

(19)



(11)

EP 1 970 143 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

17.09.2008 Patentblatt 2008/38

(51) Int Cl.:

B22D 17/00 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **08102163.6**(22) Anmeldetag: **29.02.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT
RO SE SI SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA MK RS(30) Priorität: **15.03.2007 DE 102007013200**(71) Anmelder: **Bühler Druckguss AG****9240 Uzwil (CH)**

(72) Erfinder:

- **Niedermann, Benno**
9240 Niederglatt (CH)

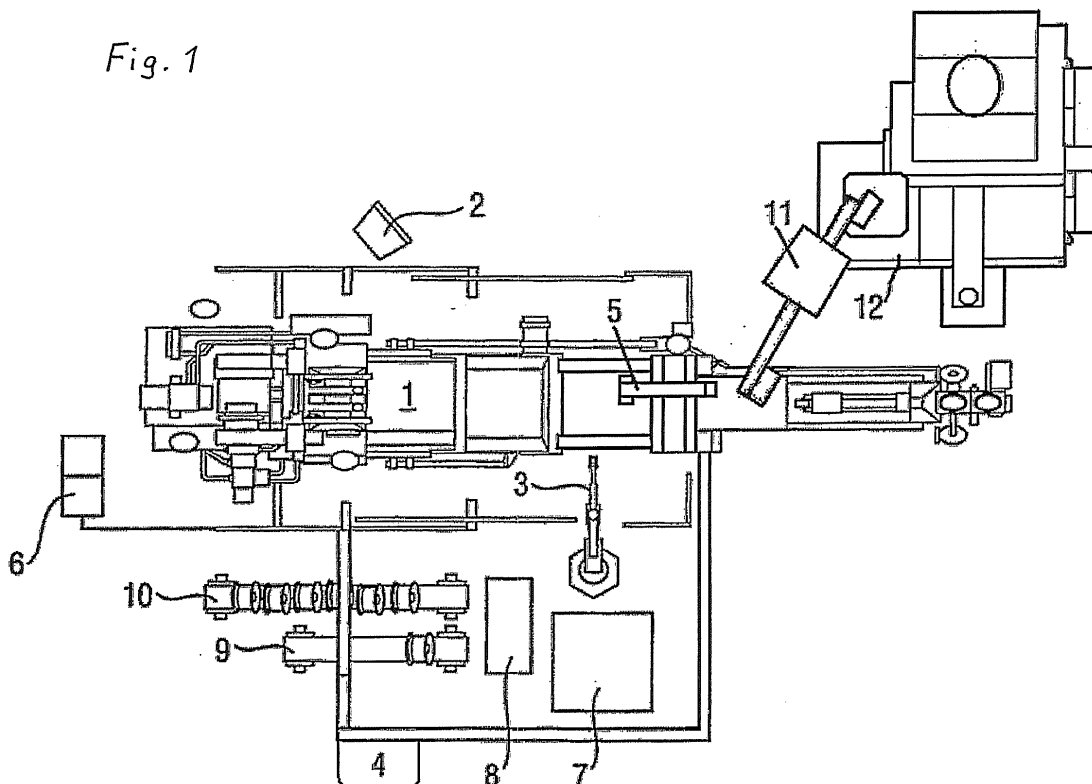
- **Fuchs, Marc**
9248 Bichwil (CH)

(74) Vertreter: **Frommhold, Joachim**
Bühler AG
Patentabteilung
Bahnhofstrasse
9240 Uzwil (CH)
(54) **Verfahren zur Herstellung von Druckgiessteilen und Giesseinrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Druckgiessteilen, insbesondere von Felgen oder Rädern für Fahrzeuge sowie eine Giesseinrichtung hierzu.

Um qualitativ hochwertige Felgen oder Räder her-

zustellen, werden die Ausgangsstoffe in einem Schmelzofen geschmolzen und gereinigt und unter sehr genauer Temperaturführung portionsweise in eine Druckgießmaschine überführt und mit einer Geschwindigkeit von mehr als 50 m/s wird eine Portion in die Form gepresst.

Fig. 1**EP 1 970 143 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Druckgiessteilen, insbesondere von Teilen aus Aluminium- oder Magnesiumwerkstoffen. Die Erfindung betrifft insbesondere die Herstellung von Felgen oder Rädern für die Fahrzeugindustrie ebenso wie Motorblöcke oder Strukturbauteile oder andere hochanspruchsvolle Druckgussteile.

[0002] Felgen oder Räder für Fahrzeuge, insbesondere Kraftfahrzeuge, werden heute nach dem Niederdruckgiessverfahren aus Aluminiumwerkstoffen hergestellt. Dabei handelt es sich meist um einfach gesteuerte Niederdruckgiessmaschinen mit hohem manuellen Arbeitsanteil. Jede Maschine benötigt eine Bedienperson, die sowohl der hohen Temperaturen der Metallschmelze als auch der Abgase des Giessprozesses ausgesetzt ist. Die Entformung der gegossenen Teile ist aufwändig.

[0003] Viele Handoperationen beeinflussen die Teilequalität und die Zykluszeit für den Abguss eines Rades beträgt 7 bis 12 Minuten. Designänderungen bedingen die Herstellung neuer Formen.

[0004] Der Hersteller (Niederdruckgiesser) erwirbt die benötigte Aluminiumlegierung in Barrenform ein und schmilzt diese in Schmelzöfen neben der Niederdruckgiessmaschine auf, d.h. die Qualität kann zudem von Maschine zu Maschine abweichen.

[0005] Ein Verfahren zum Giessen von Kraftfahrzeugrädern, aus Aluminium, Magnesium oder dgl. Leichtmetallen in Niederdruckgiessmaschinen, die im wesentlichen aus einem Tiegel zur Warmhaltung der Schmelze, einer über dem Tiegel angeordneten Giessform sowie einem von der Giessform ausgehenden, den Deckel des Tiegels durchragenden und in die Schmelze einragenden Steigrohr bestehen, wobei das durch das Giessen des Formteils verbrauchte Metall in die Giessmaschine nachchargiert wird zeigt die DE-C-3619525. Es ist dadurch gekennzeichnet, dass vor jedem Abguss ein Metallblock (Massel) einer dem Gussgewicht im wesentlichen entsprechenden Masse in den Gasraum über dem Badspiegel der Giessmaschine eingebracht und vor bzw. nach dem Ziehen bzw. Auswerfen des Gussstückes in das Bad der Giessmaschine eingebracht wird.

[0006] Es ist allgemein bekannt, Teile aus Aluminium- oder Magnesiumwerkstoffen durch Druckgiessen aus der Schmelze heraus oder auch halbfester, zugeschnittener Bolzen (SSM-Verfahren oder Thixomolding) herzustellen. Bisher ist es jedoch nicht gelungen, für derartige hochbelastete Teile wirtschaftlich alternative Verfahren zu entwickeln.

[0007] So offenbart die DE-C-195 38 243 ein Verfahren zur Herstellung eines semi-geschmolzenen Thixogiess-Giessmaterials bei dem durch Thixogiess-Material, umfassend einen äusseren Schichtabschnitt mit Dendriten um einen äusseren Umfang eines Hauptkörperabschnitts herum aufweist, einer Hitzebehandlung ausgesetzt wird, um ein semigeschmolzenes Giessmaterial mit darin koexistenten festen und flüssigen Phasen zu er-

zeugen. Hierbei werden die Dendriten, resp. Dendritenfragmente durch Erhöhen der Temperatur des äusseren Schichtabschnitts bzgl. des Hauptkörperabschnitts in sphärische feste Phasen transformiert, und der äussere Schichtabschnitt in einen semigeschmolzenen Zustand gebracht. Durch Nutzung von Skin-Effekten soll ein zu schnelles Aufheizen des Hauptkörpers verhindert werden. Ein solches schrittweises Verfahren zum Aufheizen ist aufwendig und erfordert mehrere Induktionsheisschritte mit unterschiedlichen Frequenzen (Leistungen).

[0008] In der US-PS 5 638 889 ist ein Giessverfahren mit einer Giesseinrichtung offenbart. Das Aufwärmen der Billets erfolgt in einer Heizeinrichtung der Giesseinrichtung unmittelbar vor der Form. Die Aufheizung der Billets erfolgt mehrstufig mit in Folge entsprechend hohen Zykluszeiten.

[0009] Die EP-A-710 515 beschreibt ein Thixogiessverfahren von Rädern mit einer Rheocast-Legierung und eine Einrichtung hierzu, bei der auch ein Roboter zum Einsatz kommt.

[0010] Ein weiteres Verfahren zur Herstellung von Druckgussteilen, eingeschlossen Fahrzeugräder, ist in der EP-B-1448331 beschrieben. In einer Druckgiesseinrichtung mit Zuführungs- und Erwärmungseinrichtungen für den Giesswerkstoff, einer Druckgiessmaschine, Handhabungsgeräten und Steuereinrichtungen sind Heizeinrichtungen integriert, die ein stufenweises Aufheizen von Bolzen aus Aluminiumwerkstoffen ausserhalb der Druckgiessmaschine ermöglichen, die dann ohne nennenswerten Kontakt zur Umgebungsluft in die Druckgiessmaschine gelangen.

[0011] Bei einem Verfahren zur Herstellung einer Fahrzeugfelge aus Aluminium gemäss der DE-A-102005026829 mittels eines Vakuum-Druckgiessprozesses wird flüssiges Aluminium in die Form eingebracht. Die Schmelze wird zunächst in die Giesskammer gesaugt und danach in die Formkavität gepresst, wobei diverse Unzulänglichkeiten bzgl. Vakuum und Dosiermenge auftreten können. Das Gussteil wird nach der Entnahme aus der Form für ca. drei Stunden auf 200°C bis 400°C erwärmt.

[0012] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Druckgiessteilen, insbesondere von Rädern oder Felgen für Fahrzeug-Motorblöcke, Strukturbauteilen oder anderen hochanspruchsvollen Druckgussteilen zu entwickeln, dass eine einfachere und kostengünstigere Verfahrensführung ermöglicht. Insbesondere sollen qualitativ hochwertige Räder und dergleichen mit verringertem Aufwand herstellbar werden. Die Umweltbelastungen sollen spürbar verringert werden.

[0013] Die Lösung der gestellten Aufgabe erfolgt mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen offenbart.

[0014] Die Aluminiumwerkstoffe werden in einem Ofen aufgeschmolzen, gereinigt und so vorbereitet, dass eine bessere Kornstruktur im Gussteil erreicht wird. Die Schmelze wird mit einer Temperatur von lediglich ca.

610°C bis max. 650°C in eine Giesskammer einer Druckgiessmaschine überführt und mit einer Geschwindigkeit grösser 50 m/s (bis ca. 65 m/s) am Anschnitt in die Giessform verbracht.

[0015] Bevorzugte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen offenbart.

[0016] Bevorzugt wird die Metallschmelze aus einem Ofen geschöpft und die Schmelzeportion wird in die Giesskammer gegossen.

[0017] In einer an sich vorbekannten Druckgieseinrichtung mit Zuführungs- und Erwärmungseinrichtungen für den Giesswerkstoff, einer Druckgiessmaschine, Handhabungsgeräten und Steuereinrichtungen sind Heizeinrichtungen integriert, die ein handhaben und vergiessen von Schmelze aus Aluminiumwerkstoffen ermöglichen.

[0018] Nach dem Druckgiessen bzw. Druckumformen werden die Gussteile in weiterer Ausbildung des Verfahrens in einem speziellen Prozess gekühlt und ausgelagert und zwar wesentlich schneller als bisher üblich.

[0019] Wesentliche Vorteile des erfindungsgemässen Verfahrens liegen darin, dass es vollautomatisiert ausführbar ist, eine bessere Kornstruktur erreicht wird und gegenüber einem Kokillenguss eine Kostenreduktion von bis zu 30% erzielbar ist. Aufgrund der niedrigen Schmelzetemperatur (üblich sind ca. 680-700°C beim Stand der Technik) sinken zudem Energieverbrauch und Formverschleiss. Auch gegenüber Thixogiessverfahren etc. sind die Aufwändungen deutlich niedriger.

[0020] Die Zykluszeit pro Rad sinkt auf ca. 1 Minute.

[0021] Herstellbar sind insbesondere

- > Räderherstellung im Druckguss
- > Motorblöcke R & V System
- > Strukturbauteile aller Arten
- > Hochanspruchsvolle Druckgussteile mit Dichtkeitsanforderungen
- > Hochanspruchsvolle Druckgussteile mit mechanischen Anforderungen wie Dehnung, Streckgrenze, Zugfestigkeit

[0022] Es können mit diesem Verfahren Legierungen verarbeitet werden die bisher im Druckguss nicht verarbeitet werden konnten, z.B. 356/357, 390.

[0023] Die Erfindung wird nachfolgend in einem Ausführungsbeispiel an Hand einer Zeichnung näher beschrieben. Die Zeichnung zeigt in der

Fig. 1: eine Giesszelle

Fig. 2: die Umgebung einer Giessform.

[0024] Die Giesszelle beinhaltet eine Druckgiessmaschine 1 mit einer adaptiven Form, einen Schmelz-Warmhalteofen 12 mit einer integrierten Metallreinigung und separater Schöpfkammer, ein Schöpfgerät 11 zur dosierten Beschickung und Bereitstellung von Schmelze in der Giesskammer 17 der Druckgiessmaschine 1, eine Steuereinheit 4, einen Monitor 2 sowie ein Sprühgerät 5.

Vorgesehen sind ebenfalls ein Entnahmeroboter 3, Einrichtungen zur Formtemperierung 6, eine Einrichtung zur Teilekontrolle 8 vor einem Förderband 9 zum Austrag nicht qualitätsgerechter Teile sowie ein weiteres Förderband 10 zum Austrag und Kühlung der Gutteile. Der Druckgiessmaschine 1 werden direkt Portionen an Schmelze zugeführt, die vorher im Schmelzofen 12 erwärmt wurden. Sie können in die Giesskammer der Druckgiessmaschine 1 überführt werden.

[0025] Im Falle von Aluminiumwerkstoffen kommt z.B. bevorzugt eine Legierung Nr. A356 (Al-Si7Mg0,3) zum Einsatz, die ein Abschrecken und Auslagern der gegossenen Teile mit geringerem Zeitaufwand ermöglicht (z.B. T5 oder ähnliche Behandlung).

[0026] Der Al-Werkstoff wird im Schmelzofen 12 bei ca. 630° bis 680°C geschmolzen und gereinigt bzw. gerührt. Anschliessend wird eine Portion mit dem Schöpföffel des Schöpfgerätes 11 entnommen, in die Giesskammer 17 gefüllt und mit einer Geschwindigkeit von mehr als 50 m/s (am Anschnitt) in die Form gepresst. Die Schmelzetemperatur beträgt dabei noch 610°C bis 650°C. Die Druckgiessmaschine ist mit einer Echtzeitregelung ShotControl der Anmelderin ausgestattet.

[0027] Durch ein Verfahren bei tieferen Temperaturen als üblich (Aufschmelzen des Metalls im Bereich von 630-680°C) ist das Risiko der Verbrennung von Legierungselementen sehr klein. Ebenfalls kann das Risiko von Oxidbildung minimiert werden. Durch die tieferen Temperaturen können kürzere Zykluszeiten gefahren werden, was wiederum zur wirtschaftlichen Betreibung von Druckgussanlagen beiträgt. Durch die tieferen Giessstemperaturen kann die Erstarrungsporosität bis zu 2/3 reduziert werden. Dank der tiefen Metalltemperaturen kann die Lebensdauer der Werkzeuge (Formen) verlängert werden.

[0028] Vorteile des Schmelz-Warmhalteofens mit Schöpfgerät sind:

- > weniger Luftüberschuss im Brennraum (ca. 2%), dadurch sehr gute und saubere Verbrennung (bis zu 16% Luftüberschuss im normalen Schmelzofen)
- > weniger Oxydbildung und weniger Abbrand (ca. 1.2%) gegenüber ca. 5% bei normaler Schmelzeaufbereitung
- > die Schmelze muss nicht mit Tiegel zur Maschine transportiert werden und kann über den ganzen Zeitraum bis zur Verarbeitung mit konstanter Temperaturführung gearbeitet werden
- > der Schmelz-Warmhalteofen ist mit einer integrierten Begasungsanlage zur Metallreinigung ausgerüstet
- > die Schöpföffnung ist begasbar (z. B. mit Argon um Oxydbildung an der Oberfläche zu vermeiden).
- > kein Transport von Flüssigmetall in der Giesserei
- > Die Metallmenge wird mit dem Löffel genau abgemessen und weist eine vernachlässigbare Toleranz auf
- > Im Metallschöpfer ist eine Kornfeinung integriert,

die geschöpfte Metallmenge ist somit korngefeint

> Das Risiko dass die kornfeinen Elemente verbrennen ist so nicht gegeben und es kann eine optimale Kornfeinung erreicht werden

> Durch das schnelle Einleeren in die Giesskammer kann Zykluszeit reduziert werden, insbesondere bei grossen Metallmengen

> Durch das Einleeren mit dem Schöpflöffel in die Giesskammer, kann die Lebensdauer der Giesskammer bedeutend verlängert werden.

[0029] Die Formen und Giesswerkzeuge sind modular aufgebaut, so dass pro Radtyp kostengünstige und einfach austauschbare Formpakete gegeben sind. Ein Schnellwechsel für den jeweils formgebenden Teil der Formen ist möglich.

[0030] Die Form in der Druckgiessmaschine 1 ist z.B. zweiteilig oder dreiteilig und variabel einsetzbar. Da das Felgenbett je Raddimension unverändert bleibt, müssen nur zwei Formplatten an unterschiedliches Frontdesign angepasst werden. Diese können noch Einsätze enthalten, die aus einem günstigen und weniger hochfesten Werkstoff bestehen. Damit kann die Lebensdauer solcher Einsätze an die erforderliche Schusszahl angepasst werden und nur die Grundform muss aus hochfestem Werkstoff bestehen.

[0031] Weiterhin können die Formplatten Schiebereinsätze enthalten, die in definierten Bereichen einstellbare Höhen und Breiten im Frontdesign (je nach Reifen- und Felgendimension) zulassen, so dass nicht für jede Dimension eine extra Form benötigt wird.

[0032] Gemäss eines weiteren Ausführungsbeispiels weist die Giessform für das Herstellen eines Fahrzeugrades aus z.B. Aluminiumwerkstoffen einen festen Formrahmen 13 mit einer Formzentrierung sowie Formteile bzw. Schieber 14 und Kühlspiralen auf. Der feste Formrahmen 13 ist in üblicher Weise mit der Giesskammer 17 verbunden.

[0033] Das Füllen der Giessform erfolgt von der Nabe des Rades 18 und zwischen der Nabenfläche und dem Anschnitt 19 an der Angussrüse 20 aus. Giesskammer 17 und Giesskolben der Druckgiessmaschine 1 bestehen bevorzugt aus einem keramischen Werkstoff, um möglichst auf Schmier- und Sprühmittel verzichten zu können.

[0034] Die Formteile bzw. Schieber 14 sind mit, nicht dargestellten, Antrieben und Führungen versehen, um ein Ein- und Ausfahren der Formteile bzw. Schieber 14 zu gewährleisten.

[0035] Nahezu senkrecht zur Auflageebene des festen Formrahmens 13 sind Flächen zur Verriegelung der Schieber 14 vorgesehen, die parallel zur genannten Auflageebene auf dem Schieber 14 bzw. den Formteilen angeordnet sind. Ebenfalls nahezu senkrecht zur genannten Auflageebene sind weitere Flächen zur kombinierten Gegenverriegelung und Formzentrierung vorgesehen.

[0036] Entsprechende Gegenkonturen sind im beweg-

lichen Formrahmen 15 ausgebildet.

[0037] Die Flächen zur Verriegelung des Schieber 14 befinden sich bevorzugt auf dem Formrahmen 16 und besonders bevorzugt in einer Linie. Die Flächen zur Formzentrierung sind unabhängig von der Anzahl der Formteile bzw. Schieber 14 formumlaufend.

[0038] Die beim Giessen einwirkenden Kräfte werden somit im schwimmenden Formrahmen 16 auf die Flächen zur kombinierten Formzentrierung und Gegenverriegelung rechts und links vom Schieber 14 verteilt - Kraft-einleitung und Kraftweiterleitung befinden sich somit etwa auf einer Linie und sind einfacher beherrschbar.

[0039] Die Formteile bzw. Schieber 14 sind für den gängigen Bereich von Radgrössen (z.B. von 13" bis 22") vorhanden und können in nur einem Satz Formrahmen 13, 15, 16 angeordnet werden.

[0040] Im Hinblick auf das Druckgiessen von Strukturbauteilen u. a. wurde festgestellt, dass

> durch die schonende Metallaufschmelzung, die Reinigung im Ofen durch Impeller und das Abziehen der Metallbadoberfläche ergibt sich ein hohes Qualitätsniveau der Schmelze für hoch beanspruchte Strukturbauteile, z. B. im Karosseriebereich von Fahrzeugen

> die Giesskammer soll wenn möglich mit keramischen Baustoffen ausgeführt sein, da das Dentritenwachstum am Rande soweit wie möglich vermieden werden kann

> die Möglichkeit der Kornfeinung im Giesslöffel während der Metalleinfüllung in die Giesskammer trägt zu optimalen mechanischen Werten bei

> Kornfeinungsprozesse im Schmelz- oder Warmhaltebereich erhöhen die Gefahr eines Verbrennens chemischer Komponenten

> durch das Arbeiten mit tieferen Temperaturen mit der Maximal 59 Legierung kann die Bildung von Fadenlunkern vermieden werden

> die Korrosionsbeständigkeit wird verbessert durch einen geringeren Anteil an Eutektikum an der Oberfläche (feinkörniges Gefüge).

Bezugszeichen

[0041]

- 1 Druckgiessmaschine
- 2 Monitor
- 3 Entnahmeroboter
- 4 Steuereinheit
- 5 Sprühgerät
- 6 Formtemperierung
- 7 Kühlstation
- 8 Teilekontrolle
- 9 Förderband für Teilekontrolle
- 10 Förderband mit Kühlstation
- 11 Schöpfgerät
- 12 Schmelz-Warmhalteofen

- 13 fester Formrahmen
- 14 Schieber
- 15 beweglicher Formrahmen
- 16 schwimmender Formrahmen
- 17 Giesskammer
- 18 Rad
- 19 Anschnitt
- 20 Angussröbe

14 für bestimmte Teilegrößen in den Formrahmen (13, 15, 16) anordenbar sind.

7. Giesseinrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Giesskammer 17 und der Kolben der Druckgiessmaschine 1 aus einem keramischen Werkstoff besteht.

10

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Druckgiessteilen, insbesondere komplexen und hochanspruchsvollen Druckgussteilen, wobei die Ausgangsstoffe, insbesondere Aluminiumwerkstoffe aufgeschmolzen und gereinigt werden, als Schmelzeportion einer Druckgiessmaschine (1) zugeführt und unter Anwendung hoher Drücke vergossen werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmelze eine feinkörnige Mikrostruktur aufweist und mit einer Temperatur von 610°C bis maximal 650°C und einer Geschwindigkeit von mehr als 50 m/s am Anschnitt in eine Form gepresst wird. 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schmelze mit einer Geschwindigkeit von 50 bis 65 m/s in die Form gepresst wird. 20
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** nachfolgend eine Abkühlung der Druckgiessteile auf mindestens 180°C erfolgt und eine Auslagerung der Giessteile verkürzt werden kann, mit Wärmebehandlung T5 oder ähnlichem. 25
4. Giesseinrichtung zur Herstellung von Druckgiessteilen, insbesondere komplexen und hochanspruchsvollen Druckgussteilen mit einer Giesseinrichtung, die eine Druckgiessmaschine enthält, einen kombinierten Schmelzofen zum Schmelzen und Reinigen der Ausgangswerkstoffe, Handhabungseinrichtungen, insbesondere eine Schöpf- und Dosiereinrichtung für die Metallschmelze, variable Formen und Einsätze der Formen zur Ausführung eines Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Form einen festen, einen beweglichen und einen schwimmenden Formrahmen (13, 15, 16) und darin in Führungen angeordneten Formteile bzw. Schieber 14, die modular aufgebaut sind, umfasst. 30
5. Giesseinrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff eines Einsatzes an die erforderliche Schusszahl angepasst ist. 35
6. Giesseinrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Formteile bzw. Schieber 40

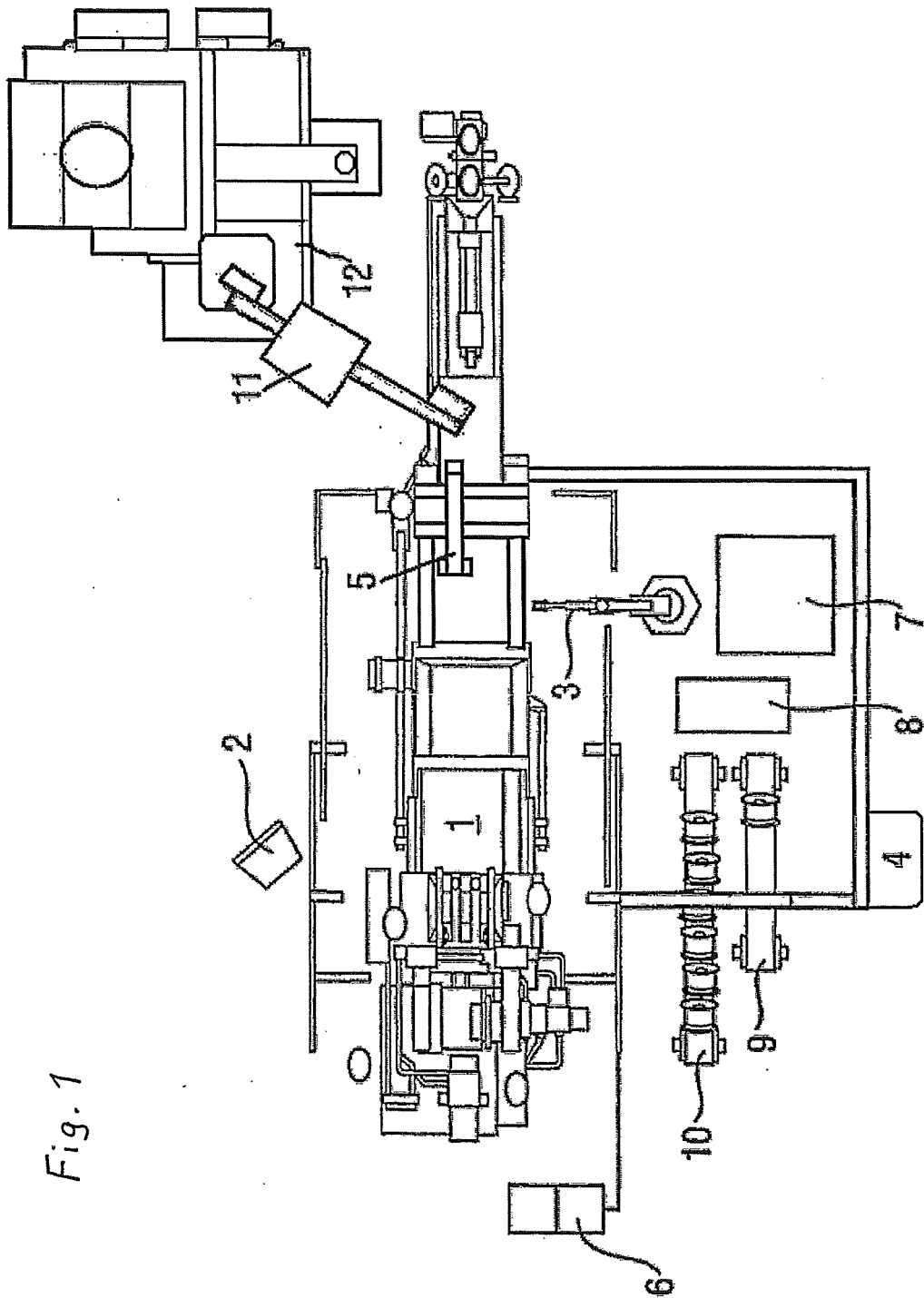
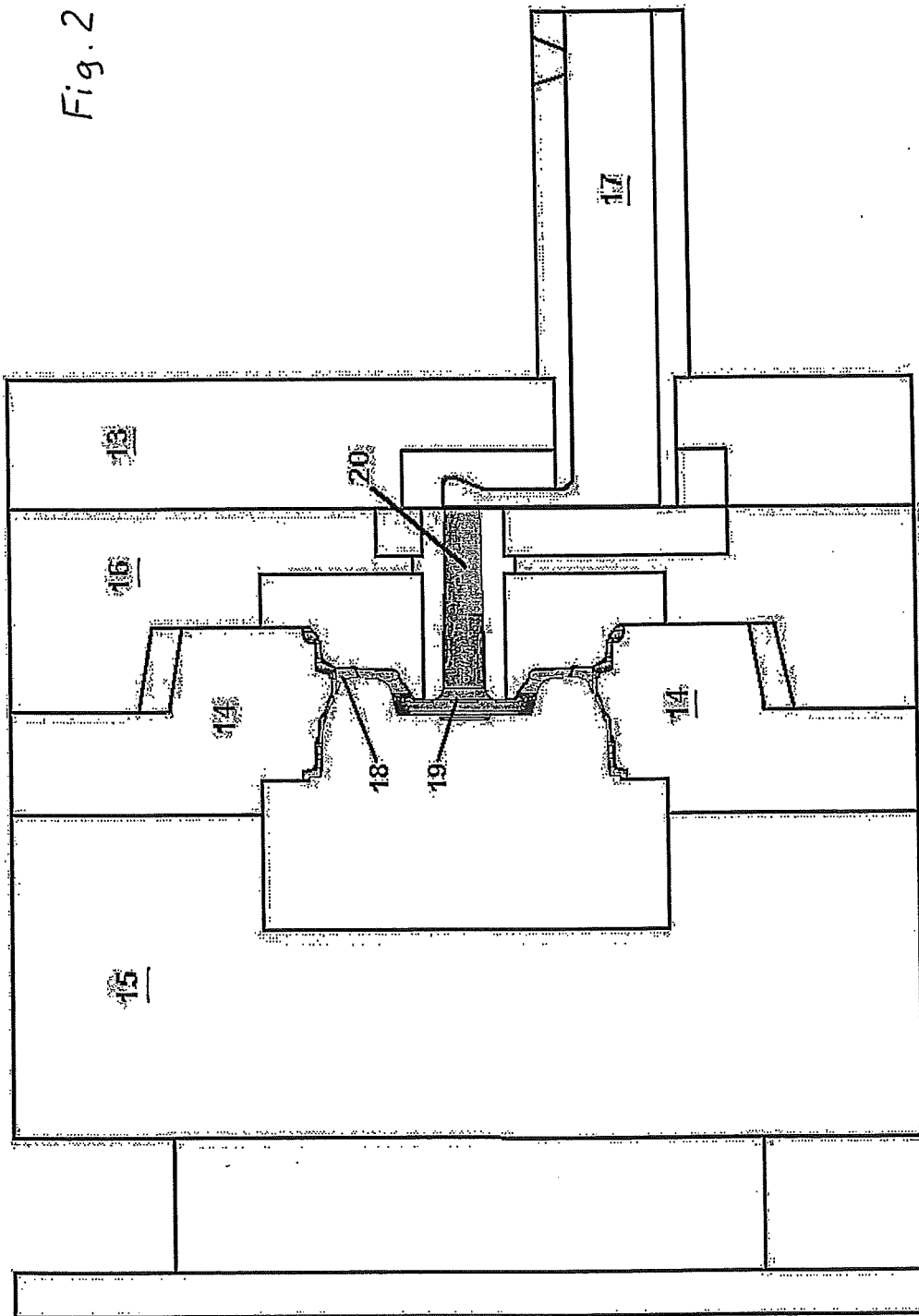


Fig. 1

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

- DE 3619525 C [0005]
- DE 19538243 C [0007]
- US 5638889 A [0008]
- EP 710515 A [0009]
- EP 1448331 B [0010]
- DE 102005026829 A [0011]