 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
06.06.2012 Patentblatt 2012/23

(51) Int Cl.:  
**B22D 17/00** (2006.01)      **B29C 45/77** (2006.01)  
**B29C 45/78** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 11007794.8

(22) Anmeldetag: 26.09.2011

(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**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(30) Priorität: 01.12.2010 DE 102010053125

(71) Anmelder: **Volkswagen AG**  
**38436 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder:  

- **Kempf, Andreas**  
34128 Kassel (DE)
- **Retter, Timo**  
38159 Vechelde (DE)
- **Bültermann, Bernd**  
8044 Graz-Weinitzen (AT)

### (54) Verfahren zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen und Vorrichtung zum Herstellen eines Gussbauteils

(57) Es wird ein Verfahren zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen offenbart. Eine Gussform (10) mit einer Kavität und einer Mehrzahl von Angusspunkten wird bereitgestellt. Eine Leichtmetallschmelze wird durch wenigstens zwei Angusspunkte mit jeweils einer Temperatur und einem Druck in die Gussform (10) zur Herstellung eines ersten Gussbauteils eingebracht. Die Leichtmetallschmelze fließt entlang wenigstens zweier Wege in wenigstens zwei Strömen mit jeweils einer Front in die Gussform (10) ein, wobei sich wenigstens zwei Fronten der Ströme in einem Bereich der Gussform (10) treffen. We-

nigstens eine Temperatur und/oder wenigstens ein Druck im Bereich werden, in welchem die Ströme zusammen treffen, gemessen. Die gemessene Temperatur und/oder der gemessene Druck werden beim nachfolgenden Herstellen eines zweiten Gussbauteils in der Gussform (10) für die Wahl der jeweiligen Temperatur und/oder des jeweiligen Drucks und/oder des jeweiligen Auslösezeitpunkts am jeweiligen Angusspunkt beim Einbringen der Leichtmetallschmelze berücksichtigt. Beschrieben wird des Weiteren eine entsprechende Vorrichtung zum Herstellen eines Gussbauteils, die geeignet zur Durchführung des Verfahrens ist.

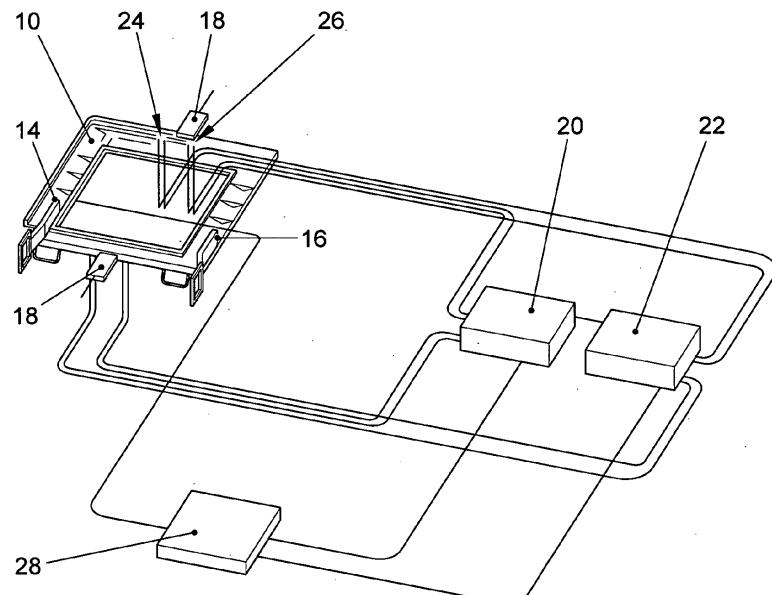


FIG. 2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft Verfahren zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung zum Herstellen eines Gussbauteils gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 7.

**[0002]** Im Leichtmetallguss, insbesondere bei der Verarbeitung von Aluminiumlegierungen oder Magnesiumlegierungen, ist es von hohem Stellenwert für die Qualität der gegossenen Produkte, dass die Gießformfüllung kontrolliert und in reproduzierbare Weise erfolgt. Diese Anforderung ist besonders bedeutsam, wenn das Gießen mit einer halbflüssigen oder halbfesten Metallschmelze, einem halbflüssigen oder halbfesten Gießbrei, in einem semi-solid Gießverfahren, insbesondere mit einer unter den Liquiduspunkt abgekühlten Metallschmelze mit Festkörperanteil, erfolgt, da die Eigenschaften der halbflüssigen Metallschmelze, des Gießbreis stark von einer Vielzahl von Parametern, insbesondere der Temperatur, abhängen.

**[0003]** Aufgrund der häufig komplizierten Geometrie oder Topologie der Produkte und damit auch der zu füllenden Kavität der Gießform wird häufig eine Mehrzahl von Angusspunkten genutzt, so dass die Kavität mit ausreichend hoher Geschwindigkeit unter Minimierung von Gießfehlern, bevorzugt ohne Gießfehler, wie Lunkerbildung oder dergleichen, mit der Leichtmetallschmelze gefüllt werden kann. Beispielsweise ist im Dokument DE 10 2008 052 062 A1 das Gießen eines rahmenartigen Strukturauteils mit Öffnung beschrieben, wie es beispielsweise in konkret gestalteter Ausführung für Rückenlehnen von Fahrzeugsitzen benötigt wird. Damit die erhaltenen Produkte nur unwesentlich nachbearbeitet werden müssen und in definierten Bereichen veränderte, insbesondere erhöhte mechanische Kennwerte aufweisen, wird die Metallschmelze zu mindestens zwei beheizten Schmelzezuführungen zugeführt und gelangt von dort in die Gussform, wobei die Gussform einen Kanal aufweist, in welchem Schmelzeströme einander entgegengesetzt oder aufeinander zu fließen.

**[0004]** Im Zusammenhang des Gießens mit einem halbfesten Gießbrei kann es beim Einsatz mehrerer Schmelzezuführungen oder Heißkanäle bei ungleichmäßiger Temperatur beim Austritt der Metallschmelze und/oder bei unterschiedlichen geometrischen Ausströmungen (zum Beispiel unterschiedlichen Verschließens der Öffnungen) zur unterschiedlichen Bildung von kalten Metallpropfen kommen, die wie eine Ventilsperre wirken und die warme Metallschmelze von einem Teil der kalten Gussform trennen. In einem derartigen Fall nimmt bei unterschiedlich großen kalten Propfen die Metallschmelze den Weg des geringsten Widerstandes und füllt den Kanal durch die eine geöffnete Schmelzezuführung solange, bis genügen Gegendruck aufgebaut ist, so dass die andere Schmelzezuführung öffnet. Auf diese Weise können Füllfronten der Metallschmelze entstehen, die sich unterschiedlich schnell beim Einlaufen in

die Kavität ausbreiten und zu unterschiedlichen Zeiten aufeinander treffen, so dass die Position der Kontaktflächen, auch als Bindenähte bezeichnet, variiert. Da die Kontaktflächen andere physikalische und/oder chemische Eigenschaften aufweisen als ein Materialabschnitt im Inneren des gegossenen Bauteils, bedeutet diese Variation auch eine Streuung der Bauteileigenschaften. Diese Prozessschwankungen sind für eine ausreichend hohe Qualität inakzeptabel.

**[0005]** Aus dem Dokument DE 44 44 092 A1 ist für den konventionellen Kunststoff-Druckguss oder konventionellen Aluminium-Druckguss mittels eines Heißkanals in eine Spritzgussform bekannt, dass die Ist-Temperatur während eines Gießzyklus gemessen und in Abhängigkeit einer Abweichung von einer Soll-Temperatur ein Kühl- und/oder Heizmedium zur Temperierung der Spritzgussform zugeführt werden.

**[0006]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, beim Gießen einer Metallschmelze, insbesondere eines halbflüssigen Gießbreis, den zeitlichen Verlauf des Schmelzflusses von einer Mehrzahl von Angusspunkten ausgehend in die Gießform derart zu kontrollieren, dass die Lage wenigstens einer Kontaktfläche von in die Gießform einlaufenden Füllfronten reproduzierbar in einer Serie von Gießvorgängen gesteuert werden kann.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen charakterisiert.

**[0008]** Im erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen werden wenigstens die folgende Schritte durchgeführt: Es wird eine Gussform mit einer Kavität und einer Mehrzahl von Angusspunkten, insbesondere Heißkanalaustrittspunkte oder Düsen, bereitgestellt. Eine Leichtmetallschmelze wird durch wenigstens zwei Angusspunkte, insbesondere Heißkanalaustrittspunkte oder Düsen, mit jeweils einer Temperatur und einem Druck in die Gussform zur Herstellung eines ersten Gussbauteils eingebracht. Die Leichtmetallschmelze fließt entlang wenigstens zweier Wege in wenigstens zwei Strömen (ein Strom pro Weg), insbesondere einander entgegengesetzt fließenden Strömen, mit jeweils einer Front in die Gussform ein, wobei sich wenigstens zwei Fronten der Ströme in einem Bereich der Gussform treffen. Wenigstens eine Temperatur und/oder wenigstens werden ein Druck im Bereich, in welchem die Ströme zusammentreffen, gemessen. Die gemessene Temperatur und/oder der gemessene Druck werden beim nachfolgenden Herstellen eines zweiten Gussbauteils in der Gussform für die Wahl der jeweiligen Temperatur und/oder des jeweiligen Drucks und/oder des jeweiligen Auslösezeitpunkts am jeweiligen Angusspunkt beim Einbringen der Leichtmetallschmelze berücksichtigt.

**[0009]** Durch das erfindungsgemäße Vorgehen ist es möglich, die Lage der Kontaktflächen der Füllfronten aktiv zuverlässig zu kontrollieren oder zu regulieren. Auf

diese Weise wird erreicht, dass der Materialfluss der Metallschmelze in die Gießform bauteilgerecht, insbesondere geometriegerecht reproduzierbar erfolgt. Insbesondere kann realisiert werden, dass die Füllfronten an vorgesehenen Punkten einander kontaktieren. Besonders bevorzugt ist es dabei, wenn der Kontakt in der Nähe eines Vakuumaustritts der Gießform stattfindet. Durch das Vorsehen einer individuellen Regelung für die Serie von Gießvorgängen in Abhängigkeit der aktuell gemessenen Werte wird eine vorteilhaft hohe Prozesssicherheit erreicht, so dass eine Steigerung der Qualität möglich ist, indem die Streuung der individuellen Ergebnisse verringert wird.

**[0010]** Das Verfahren ist bevorzugt ein Spritzgussverfahren. Die Angusspunkte können insbesondere temperierbar sein. Die Gießform kann dann auch als Heißkanalgießform bezeichnet werden. Die Leichtmetallschmelze ist fluid, insbesondere fließfähig. Zum Zweck der Messung können ein oder mehrere Sensoren, Detektoren, Messsonden oder dergleichen zum Einsatz gelangen. Der oder die Sensoren, Detektoren oder Messsonden können an oder in der Gussform aufgenommen sein. Die jeweilige Temperatur und/oder der jeweilige Druck an den mehreren Angusspunkten für das nachfolgende Herstellen eines weiteren Gussbauteils kann in Funktion der gemessenen Temperatur eingestellt werden. Anders gesagt, eine Veränderung der eingestellten jeweiligen Temperatur und/oder des eingestellten jeweiligen Drucks an den mehreren Angusspunkten kann in Abhängigkeit der Abweichung der gemessenen Temperatur, der Ist-Temperatur, von einer vorgegebenen Temperatur, einer Soll-Temperatur, erfolgen. Die einzelne Messung oder mehrere Messungen können initial für eine oder mehrere erste Bauteile der Serie erfolgen, wobei nachfolgende Produkte mit den gefundenen optimierten Einstellungen hergestellt werden, oder regelmäßig während der Produktion der Serie derart erfolgen, dass vorhergehende Messwerte für die Herstellung nachfolgender Produkte berücksichtigend genutzt werden.

**[0011]** Bevorzugt wird die Leichtmetallschmelze mit im Vergleich zum Umgebungsdruck erhöhtem Druck in die Gussform eingebracht. Mit anderen Worten, das Verfahren kann ein so genanntes Druckgussverfahren sein, in welchem wenigstens beim Füllen der Gießform Druckkräfte größer als der Umgebungsdruck auf die Leichtmetallschmelze wirken.

**[0012]** Unter einem Leichtmetall wird in dieser Darstellung ein Metall verstanden, dessen Dichte weniger als 5 g/cm<sup>3</sup> beträgt. Insbesondere sind die Metalle Aluminium, Magnesium, Titan, Lithium und Strontium Leichtmetalle. Besonders bevorzugt in technischen Anwendungen, insbesondere im Zusammenhang der Erfindung, sind die Leichtmetalle Aluminium, Magnesium und Titan, da sie mit Werkzeugen bearbeitbar sind.

**[0013]** In einer Gruppe von bevorzugten Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als Leichtmetall eine Aluminiumlegierung oder eine Magnesiumlegierung verwendet. Die Bezeichnung Legierung

umfasst auch das reine Metall, das im Wesentlichen, insbesondere innerhalb von herstellungsbedingten Fremdanteilen und/oder Verunreinigungen, frei von anderen Bestandteilen ist. Des Weiteren oder alternativ dazu

5 langt beim erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt ein halbfester (semi-solid) Gießbrei mit Festphasenanteil oder Festkörperanteil zum Einsatz. Das heißt, die Leichtmetallschmelze wird als ein halbfester Gießbrei, insbesondere, mit einem nicht-dendritischen, bevorzugt globulitischen Festphasenanteil, vergossen. Die Metallschmelze kann fluid, insbesondere fließfähig, flüssig, breiig, schlammig, teigig oder pastös, sein. Die Metallschmelze kann auf eine Temperatur unter die Liquidus-Temperatur abgekühlt worden sein. Die verarbeitete Metallschmelze kann thixotrop sein. Die Metallschmelze kann insbesondere globulitische und/oder nicht-dendritische Festkörper, beispielsweise sphäroide oder ellipsoide Festkörper, im flüssigen Phasenanteil aufweisen.

**[0014]** In einer konkreten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen wird die Leichtmetallschmelze an den wenigstens zwei Angusspunkten durch Heißkanaldüsen, deren Temperatur und/oder deren Druck eingestellt wird, ausgebracht. Mittels der einstellbaren Heißkanaldüsen 20 kann in vorteilhafter Weise präzise der Materialfluss der Metallschmelze in die Gießform hinsichtlich der Menge und des Zeitverlaufs des Volumenstromes gesteuert werden.

**[0015]** In einer vorteilhaften Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden eine Temperaturverteilung und/oder eine Druckverteilung über einen bestimmten Weg oder Streckenabschnitt im Bereich, in welchem die Ströme zusammentreffen, gemessen. Konkret können an einer Anzahl von Messstellen, beispielsweise 25 an zwei Messpunkten auf den einander gegenüberliegenden Seiten der erwarteten Lage der Kontaktfläche zweier Füllfronten, Messwerte genommen werden. Auf diese Weise können Unterschiede der Werte der Parameter, insbesondere hinsichtlich der den einzelnen Füllfronten zugeordneten Werte der Parameter, detektiert werden, so dass aus dieser Information einzelne separate Maßnahmen für die Einstellung der Temperatur und/oder des Drucks an den jeweiligen Angusspunkten abgeleitet und anschließend durchgeführt werden können.

**[0016]** Hinsichtlich des Ziels einer reproduzierbaren, gleichbleibenden hohen Qualität ist es im erfindungsgemäßen Verfahren besonders bevorzugt, eine Einstellung der jeweiligen Temperatur und/oder des jeweiligen Drucks am jeweiligen Angusspunkt beim Einbringen der Leichtmetallschmelze derart vorzunehmen oder erfolgen zu lassen, dass bei jedem einzelnen Herstellen eines Gussbauteils in der Serie die Ströme im Wesentlichen 40 zum einen an derselben Stelle und zum anderen mit derselben Temperatur und/oder demselben Druck im Rahmen von Toleranzintervallen aufeinandertreffen. Wird auf diese Weise eine Serie von Produkten gefertigt, so kann gezielt die Lage der Kontaktfläche der Füllströme eingestellt werden. Dabei können Kontaktflächen an für 45

die konkrete Produktgeometrie gewünschten Positionen platziert werden, beispielsweise an solchen, an denen eine strukturelle Schwächung des Produktes gewünscht ist.

**[0017]** Im Zusammenhang des erfinderischen Gedankens steht auch eine Vorrichtung zum Herstellen eines Gussbauteils. Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann bevorzugt geeignet Durchführung eines Verfahrens zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen mit einzelnen oder allen Merkmalen oder Merkmalskombinationen gemäß dieser Darstellung sein. Die Vorrichtung umfasst eine Gussform mit einer Kavität und einer Mehrzahl von Angusspunkten, durch welche eine Leichtmetallschmelze mit jeweils einer Temperatur und einem Druck in die Gussform derart einbringbar ist, dass die Leichtmetallschmelze entlang wenigstens zweier Wege in wenigstens zwei Strömen mit jeweils einer Front in die Gussform einfließt, wobei sich wenigstens zwei Fronten der Ströme in einem Bereich der Gussform treffen. Sie umfasst des Weiteren wenigstens eine Vorrichtung zum Messen der Temperatur und/oder wenigstens eine Vorrichtung zum Messen des Drucks, welche im Bereich, in welchem die Ströme zusammentreffen, angeordnet sind. Darüber hinaus umfasst die Vorrichtung ein Regelgerät für Temperatur und/oder Druck an der Mehrzahl von Angusspunkten, zur Berücksichtigung der gemessenen Temperatur und/oder des gemessenen Drucks beim nachfolgenden Herstellen eines zweiten Gussbauteils in der Gussform für die Wahl der jeweiligen Temperatur und/oder des jeweiligen Drucks am jeweiligen Angusspunkt beim Einbringen der Leichtmetallschmelze. In einer konkreten Ausgestaltung kann das Regelgerät der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Recheneinheit und ein auf der Recheneinheit laufendes Softwareprogramm aufweisen, welches eine Errechnung oder Auffindung von jeweils an der Mehrzahl von Angusspunkten einzustellenden Werten von Temperatur und/oder Druck für nachfolgende Gießvorgänge in Funktion der gemessenen Werte ermöglicht, und/oder eine oder mehrere Tabellen (look-up tables) enthalten, welche eine Zuordnung von jeweils an der Mehrzahl von Angusspunkten einzustellenden Werten von Temperatur und/oder Druck in Funktion der gemessenen Werte gestatten.

**[0018]** Die Topologie der Kavität kann komplex sein, so dass detailliert strukturierte Bauteile als Produkte erhältlich sind. Zu diesem Zweck kann die Kavität der Gussform ein nicht einfach zusammenhängender Raum sein. Etwas anschaulicher ausgedrückt, innerhalb der Kavität kann wenigstens ein geschlossener Pfad existieren, der sich stetig auf einen Punkt außerhalb der Kavität zusammenziehen, anders gesagt sich unter Einschluss des umlaufenden Zentrums verkürzen, lässt. Beispielsweise kann die Kavität rahmenartig, gitterartig oder netzartig sein oder henkelartige Raumbereiche mit wenigstens zwei Übergangspunkten zum Restvolumen aufweisen. Bei der Befüllung derartige Kavitäten mit Metallschmelze ausgehend von einer Mehrzahl von Angusspunkten treten verbreitet Situationen auf, in der Füllfronten in Teil-

bereichen aufeinander zu fließen und schließlich eine Kontaktfläche bilden. Häufig ist sinnvollerweise ein Befüllen der Gießform mit Metallschmelze von nur einem Angusspunkt ausgehend ohne Gefahr der Erzeugung von Gießfehlern nicht möglich.

**[0019]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist wenigstens einer der Angusspunkte vom Austritt einer Heißkanal-düse gebildet.

**[0020]** In diesem Fall werden Temperiereinrichtungen der Heißkanaldüsen mit den in Abhängigkeit der gemessenen Werte bestimmten Werte angesteuert. Das Regelgerät kann derart ausgeführt sein, dass es auch die Ansteuerung der Temperiereinrichtungen der Heißkanal-düsen durchführt. Eine Temperierung kann beispielsweise eine Kühlseinrichtung, bevorzugt eine CO<sub>2</sub>-Impuls-kühlung sein.

**[0021]** In der erfindungsgemäßen Vorgehensweise, konkret mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens mit einzelnen oder allen Merkmalen oder Merkmalskombinationen gemäß dieser Darstellung beziehungsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einzelnen oder allen Merkmalen oder Merkmalskombinationen gemäß dieser Darstellung sind Gussbauteile in Serie mit gleichbleibend hoher Qualität erhältlich. Erfindungsgemäß ist daher ein Gussbauteil, das erhalten in einem Verfahren mit einzelnen oder allen Merkmalen oder Merkmalskombinationen gemäß dieser Darstellung und/oder mittels einer Vorrichtung mit einzelnen oder allen Merkmalen oder Merkmalskombinationen gemäß dieser Darstellung ist.

**[0022]** In konkreten Anwendungen kann es sich bei den Gusbauteilen um Strukturbauten für Baugruppen eines Fahrzeugs, insbesondere eines Landkraftfahrzeugs, eines Radfahrzeugs, beispielsweise eines schienenlosen Automobils, handeln.

**[0023]** Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung werden anhand der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Figuren dargestellt. Es zeigt im Einzelnen:

**40** Figur 1 eine Skizze eines Gießwerkzeugs mit zwei Heißkanalaustrittsdüsen zur Durchführung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen,

**45** Figur 2 eine Skizze einer Struktur eines Systems zur Steuerung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen, und

**50** Figur 3 eine vergrößerte Darstellung des Heißkanals mit zwei Heißkanalaustrittsdüsen.

**55** **[0024]** Die Figur 1 ist eine Skizze eines Gießwerkzeugs mit zwei Heißkanalaustrittsdüsen zur Durchführung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen einer Serie von Gussbautei-

len. Im Gießwerkzeug 30 befindet sich eine Gussform 10, welche eine rahmenartige Kavität aufweist. Mittels eines anhand der Figur 3 näher beschriebenen, hier nicht zeichnerisch dargestellten Heißkanals 12 wird der Gussform 10 an einer ersten Heißkanalaustrittsdüse 14 und einer, zweiten Heißkanalaustrittsdüse 16 im Betrieb eine Leichtmetallschmelze, hier eine Magnesiumschmelze, als halbfester Gießbrei im Druckguss zugeführt. Um die Kavität zu füllen, durchströmt der halbfeste Gießbrei die Kavität in Strömen auf verschiedenen Wegen derart, dass sich jeweils zwei aufeinander zulaufende Fronten der Ströme in zwei Bereichen der Gussform 10 treffen, wodurch eine Kontaktfläche entsteht. Dieses Treffen findet in Bereichen der Gussform statt, welche von der Metallschmelze in der in Wesentlichen gleichen Zeit ausgehend von den zwei Heißkanalaustrittsdüsen 14,16 erreichbar ist. Im konkret in der Figur 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist dieses jeweils in der Nähe der zwei Vakuum-Unterstützungen 18 für den Druckguss der Fall.

**[0025]** Erfindungsgemäß sind für die aktive Kontrolle der genauen Lage der Kontaktflächen jeweils in den zwei angesprochenen Bereichen an verschiedenen Orten gruppierte Paare von Sensoren angeordnet: Ein Temperatur-Controller 20 ist mit vier Temperaturfühlern 24, und ein Druck-Controller 22 mit vier Drucksensoren 26 zur Datenübertragung verbunden. Jeweils ein Temperaturfänger 24 und ein Drucksensor 26 sind eingerichtet, die herrschende Temperatur beziehungsweise den herrschenden Druck an einer Position zu messen, welche einer der die Kavität füllenden Ströme des Leichtmetallgießbreis passiert, bevor er mit dem ihm entgegenkommenden Strom zusammentrifft und eine Kontaktfläche ausbildet. Quantitativ liegt die Position etwa 350 bis 450 mm in dieser Ausführungsform von der erwarteten Position der Kontaktfläche entfernt.

**[0026]** Die Figur 2 skizziert eine Struktur eines Systems zur Steuerung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen, wobei die bereits im Zusammenhang mit der Figur 1 bezeichneten Bauteile gleiche Bezugssymbole verwenden werden. Aus den jeweils in Abhängigkeit der Zeit an den vier verschiedenen Orten gemessenen Verläufen der Parameter Temperatur beziehungsweise Druck lässt sich errechnen beziehungsweise vorhersagen, an welcher Stelle die zwei Kontaktflächen für einen konkreten Herstellvorgang eines Gussbauteils ausgebildet werden. Der Verlauf der gemessenen Parameter steht in Abhängigkeit der Einstellparameter, insbesondere des Zeitpunkts, der Temperatur und des Drucks, beim Einbringen des Gießbreis durch die Heißkanalaustrittsdüsen 14, 16. Daher kann auf die an den verschiedenen Orten gemessenen Verläufe der Parameter Temperatur beziehungsweise Druck Einfluss genommen werden, in dem einer, mehrere oder alle Einstellparameter verändert werden. Erfindungsgemäß werden Signale vom Temperatur-Controller 20 und vom Druck-Controller 22 an ein Heißkanalregelgerät 28 übermittelt. Im Heißkanalregelgerät 28 wird bestimmt, welche

konkrete Ansteuerungen, welche konkreten Werte der Einstellparameter, erforderlich sind, um gewünschte Verläufe der Parameter Temperatur beziehungsweise Druck an den bestimmten verschiedenen Orten zu erreichen. Dazu ist der entsprechende funktionelle Zusammenhang im Heißkanalregelgerät 28 hinterlegt, zum Beispiel in Form von Tabellen. Das Heißkanalregelgerät 28 steuert dann die einzelnen Heißkanalaustrittsdüsen 14,16 entsprechend an.

**[0027]** Die Figur 3 zeigt eine vergrößerte Darstellung des Heißkanals 12 mit zwei Heißkanalaustrittsdüsen 14,16. Die Zuführung der Leichtmetallschmelze, hier der Magnesiumlegierung erfolgt durch eine gemeinsame Zuführleitung, welche sich zu den einzelnen Austritten verzweigt. Es sind sowohl eine einstellbare Druckerzeugungsvorrichtung als auch eine einstellbare Temperierungsvorrichtung an jedem der Heißkanalaustrittsdüsen 14,16 vorhanden, so dass die beim Druckgießen herrschenden Parameter Druck und Temperatur steuerbar sind.

**[0028]** Hier zeichnerisch nicht dargestellt umfasst eine Weiterentwicklung auch Paare von Sensoren (Temperaturfänger und Drucksensoren) jeweils in der Nähe der Heißkanalaustrittsdüsen 14,16, quantitativ etwa 350 bis 450 mm von deren Position in den beiden Richtungen, in welche die Leichtmetallschmelze in die Kavität hineinfließt, entfernt. Dadurch kann zusätzliche Information über die zeitliche Entwicklung von Parametern der Metallschmelze, insbesondere deren Temperatur, gewonnen und vorteilhaft im erfindungsgemäßen Verfahren ebenfalls berücksichtigt werden.

**[0029]** Als ein Beispiel der konkreten Anwendung ist an dieser Stelle die Magnesiumlegierung AZ91 zu nennen. Diese kann in Form eines thixotropen Gießbreis im Temperaturbereich 560 bis 620 Grad Celsius erfindungsgemäß verarbeitet werden. Als Arbeitspunkt ist typischerweise die Temperatur 585 Grad Celsius  $\pm$  10 Grad Celsius bestimmt. Der Festphasenanteil variiert im angegebenen Temperaturintervall teilweise empfindlich mit der Temperatur, so dass der erfindungsgemäßen Berücksichtigung der gemessenen Temperaturen und Drücke in Bereichen, in denen Ströme der in die Gussform eilaufenden Magnesiumschmelze, besondere Bedeutung zukommt, um in einer Serie von hergestellten Gussteilen eine gleichmäßige Qualität zu erzielen.

## Bezugszeichenliste

### [0030]

- |    |                               |
|----|-------------------------------|
| 10 | Gussform                      |
| 12 | Heißkanal                     |
| 14 | erste Heißkanalaustrittsdüse  |
| 16 | zweite Heißkanalaustrittsdüse |
| 18 | Vakuum-Unterstützung          |
| 20 | Temperatur-Controller         |
| 22 | Druck-Controller              |
| 24 | Temperatur-Fühler             |

- 26 Drucksensor  
 28 Heißkanalregelgerät  
 30 Gießwerkzeug

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen, in welchem eine Gussform (10) mit einer Kavität und einer Mehrzahl von Angusspunkten bereitgestellt wird, eine Leichtmetallschmelze durch wenigstens zwei Angusspunkte mit jeweils einer Temperatur und einem Druck in die Gussform zur Herstellung eines ersten Gussbauteils eingebracht wird und die Leichtmetallschmelze entlang wenigstens zweier Wege in wenigstens zwei Strömen mit jeweils einer Front in die Gussform einfließt, wobei sich wenigstens zwei Fronten der Ströme in einem Bereich der Gussform treffen,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** wenigstens eine Temperatur und/oder wenigstens ein Druck im Bereich, in welchem die Ströme zusammentreffen, gemessen werden und die gemessene Temperatur und/oder der gemessene Druck beim nachfolgenden Herstellen eines zweiten Gussbauteils in der Gussform für die Wahl der jeweiligen Temperatur und/oder des jeweiligen Drucks und/oder des jeweiligen Auslösezeitpunkts am jeweiligen Angusspunkt beim Einbringen der Leichtmetallschmelze berücksichtigt werden.
2. Verfahren zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen gemäß Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Leichtmetallschmelze mit im Vergleich zum Umgebungsdruck erhöhtem Druck in die Gussform (10) eingebracht wird.
3. Verfahren zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen gemäß Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** als Leichtmetall eine Aluminiumlegierung oder eine Magnesiumlegierung verwendet wird und/oder dass die Leichtmetallschmelze als ein halbfester Gießbrei mit einem Festphasenanteil vergossen wird.
4. Verfahren zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Leichtmetallschmelze an den wenigstens zwei Angusspunkten durch Heißkanaldüsen, deren Temperatur und/oder deren Druck eingestellt wird, ausgebracht wird.
5. Verfahren zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** eine Temperaturverteilung und/oder eine Druckverteilung über einen bestimmten Weg im Bereich, in welchem die Ströme zusammentreffen, gemessen werden.

6. Verfahren zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** eine Einstellung der jeweiligen Temperatur und/oder des jeweiligen Drucks am jeweiligen Angusspunkt beim Einbringen der Leichtmetallschmelze derart erfolgt, dass bei jedem einzelnen Herstellen eines Gussbauteils in der Serie die Ströme im Wesentlichen an derselben Stelle und mit derselben Temperatur und/oder demselben Druck im Rahmen von Toleranzintervallen aufeinandertreffen.
7. Vorrichtung zum Herstellen eines Gussbauteils, insbesondere geeignet zur Durchführung eines Verfahrens zum Herstellen einer Serie von Gussbauteilen gemäß einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 6, mit einer Gussform (10) mit einer Kavität und einer Mehrzahl von Angusspunkten, durch welche eine Leichtmetallschmelze mit jeweils einer Temperatur und einem Druck in die Gussform derart einbringbar ist, dass die Leichtmetallschmelze entlang wenigstens zweier Wege in wenigstens zwei Strömen mit jeweils einer Front in die Gussform einfließt, wobei sich wenigstens zwei Fronten der Ströme in einem Bereich der Gussform treffen,  
**gekennzeichnet durch**  
 wenigstens eine Vorrichtung (20) zum Messen der Temperatur und/oder wenigstens eine Vorrichtung (22) zum Messen des Drucks, welche im Bereich, in welchem die Ströme zusammentreffen, angeordnet sind und ein Regelgerät (28) für Temperatur und/oder Druck an der Mehrzahl von Angusspunkten, zur Berücksichtigung der gemessenen Temperatur und/oder des gemessenen Drucks beim nachfolgenden Herstellen eines zweiten Gussbauteils in der Gussform (10) für die Wahl der jeweiligen Temperatur und/oder des jeweiligen Drucks am jeweiligen Angusspunkt beim Einbringen der Leichtmetallschmelze.
8. Vorrichtung zum Herstellen eines Gussbauteils gemäß Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Kavität der Gussform (10) ein nicht einfach zusammenhängender Raum ist.
9. Vorrichtung zum Herstellen eines Gussbauteils gemäß Anspruch 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** wenigstens einer der Angusspunkte vom Austritt (14,16) einer Heißkanaldüse gebildet ist.
10. Gussbauteil, erhalten in einem Verfahren gemäß ei-

nem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 6 und/oder  
mittels einer Vorrichtung gemäß einem der Ansprü-  
che 7 bis 9.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

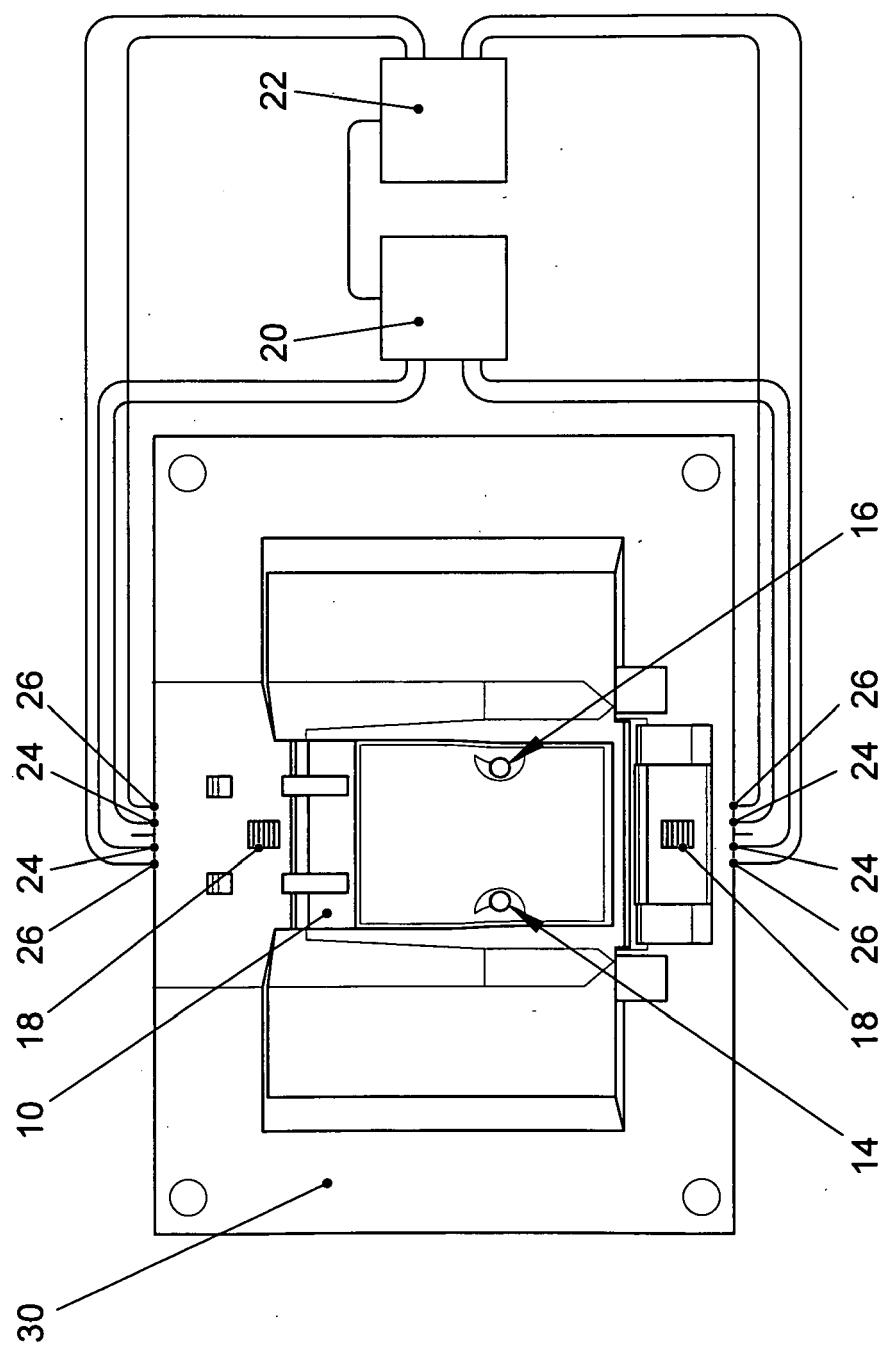


FIG. 1

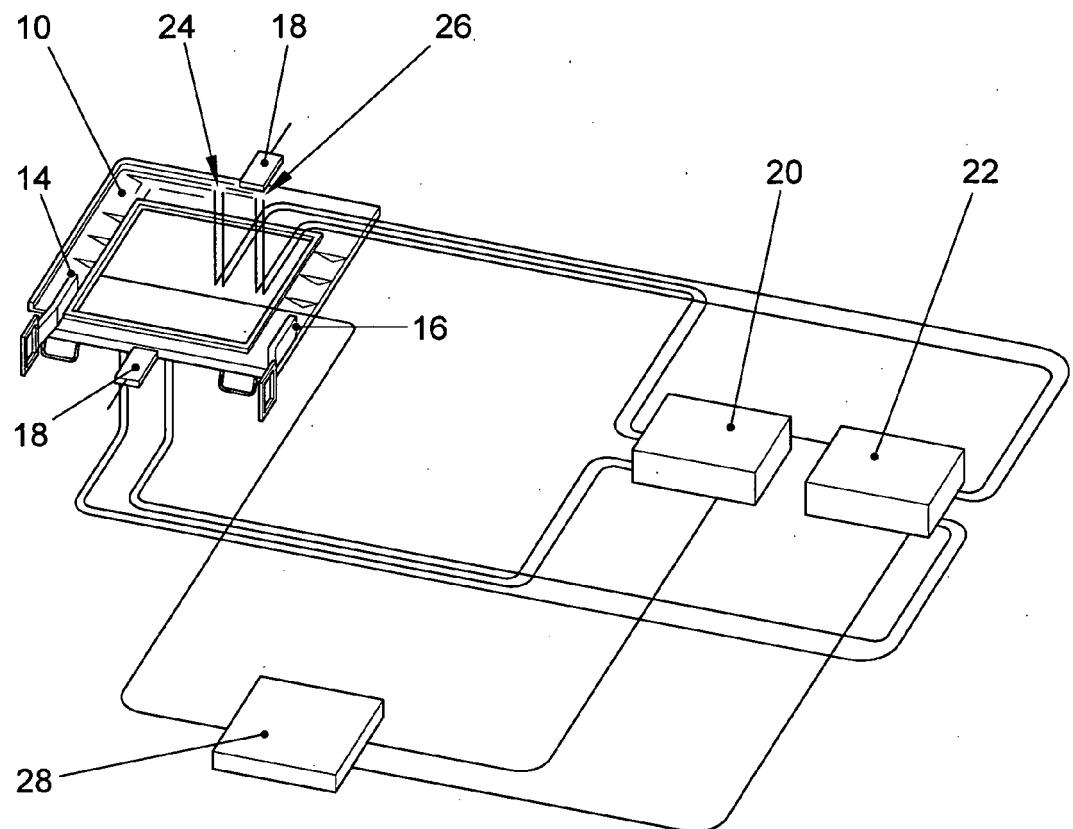


FIG. 2

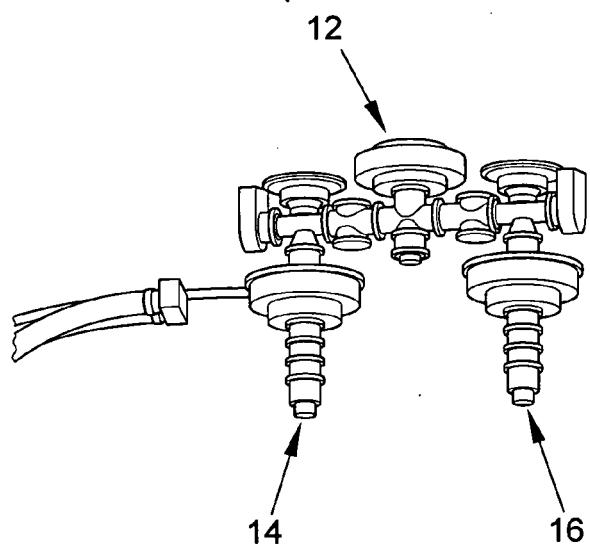


FIG. 3



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 11 00 7794

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betreff Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y,D	DE 10 2008 052062 A1 (PORSCHE AG [DE]) 22. April 2010 (2010-04-22) * das ganze Dokument * -----	1-10	INV. B22D17/00 B29C45/77 B29C45/78
Y	EP 0 982 089 A1 (ALUSUISSE LONZA SERVICES AG [CH]) 1. März 2000 (2000-03-01) * Absatz [0004]; Ansprüche; Abbildung 9 * -----	1-10	
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)			
B22D B29C			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
1	Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
	Den Haag	22. März 2012	Hodiamont, Susanna
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet      Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie      A : technologischer Hintergrund      O : nichtschriftliche Offenbarung      P : Zwischenliteratur</p>			
<p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze      E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist      D : in der Anmeldung angeführtes Dokument      L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument      .....      &amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 00 7794

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-03-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 102008052062 A1	22-04-2010	CA	2681791 A1	17-04-2010
		DE	102008052062 A1	22-04-2010
		JP	2010094737 A	30-04-2010
-----				
EP 0982089 A1	01-03-2000	AT	218081 T	15-06-2002
		CA	2341264 A1	09-03-2000
		DE	59901565 D1	04-07-2002
		DK	1105237 T3	23-09-2002
		EP	0982089 A1	01-03-2000
		EP	1105237 A1	13-06-2001
		ES	2176025 T3	16-11-2002
		PT	1105237 E	30-09-2002
		US	6557617 B1	06-05-2003
		WO	0012246 A1	09-03-2000
-----				

**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**

- DE 102008052062 A1 **[0003]**
- DE 4444092 A1 **[0005]**