(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 077 138 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
07.06.2017 Patentblatt 2017/23

(21) Anmeldenummer: **14809617.5**

(22) Anmeldetag: **02.12.2014**

(51) Int Cl.:
B22D 23/00 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/076292

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/082489 (11.06.2015 Gazette 2015/23)

(54) **VERFAHREN ZUM GIESSTECHNISCHEN ERZEUGEN VON GUSSTEILEN AUS EINER METALLSCHMELZE**

METHOD FOR PRODUCING CASTINGS FROM A METAL MELT BY MEANS OF CASTING

PROCÉDÉ DE GÉNÉRATION, PAR UNE TECHNIQUE DE COULÉE, DE PIÈCES À PARTIR DE MÉTAL EN FUSION

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

(30) Priorität: **03.12.2013 DE 102013113414**
28.02.2014 DE 102014102724

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.10.2016 Patentblatt 2016/41

(73) Patentinhaber: **Nemak, S.A.B. de C.V.**
66000 García, Nuevo León (MX)

(72) Erfinder:
- **CALIN, Liviu**
  A-4030 Linz (AT)
- **IRAUSCHEK, Friedrich**
  A-4482 Ennsdorf (AT)
- **HARTL, Walter**
  A-3653 Weiten (AT)
- **MANN, Reinhard**
  A-4050 Traun (AT)

(74) Vertreter: **Cohausz & Florack**
Patent- & Rechtsanwälte
Partnerschaftsgesellschaft mbB
Bleichstraße 14
40211 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 5 704 413

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

EP 3 077 138 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum gießtechnischen Erzeugen von Gussteilen aus einer Metallschmelze nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Eine solche Vorgehensweise beim Gießen von Gussteilen ist aus der US 5,704,413 A bekannt.

[0003] Ein grundsätzliches Problem beim Gießen von Gussteilen aus einer Metallschmelze besteht darin, die Formfüllung mit dem schmelzflüssigen Material so durchzuführen, dass es zu möglichst wenig Luft- und Oxideinschlüssen in dem Gussteil kommt. Darüber hinaus wird bei vielen Anwendungen ein bestimmter Erstarrungsverlauf angestrebt, um eine den jeweiligen Anforderungen an die Verteilung der mechanischen Eigenschaften genügende Gefügeausbildung zu erzielen.

[0004] Speziell beim Gießen von Al-Legierungen kommt hier hinzu, dass die Schmelze möglichst zügig aus der Schmelzwanne bzw. dem Gießbehälter in die Form gelangen soll. Auf diese Weise wird verhindert, dass Legierungsbestandteile mit dem Umgebungssauerstoff reagieren und sich harte Oxide bilden. Gleichzeitig sollen Temperaturverluste beim Gießen minimiert sein, um eine optimale Gefügeausbildung zu gewährleisten. Diesen Anforderungen steht die Gefahr gegenüber, dass beim schnellen Einfüllen der Schmelze erhebliche Verwirbelungen im Schmelzenstrom entstehen und Gase im Gussteil eingeschlossen werden, wodurch die Ausbildung eines optimierten Gefüges im Gussteil behindert wird.

[0005] Speziell im Bereich des Gießens von für den Bau von Verbrennungsmotoren benötigten Teilen, wie Zylinderköpfen oder Kurbelgehäusen, aus einer Leichtmetallschmelze, insbesondere einer auf Aluminium basierenden Schmelze, ist ein turbulenzarmes "ruhiges" Füllen der jeweiligen Gießform besonders wichtig. Hierdurch lässt sich die Menge an Oxiden und anderen Verunreinigungen minimieren, die auf dem in die Gießform zu füllenden Schmelzenvolumen schwimmen und andernfalls beim Abgießen in die Gießform gelangen. Um dies zu erreichen, sind in der Vergangenheit eine große Zahl von Varianten des so genannten "Kippgießens" entwickelt worden.

[0006] Gemeinsames Charakteristikum der bekannten Kippgießverfahren ist, dass die Gießform über einen an sie angedockten Schmelzenbehälter gefüllt wird, indem sie mit dem Schmelzenbehälter aus einer Ausgangsstellung, in der der Schmelzenbehälter mit der zu vergießenden Schmelze befüllt wird, um eine Schwenkachse in eine Endstellung gedreht wird, so dass in Folge dieser Schwenkbewegung die Schmelze in die Gießform einströmt.

[0007] Bei einer aus der EP 1 155 763 A1 bekannten Variante des Kippgießens wird eine Gießform mit nach oben weisender Eingussseite auf einer Grundplatte aufgebaut und dann mit der Grundplatte um etwa 180° um eine horizontale Schwenkachse gedreht, bis die Eingussseite der Gießform nach unten weist. Anschließend wird ein Gießbehälter, der mit einer zum Befüllen der Gießform ausreichenden Schmelzenportion gefüllt ist, mit seiner Ausgussöffnung dicht an die Eingussseite der Gießform angedockt. Die Gießform wird daraufhin gemeinsam mit dem an ihr anliegenden Gießbehälter um etwa 180° um eine horizontal ausgerichtete Schwenkachse gedreht, so dass die Schmelze aus dem Gießbehälter in die Gießform einströmt. Ist der Einströmvorgang abgeschlossen, kann der Gießbehälter von der Gießform entfernt werden. Verfahren dieser Art werden wegen des weiten Schwenkwegs auch als Rotationsgießverfahren bezeichnet.

[0008] Aus der DE 10 2004 015 649 B3 ist ein weiteres Verfahren zum Kippgießen bekannt, mit dem Bauteile aus Leichtmetall, insbesondere aus Aluminiumlegierungen, gegossen werden. Bei diesem Verfahren wird die Schmelze im Kopfguss in einen an der Längsseite einer Gießform befindlichen Querlauf eingefüllt. Die Gießform wird dazu zunächst um einen Winkel von 45° bis 70° um ihre horizontal ausgerichtete Längsachse gekippt. Danach beginnt das Einfüllen der flüssigen Schmelze in den Querlauf, bis etwa ein Fünftel der für den Guss des Bauteils benötigten Schmelze in den Querlauf gefüllt ist, ohne dass die Schmelze bereits in den Formhohlraum der Gießform einströmt. Dann wird die Gießform unter kontinuierlichem Nachfüllen von Schmelze derart aus der gekippten Stellung in die Senkrechte gedreht, dass die Schmelze entlang einer Gießformwand in den Formhohlraum einströmt.

[0009] Aus der DE 10 2008 015 856 A1 ist eine weitere Variante eines Verfahrens zum Gießen von Bauteilen aus Leichtmetall nach dem Kippgießprinzip bekannt. Bei diesem Verfahren wird die Schmelze in eine der Gießform zugeordnete Baugruppe eingefüllt. Aus dieser Baugruppe strömt während einer Kippbewegung der Gießform Schmelze in den Formhohlraum. Indem die Gießform ausgehend von einer Endstellung mittels einer zugeordneten Gießmaschine in eine Startposition von bis zu 90° um eine horizontal ausgerichtete Schwenkachse geschwenkt wird und indem die Gießform dann in einem Bereich von 0° bis 90° verlagerbar ist, sollen sich geometrisch anspruchsvolle Bauteile mit guter Gefügeausbildung innerhalb von kurzen Zykluszeiten bei der Erstarrung gießen lassen.

[0010] Aus der DE 10 2010 022 343 A1 ist schließlich ein Verfahren zum Kippgießen von Bauteilen bekannt, bei dem in einem ersten Arbeitsschritt eine Gießform, die einen Formhohlraum zur Aufnahme einer Metallschmelze definiert und mindestens einen Gießtümpel aufweist, aus einer Grundstellung mit nach oben weisender Eingussseite in einer ersten Schwenkrichtung um einen ersten Schwenkwinkel in eine erste Schwenkstellung geschwenkt wird. Dann wird die Gießform für das Abgießen eines neuen Gussteils vorbereitet, in dem sie gereinigt, optional geschlichtet und schließlich mit Gießkernen bestückt wird. Daraufhin wird die Gießform in einer zweiten, der ersten Schwenkrichtung entgegengesetzten Schwenkrichtung geschwenkt. Dabei durchläuft sie die

Grundstellung und wird bis zu einer zweiten Schwenkstellung geschwenkt, in der die Gießform bezogen auf die Grundstellung einen zweiten Schwenkwinkel aufweist. Dann wird der mindestens eine Gießtümpel mit einer für das Gießen eines Bauteils vorgesehenen flüssigen Metallschmelze gefüllt. Anschließend wird die eine Gießform zusammen mit dem Gießtümpel in entgegengesetzter Richtung derart in die Grundstellung geschwenkt, dass die flüssige Schmelze zwischen der zweiten Schwenkstellung und der Grundstellung laminar in den Formhohlraum der Gießform einfließt. Ein Vorteil dieser Variante des Kippgießens soll darin bestehen, dass der Gießtümpel relativ weit vom Bediener entfernt angeordnet und so die auf den Bediener wirkende Wärmestrahlung vergleichbar gering ist. Gleichzeitig soll auch dieses bekannte Verfahren zum Kippgießen bei kürzeren Taktzeiten und damit höheren Ausbringungsmengen die gießtechnische Herstellung von Bauteilen in hoher Qualität erlauben.

[0011] Vor dem Hintergrund des voranstehend erläuterten Standes der Technik bestand die Aufgabe der Erfindung darin, ein Verfahren für die gießtechnische Herstellung von Gussteilen zu schaffen, bei dem eine weiter optimierte Formfüllung und einem damit einhergehenden optimierten Erstarrungsablauf eine optimale Qualität der Gussteile gewährleistet ist.

[0012] Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe dadurch gelöst worden, dass beim Gießen von Gussteilen aus einer Metallschmelze die in Anspruch 1 angegebenen Arbeitsschritte absolviert werden.

[0013] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum gießtechnischen Erzeugen von Gussteilen aus einer Metallschmelze wird demgemäß eine Gießform eingesetzt, die in einer Gießmaschine um eine horizontal ausgerichtete Schwenkachse schwenkbar gelagert ist und dabei einen das jeweils zu gießende Gussteil abbildenden Formhohlraum umgrenzt sowie einen den Formhohlraum an seiner einen Seite begrenzenden Deckel, an dem mindestens eine Einfüllöffnung zum Einleiten von Metallschmelze in den Formhohlraum vorgesehen ist, eine mit dem Deckel zusammenstoßende Bezugsseitenwand, die den Formhohlraum an seiner einen Seite mit Wandflächen begrenzt, in die eine achsparallel zur Schwenkachse verlaufende Hauptebene der Bezugsseitenwand so gelegt ist, dass ihre Ausrichtung dem Mittel der Ausrichtungen der Wandflächen angenähert ist, die sich jeweils ebenfalls in einer parallel zur Schwenkachse ausgerichteten Richtung erstrecken, und einen Boden aufweist, dessen dem Formhohlraum zugeordnete Bodenflächen den bodenseitigen Abschluss des Gussteils abbilden.

[0014] Zusätzlich wird erfindungsgemäß eine Gießwanne eingesetzt, die an ihrer Eingussseite zum Eingießen der Metallschmelze in die Gießwanne und einer mit der Eingussseite sowie einem Boden der Gießwanne zusammenstoßenden Ausgussseite jeweils mindestens abschnittsweise offen ist, über die die in die Gießwanne gefüllte Metallschmelze im Gießbetrieb aus der Gießwanne in die Gießform abfließt.

[0015] Gemäß der Erfindung wird dann in einem ersten Arbeitsschritt die Gießwanne an der Gießform derart angeordnet, dass ihre Ausgussseite am Deckel der Gießform anliegt und der Boden der Gießwanne der Bezugsseitenwand zugeordnet ist, wobei die Eingussöffnung der Gießform und der offene Abschnitt der Ausgussseite einander mindestens überschneiden.

[0016] Dann wird die Gießform in eine Eingussstellung geschwenkt, in der die Hauptebene der Bezugsseitenwand mit dem Badspiegel einer in die Gießwanne zu füllenden Metallschmelzenportion einen Winkel ß1, der kleiner als 180° ist, einschließt und der Badspiegel der in die Gießwanne zu füllenden Metallschmelzenportion sich unterhalb der Einfüllöffnung der Gießform befindet.

[0017] Daraufhin wird die in der Eingussstellung stehende Gießwanne mit der zum Befüllen der Gießform ausreichenden Metallschmelzenportion gefüllt.

[0018] Schließlich wird die Gießform mit der an ihr angeordneten Gießwanne um die Schwenkachse in eine Schwenkrichtung geschwenkt, in der in Folge der Verschwenkung und der Schwerkraftwirkung Metallschmelze aus der Gießwanne in die Gießform fließt, wobei das Verschwenken fortgesetzt wird, bis eine Endstellung erreicht ist, in der die Gießform mit Metallschmelze gefüllt ist, und wobei der zwischen der Hauptebene der Bezugsseitenwand und dem Badspiegel der in der Gießwanne jeweils enthaltenen Metallschmelzenportion jeweils eingeschlossene Winkel ß1 mindestens solange stets kleiner 180° ist, bis die in die Gießform einströmende Schmelze den Boden der Gießform trifft.

[0019] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird gegenüber konventionellen Rotationsgießverfahren, bei denen üblicherweise ein Schwenkweg von 180° zurückgelegt wird, eine beträchtliche Verkürzung des Schwenkwegs erzielt. Dies führt gegenüber diesen Verfahren zu einer deutlichen Zeiteinsparung.

[0020] Gleichzeitig wird sowohl gegenüber den konventionellen Rotationsgießverfahren als auch gegenüber den konventionellen Kippgussverfahren, bei denen zwischen der Startposition, in der aus dem jeweils an die Gießform angedockten Schmelzenbehälter noch keine Schmelze in die Gießform läuft, bis zu der Endstellung, in der die Gießform vollständig gefüllt ist, üblicherweise ein Schwenkweg von bis zu 110° zurückgelegt wird, eine deutliche Verbesserung des Formfüllvorgangs und damit einhergehend des Gießergebnisses erreicht. So ist bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise die kinetische Energie, die der in der Gießwanne enthaltenen Schmelze im Zuge der Schwenkbewegung zugeführt wird, auf ein Minimum reduziert. Verwirbelungen in der in der Gießwanne enthaltenen Schmelze werden so vermieden. Dementsprechend ist auch die Zahl der oxidischen und sonstigen Einschlüsse minimiert, die in der Gießwanne über die Oberfläche in die Schmelze gelangen.

[0021] Dies gelingt dadurch, dass zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens die Schwenkstellung der aus Gießform und an ihr angeordneter, als

Schmelzenbehälter dienender Gießwanne gebildeten Kombination in der Startposition so gewählt wird, dass, nachdem die zum Befüllen der Gießform benötigte Metallschmelzenportion eingefüllt ist, der Badspiegel der Metallschmelzenportion mit der Hauptebene der Bezugsseitenwand einen Winkel ß1 einschließt, der kleiner als 180° ist.

[0022] Dieser Winkel ß1 wird erfindungsgemäß jeweils zwischen der Hauptebene der Bezugsseitenwand und der freien Oberfläche des bis zum Einfüllen der Metallschmelzenportion virtuellen Badspiegels gemessen. Als "Bezugsseitenwand" ist dabei die Seitenwand der Gießform bezeichnet, die, wenn die Gießwanne an die Gießform angedockt ist, zur Gießwanne nächstbenachbart ist. "Hauptebene" der Bezugsseitenwand ist dann eine gedachte Ebene, die durch einen parallel zur Schwenkachse der Gießform verlaufenden Richtungsvektor und einen zweiten Richtungsvektor aufgespannt ist, der einerseits normal zur Schwenkachse ausgerichtet ist und dessen Ausrichtung andererseits dem Mittel der Ausrichtungen von ebenfalls zur Schwenkachse normal positionierten Vektoren entspricht, die an diejenigen Wandflächen angelegt sind, welche sich jeweils parallel zur Schwenkachse erstrecken.

[0023] Der Winkel ß1 wird erfindungsgemäß durch eine entsprechende Verschwenkung der Gießform/Gießwanne-Kombination für die Eingussstellung so gewählt, dass er während des nach dem Einfüllen der erforderlichen Metallschmelzenportion in die als Schmelzenbehälter dienende Gießwanne einsetzenden Verschwenken der aus Gießform und Gießwanne gebildeten Kombination so lange kleiner als 180° bleibt, bis die Schmelze gegen den Boden der Gießform stößt. Dies bedeutet, dass beim erfindungsgemäßen Verfahren die zu vergießende Schmelze im Zuge des Verschwenkens und ihres damit einhergehenden Einströmens in die Gießform solange flach ansteigend gegen die die Lage der Hauptebene bestimmenden inneren Wandflächen der Bezugsseitenwand anläuft, bis sie den Boden der Gießform erreicht. Ähnlich wie bei einer sanft gegen einen flach ansteigenden Strand anlaufenden Dünung treten somit in der in die Gießform gelangende Schmelze allenfalls minimale Verwirbelungen auf.

[0024] Folglich wird die Gießform im Zuge des erfindungsgemäßen Verschwenkens durch die in Folge der Schwenkbewegung und der Schwerkraftwirkung in die Gießform eintretende Schmelze besonders gleichmäßig und ruhig geflutet. Das Gussteil baut sich bei erfindungsgemäßer Vorgehensweise mit zunehmender Verschwenkung ausgehend von der Bezugsseitenwand im Formhohlraum der Gießform allmählich auf, bis die Endstellung des Schwenkwegs erreicht und die Gießform vollständig mit Schmelze gefüllt ist.

[0025] Überraschend hat sich gezeigt, dass die Flutung der Gießform als Resultat der erfindungsgemäßen Vorgehensweise so ruhig stattfindet, dass auf dem Schmelzenbad in der Gießwanne vorhandene Oxide und sonstige Verunreinigungen weitestgehend außerhalb des Formhohlraums der Gießform verbleiben, ohne dass dazu besondere Maßnahmen erforderlich sind. Bei solchen Gießformen, bei denen im Bereich des Deckels eine Ausnehmung zur Aufnahme einer als Speiser für das zu gießende Gussteil dienenden Schmelzenportion vorgesehen ist, sammeln sich die Oxide und Verunreinigungen dementsprechend in einem oberflächennahen Bereich, in dem sie hinsichtlich der Qualität des Gussteils keine Gefahr darstellen. Auf diese Weise ist das Vorkommen von Einschlüssen in erfindungsgemäß erzeugten Gussteilen auf ein Minimum reduziert. Baulicher oder apparativer Maßnahmen, wie die Anordnung eines Rückhalteschwerts, eines Filters oder eines Siebs im Bereich der Einfüllöffnung der Gießform, oder desgleichen bedarf es folglich nicht. Die Erfindung führt somit nicht nur zu einer deutlichen Zeitersparnis gegenüber konventionellen Rotationsgießverfahren, sondern auch zu verbesserten Produkteigenschaften der erhaltenen Gussteilen gegenüber solchen Gussteilen, die nach konventionellen Kippgussverfahren hergestellt sind.

[0026] Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, dass als Gießbehälter eine zu ihrer Eingussseite hin während des Füll- und Schwenkvorgangs offene Gießwanne von einfachster geometrischer Gestaltung verwendet werden kann. Dabei ergibt sich bei Beachtung der erfindungsgemäßen Vorgaben jeweils eine gut erreichbare Eingussstellung, in der mittels eines konventionellen Gießlöffels die jeweils erforderliche Schmelzenportion in die Gießwanne gefüllt werden kann.

[0027] Die im Deckel der Gießform vorgesehene Einfüllöffnung kann für das erfindungsgemäße Verfahren so ausgelegt werden, dass die Füllung auch von in Bezug auf die Einfüllöffnung weit entfernten Abschnitten der Gießform jeweils in einer direkten Anströmung erfolgen kann. D. h., die Einfüllöffnung ist optimaler Weise nicht auf einen kleinen Flächenabschnitt des Deckels beschränkt, so dass die Schmelze in einem konzentrierten, schnell strömenden Fluss in die Gießform gelangt, sondern vielmehr so gestaltet, dass sie in Draufsicht auf den Deckel gesehen die vom parallel zum Deckel ausgerichteten Querschnitt des Formhohlraums der Gießform eingenommene Fläche weitestgehend abdeckt. Dies kann auch dadurch erreicht werden, dass den einzelnen über die Querschnittsfläche verteilten Abschnitten der Gießform jeweils eine eigene Einfüllöffnung oder ein bestimmter Abschnitt einer großen gemeinsamen Einfüllöffnung zugeteilt ist. Dazu können mehrere Einfüllöffnungen einander überlagernd so ausgebildet sein, dass sie in ihren Schnittbereichen ineinander übergehen und so eine in zwei oder mehr Abschnitte verästelte Einfüllöffnungen bilden. Ziel ist hierbei, dass die Einfüllöffnung maximal groß ist, um den gleichzeitigen Eintritt eines großen Schmelzenvolumens in die Gießform in einem ruhigen Fluss unter Vermeidung lokaler Strömungsgeschwindigkeitsspitzen zu ermöglichen.

[0028] Unterstützt werden kann die ruhige Formfüllung auch dadurch, dass die Schwenkachse, um die die Gießform verschwenkt wird, durch oder nahe dem Boden

der Gießform verläuft. Durch diese in Bezug auf die Gießform exzentrische, in Richtung des Gießformbodens versetzte Anordnung der Schwenkachse ist das Gefälle und damit einhergehend die kinetische Energie weiter reduziert, mit der die Schmelze in die Gießform eintritt.

[0029] Aufgrund der optimierten Gießergebnisse und minimierten Gießzeiten eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere zur Großserienfertigung von Zylinderköpfen und Kurbelgehäusen für Verbrennungsmotoren, an deren mechanische und thermische Eignung höchste Anforderungen gestellt werden. Hier zeigen sich die Vorteile des erfindungsgemäßen Vorgehens insbesondere dann, wenn als Gusswerkstoff eine auf Aluminium basierende Leichtmetallschmelze eingesetzt wird.

[0030] Die Gießwanne kann zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens entweder dauerhaft fest mit der Gießform verbunden oder mittels geeigneter Anpresseinrichtungen an der Gießform lösbar gehalten sein. Letztere Ausgestaltung hat den Vorteil, dass die Gießwanne beispielsweise zum Säubern oder zum Ersatz leicht von der Gießform getrennt werden kann. Gleichzeitig wird durch eine ausreichende Haltekraft eine sichere Abdichtung der Fügestellen, an der die Gießwanne gegen die Gießform stößt, sichergestellt und zwar auch dann, wenn in Folge von Wärmeeinwirkung oder Verschleiß die einander zugeordneten Anlageflächen von Gießform und Gießwanne nicht mehr perfekt zueinander passen. Als Einrichtung zum Halten der Gießwanne an der Gießform eignen sich insbesondere hydraulisch arbeitende Anpresseinrichtungen, die auf kleinem Raum hohe Anpresse- und Haltekräfte erzeugen können.

[0031] Als im Hinblick auf das angestrebte gleichmäßig ruhige Einströmen der Schmelze in die Gießform erweist es sich als besonders wirksam, wenn die Gießwanne einen Boden aufweist, der auf seiner der Metallschmelze zugewandten Bodenfläche eben ist. Optimalerweise ist dabei die ebene Bodenfläche so ausgerichtet, dass sie sich frühestens an dem Zeitpunkt, an dem die in die Gießform einströmende Schmelze auf den Boden der Gießform trifft, in einer horizontalen Stellung befindet.

[0032] Beim Gießen von Gussteilen, die eine eindeutig definierte, optimalerweise ebene Kopf- und Bodenfläche aufweisen, wie Zylinderköpfe oder Kurbelgehäuse für Verbrennungsmotoren, bei denen die Gießform dementsprechend an der Außenseite von Deckel und Boden ebenfalls zwei parallel zueinander ausgerichtete Außenflächen aufweist, lässt sich dies dadurch gewährleisten, dass die Bodenfläche der Gießwanne mit dem Boden der Gießform einen rechten Winkel einschließt.

[0033] Besonders einfach an der Gießform angeordnet und ausgerichtet werden kann die Gießwanne dann, wenn die Ausgussseite über die Höhe und Breite des von der Gießwanne umgrenzten Wannenraums offen ist. Diese Ausgestaltung hat bei einer Gießform, bei der im Deckel mehrere Eingussöffnungen oder Anschnitte vorhanden sind, über die Schmelze in die Gießform verteilt werden soll, den zusätzlichen Vorteil, dass die in der Gießwanne anstehende Metallschmelzenportion beim Verschwenken über eine große Breite gleichmäßig gegen den Deckel der Gießform läuft und dementsprechend gleichmäßig in die dort vorhandenen Öffnungen der Gießform einströmt.

[0034] Die Menge an Oxiden und anderen Verschmutzungen, die beim Eingießen in die in die Gießwanne gefüllte Metallschmelzenportion eingezogen werden, kann dadurch minimiert werden, dass auch das Eingießen selbst in einem möglichst ruhigen Strom erfolgt. Dies kann dadurch unterstützt werden, dass an einer der der Metallschmelze zugewandten Seiten einer der geschlossenen Seitenwände der Gießwanne eine ausgehend vom Gießwannenboden in Richtung des oberen freien Rands dieser Seitenwand ansteigende Anlauffläche ausgebildet ist, gegen die die Metallschmelze beim Eingießen der Metallschmelze in die Gießwanne gerichtet wird. Der auf die so gebildete Schrägfläche treffende Schmelzenschwall wird unter Entzug von kinetischer Energie so umgelenkt, dass er über eine verbreiterte Front verteilt auf die in der Gießwanne bereits vorhandene Schmelze trifft, so dass die Intensität und Tiefe der dort zwangsläufig entstehenden Verwirbelungen minimiert ist. Abhängig von der Art und Weise, wie konzentriert der Gießstrahl beim Eingießen auf die Anlauffläche trifft, kann es dabei zweckmäßig sein, die Anlauffläche konkav eingewölbt, eben oder konkav ausgewölbt auszuführen.

[0035] Unter Berücksichtigung der voranstehend zusammengefassten Vorschläge der Erfindung als besonders geeignet herausgestellt hat sich eine Gießwanne, deren Wannenraum eine quaderförmige Grundform aufweist, wobei die der Gießform zugeordnete Ausgussseite und die Oberseite der Gießwanne offen sind, während die Anlauffläche an der zur Ausgussseite gegenüberliegenden Innenfläche der Gießwanne ausgebildet ist.

[0036] Praktische Erfahrungen zeigen, dass sich insbesondere beim Guss von Zylinderköpfen und Kurbelgehäusen für Verbrennungsmotoren optimale Gießergebnisse einstellen, wenn vor dem Verschwenken bei in Eingussstellung befindlicher Gießform der zwischen der Oberfläche des Badspiegels der in die Gießwanne gefüllten Schmelzenportion und der Hauptebene der Bezugsseitenwand eingeschlossene Winkel ß1 120 - 160° beträgt.

[0037] Die Befüllung der Gießform kann über ein an ihrem Deckel ausgebildetes oder ein dem Deckel vorgelagertes Verteilerrinnensystem erfolgen, wenn dies aus gieß- oder strömungstechnischer Sicht für zweckmäßig erachtet wird. Die besonderen Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens zeigen sich jedoch insbesondere dann, wenn an dem Deckel als Eingussöffnungen zwei oder mehr Anschnitte münden, über die die Schmelze beim Verschwenken direkt in den Formhohlraum der Gießform strömt. Hier hat sich herausgestellt, dass es aufgrund der besonders ruhigen Befüllung, die durch die Erfindung gewährleistet ist, auch dann problemlos mög-

lich ist, den Deckel direkt anzuströmen, wenn er als verlorener Formkern aus einem Formstoff gebildet ist.

[0038] Dementsprechend eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren insbesondere zum Gießen von Gussteilen in Gießformen, die vollständig oder zumindest teilweise als so genanntes Kernpaket aus einer Vielzahl von insbesondere aus Formstoff vorgeformten Gießkernen zusammengesetzt sind. Derartige Gießformen eignen sich insbesondere zur Herstellung von filigran geformten Gussteilen mit einer Vielzahl von Innenkanälen, wie sie für den Bau von Verbrennungsmotoren benötigt werden.

[0039] Der beim erfindungsgemäßen Verfahren beim Verschwenken der Gießform mit der daran angeordneten Gießwanne zwischen der Eingussstellung und der Endstellung zurückgelegte Schwenkwinkel liegt typischerweise im Bereich von mindestens 110° und bis zu 160°, wobei sich in der Praxis Schwenkwinkel von 120 - 150° als besonders probat herausgestellt haben.

[0040] Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert. Es zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 eine in Grundstellung geschwenkte Gießmaschine zum Gießen von Gussteilen in seitlicher Ansicht;

Fig. 2 die Gießmaschine gemäß Fig. 1 in einer Ansicht von oben;

Fig. 3 die Gießmaschine gemäß Fig. 1 in Ausgangsstellung mit an ihr angeordneter Gießwanne in seitlicher Ansicht;

Fig. 4 die Gießmaschine gemäß Fig. 1 in Eingussstellung in seitlicher Ansicht;

Fig. 5 die Gießmaschine gemäß Fig. 4 beim Eingießen von Schmelze in die Gießwanne in seitlicher Ansicht;

Fig. 6-8 die Gießmaschine gemäß Fig. 1 in verschiedenen Schwenkstellungen in seitlicher Ansicht;

Fig. 9 die Gießmaschine in der nach Abschluss der Schwenkbewegung erreichten Endstellung in seitlicher Ansicht.

[0041] Die Gießmaschine G weist eine in einem Gestell 1 gelagerte Trägerplatte 2 auf, die mittels eines Schwenkantriebs 3 um eine horizontal ausgerichtete Schwenkachse HS verschwenkbar ist. Bei in Ausgangsstellung (Fig. 1) befindlicher Gießmaschine G ist die Trägerplatte 2 horizontal ausgerichtet.

[0042] Auf einer an der Oberseite der Trägerplatte 2 ausgebildeten Montagefläche 4 ist eine als Kernpaket aus einer Vielzahl von in bekannter Weise vorgefertigten Gießkernen 6 - 11 zusammengesetzte Gießform 5 zum Gießen beispielsweise eines Zylinderkopfes, eines Kurbelgehäuses oder eines Motorblocks für einen Verbrennungsmotor aufgebaut. Bei dem Formstoff, aus dem die Gießkerne 6 - 11 bestehen, handelt es sich um eine Mischung aus einem Formsand, optional vorhandenen Additiven und einem Binder, der durch eine chemische Behandlung oder Wärmezufuhr verfestigt wird, um die notwendige Formfestigkeit zu bewirken. Selbstverständlich können einzelne Kerne oder Teile der Gießform 5 auch aus anderen Werkstoffen bestehen, um sie wiederholt verwenden zu können. Ebenso können in der Gießform 5 hier nicht gezeigte Kühleisen oder desgleichen vorhanden sein, um eine gerichtete Erstarrung der in die Gießform 5 eingefüllten Schmelze zu bewirken.

[0043] Die hier der Übersichtlichkeit halber nur in einer groben Detaillierung dargestellte Gießform umfasst einen Boden 6, Seitenwände 7,8, die den seitlichen äußeren Abschluss der Gießform 5 bilden, einen Deckel 9 sowie innerhalb des von der Gießform 5 umgrenzten Formhohlraum 10 angeordnete Gießkerne 11, die in dem zu gießenden Gussteil Kanäle und oder Hohlräume abbilden. Der Boden 6 und die Seitenwände 7,8 können beispielsweise als Gießkerne aus Formstoff oder als Dauergießformteil aus einem metallischen Werkstoff, wie beispielsweise einem warmfesten Stahlwerkstoff oder aus einem Kupferwerkstoff, hergestellt sein. Im Hinblick auf die Entformbarkeit des in der Gießform 5 abzugießenden Gussteils bestehen jedoch nur der Deckel 9 typischerweise aus Formstoff, wohingegen der Boden 6 und die Seitenwände 7,8 als Dauerformteile ausgelegt sind.

[0044] Von seiner Oberseite her ist in den Deckel 9 eine wannenartige Ausnehmung 12 eingeformt, in deren Grund als Einfüllöffnungen dienende Anschnitte 13 enden, über die der Formhohlraum 10 der Gießform 5 mit Schmelze befüllbar ist.

[0045] Die Gießmaschine G umfasst zusätzlich eine ebenfalls auf der Tragplatte 2 montierte Schwenk- und Positioniereinrichtung 14. Mittels der Einrichtung 14 kann eine Gießwanne 15 zwischen einer Wartestellung, in der sie sich jeweils außerhalb des Bereichs befindet, welcher vor dem Gießvorgang zum Aufbau der Gießform 5 auf der Trägerplatte 2 oder nach Abschluss des Gießvorgangs zum Entnehmen der Gießform 5 benötigt wird, und einer Eingussstellung verschwenkt werden, in der sie mit ihrer Ausgussseite 16 an der Außenseite 17 des Deckels 9 anliegend angeordnet ist.

[0046] Die an ihrer Ausgussseite 16 und Oberseite O offene, aus einem Feuerfestmaterial gefertigte Gießwanne 15 umgrenzt mit ihrem Boden 18, zwei parallel zueinander angeordneten, sich längs des Bodens 18 erstreckenden Längsseitenwänden 19,20 und einer Rückwand 21 einen Gießwannenraum 22. Die Rückwand 21 erstreckt sich dabei parallel zur offenen Ausgussseite 16 zwischen den ihr zugeordneten Enden der Längsseitenwände 19,20 und weist an ihrer dem Gießwannenraum 22 zugeordneten Seite eine Anlauffläche 23 auf, die ausgehend von der ebenen, dem Gießwannenraum 22 zu-

geordneten Bodenfläche des Bodens 18 in Richtung der freien Oberkante der Rückwand 21 schräg ansteigt.

[0047] In ihrer Nutzstellung wird die Gießwanne 15 von der Einrichtung 14 so an der Gießform 5 gehalten, dass die Gießform 5 mit den jeweils freien Stirnseiten der Längsseitenwände 19,20 und des Bodens 18 dicht an den zugeordneten Anlageflächen des Deckels 9 der Gießform 5 anliegt.

[0048] Während des Zusammensetzens der Gießform 5 befindet sich die Tragplatte 2 mit der darauf aufgebauten Gießform 5 in der Ausgangsstellung. Der Schwenkwinkel ß2 um die Schwenkachse HS ist in dieser Stellung gleich "0".

[0049] Nachdem die Gießform 5 auf der Tragplatte 2 aufgebaut ist, setzt die Einrichtung 14 die Gießwanne 15 mit ihrer Ausgussseite auf den Deckel 9 der Gießform 5 (Fig. 3). Die Einrichtung 14 hält die Gießwanne in dieser Position an der Gießform 5, bis der Gießvorgang abgeschlossen ist.

[0050] Bei auf die Gießform 5 aufgesetzter Gießwanne 15 stellt die in dieser Stellung zum Boden 18 der Gießwanne 5 nächstbenachbart angeordnete Seitenwand 7 der Gießform die Bezugsseitenwand dar, welche für die Bestimmung der Eingussstellung, in der die Gießwanne 5 mit Schmelze befüllt wird, ausschlaggebend ist. Auf ihrer dem Formhohlraum 10 zugeordneten Seite weist die Seitenwand 7 Wandflächen 24 auf, welche an der zugeordneten seitlichen Außenfläche des zu gießenden Gussteils Formflächen abbilden. Jede der Wandflächen 24 weist in Bezug auf die Schwenkachse HS eine bestimmte Orientierung auf, welche jeweils durch einen an die jeweilige Wandfläche 24 angelegten und in einer normal zur Schwenkachse HS ausgerichteten Vektor VW angezeigt werden kann.

[0051] Zur Bestimmung des Schwenkwinkels ß2, um den die Gießform 5 mit der Gießwanne 15 aus der Ausgangsstellung in die Eingussstellung geschwenkt werden muss, wird in die Seitenwand 7 eine virtuelle Hauptebene HE gelegt, die sich einerseits parallel zur Schwenkachse HS erstreckt und andererseits so ausgerichtet ist, dass ihre Ausrichtung dem Mittel der durch die Vektoren VW angezeigten Ausrichtungen der Wandflächen 24 angenähert ist, die sich jeweils ebenfalls in einer parallel zur Schwenkachse ausgerichteten Richtung erstrecken.

[0052] Der Schwenkwinkel ß2, um den die Gießform 5 nach dem Andocken der Gießwanne 15 beim hier dargestellten Beispiel gegen den Uhrzeigersinn um die Schwenkachse HS aus der in Fig. 3 gezeigten Ausgangsstellung in die in Fig. 4,5 gezeigte Eingussstellung geschwenkt wird, wird nun so gewählt, dass der zwischen der Oberseite des zu dieser Zeit noch virtuellen Badspiegel BS der in die Gießwanne 15 einzufüllenden Metallschmelzenportion S und der Hauptebene HE der Bezugsseite B eingeschlossene Winkel ß1 kleiner als 180° ist. Beim hier dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt dieser Winkel ß1 beispielsweise 135 - 165°, wogegen der Schwenkwinkel ß2 im Bereich von 110 - 160°, insbesondere 120 - 150°, liegt.

[0053] Dabei wird bei der Ermittlung des Schwenkwinkels ß2 zusätzlich berücksichtigt, dass sich der Badspiegel BS bei in Eingussstellung geschwenkter Gießform 5 und Gießwanne 15 unterhalb des in dieser Position am tiefsten im Deckel 9 angeordneten Anschnitts 13 der Gießform 5 befindet.

[0054] Nachdem die aus Gießform 5 und Gießwanne 15 gebildete Kombination um den in der voranstehend erläuterten Weise bestimmten Winkel ß2 in die Eingussstellung geschwenkt ist, wird mittels eines konventionellen Gießlöffels 25 die Metallschmelzenportion S in die Gießwanne 15 gefüllt. Als Metallschmelze wird hier eine Aluminiumgusslegierung eingesetzt, wie sie üblicherweise zum Gießen von Teilen für Verbrennungsmotoren verwendet wird. Um eine möglichst ruhige, verwirbelungsarme Befüllung der Gießwanne 15 zu gewährleisten, wird der aus dem Gießlöffel 25 austretende Gießstahl 26 gegen die Anlauffläche 23 der Gießwanne 15 gerichtet. Der dort auftreffende Strahl 26 wird unter Entzug von kinetischer Energie in Richtung der Bodenfläche der Gießwanne 15 umgeleitet und trifft so in einer vergleichbar sanften, über eine größere Breite verteilten Strömung auf die bereits in der Gießwanne 15 vorhandene Schmelze S.

[0055] Nach dem Ende der Befüllung der Gießwanne 15 wird die Gießform 5 mit der Gießwanne 15 im Uhrzeigersinn zurück in Richtung der Ausgangsstellung geschwenkt. Mit zunehmender Verschwenkung strömt immer mehr Schmelze S in den Formhohlraum 10 der Gießform 5 ein, bis schließlich bei Wiedererreichen der Endstellung (= Ausgangsstellung) die Metallschmelzenportion S vollständig in die Gießform 5 gefüllt ist. Überzähliges Schmelzenvolumen wird dabei von der Ausnehmung 12 im Deckel 9 aufgenommen. Das dort bei fertig verschwenkter Gießform 5 gesammelte Schmelzenvolumen dient als Speiser zum Ausgleich der im Zuge der Erstarrung der Schmelze auftretenden Materialschrumpfung.

[0056] Der für die Eingussstellung gewählte Schwenkwinkel ß2 ist in erfindungsgemäßer Weise so eingestellt worden, dass der Winkel ß1 zwischen dem Badspiegel BS und der Hauptebene HB der Seitenwand 7 solange stets kleiner als 180° ist, bis die in die Gießform 5 einströmende Schmelze S gegen den Boden 6 der Gießform stößt. Durch diese Einstellung wird sichergestellt, dass die Schmelze S unter einem spitzen Winkel flach gegen die Wandflächen 24 der Bezugsseitenwand (Seitenwand 7) läuft. Auf diese Weise wird eine ruhige, schichtweise erfolgende Füllung der Gießform 5 erreicht, welche optimale Voraussetzungen für die Ausbildung eines gleichmäßigen Gefüges im fertigen Gussteil bildet. Eine Schaumbildung auf der Schmelze wird so weitestgehend unterbunden. Ebenfalls aufgrund des ruhigen Füllvorgangs ist das erhaltene Gussteil weitestgehend frei von Einschlüssen oder anderen Schadstellen. Verschmutzungen und Oxide, die solche Einschlüsse verursachen könnten, sammeln sich in einer oberen Schicht des in der Ausnehmung 12 aus restlicher Schmelze S gebilde-

ten Speiservolumens SV, wogegen in der Gießwanne 15 allenfalls kleine Reste zurückbleiben, die leicht entfernt werden können.

BEZUGSZEICHEN

[0057]

ß1	Zwischen der Oberseite des Badspiegels BS und der Hauptebene HE eingeschlossener Winkel
ß2	Schwenkwinkel
BS	Badspiegel der in der Gießwanne 15 vorhandenen Metallschmelze S
G	Gießmaschine
HS	Schwenkachse
HE	Hauptebene der Bezugsseitenwand (Seitenwand 7)
S	Metallschmelze
SV	Speiser
O	Oberseite der Gießwanne 15
VW	die Ausrichtung der Wandflächen 24 anzeigende Vektoren

1	Gestell
2	Trägerplatte
3	Schwenkantrieb
4	Montagefläche
5	Gießform
6	Boden
7	Seitenwand (Bezugsseitenwand)
8	Seitenwand
9	Deckel
10	Formhohlraum
11	Gießkern
12	Ausnehmung
13	Anschnitte
14	Schwenk- und Positioniereinrichtung
15	Gießwanne
16	Ausgussseite
17	Außenseite des Deckels 9
18	Boden der Gießwanne 15
19, 20	Längsseitenwände der Gießwanne 15
21	Rückwand der Gießwanne 15
22	Gießwannenraum
23	Anlauffläche der Gießwanne 15
24	Wandflächen der Seitenwand 7
25	Gießlöffel
26	Gießstrahl

Patentansprüche

1. Verfahren für die gießtechnische Erzeugung von Gussteilen aus einer Metallschmelze unter Einsatz

- einer in einer Gießmaschine (G) um eine horizontal ausgerichtete Schwenkachse (HS) schwenkbar gelagerten Gießform (5), die einen das jeweils zu gießende Gussteil abbildenden Formhohlraum (10) umgrenzt und

- einen den Formhohlraum (10) an seiner einen Seite begrenzenden Deckel (9), an dem mindestens eine Einfüllöffnung (13) zum Einleiten von Metallschmelze (S) in den Formhohlraum (10) vorgesehen ist,
- eine mit dem Deckel (9) zusammenstoßende Bezugsseitenwand (7), die den Formhohlraum (10) an seiner einen Seite mit Wandflächen (24) begrenzt, in die eine achsparallel zur Schwenkachse (HS) verlaufende Hauptebene (HE) der Bezugsseitenwand (7) so gelegt ist, dass ihre Ausrichtung dem Mittel der Ausrichtungen (VW) der Wandflächen (24) angenähert ist, die sich jeweils ebenfalls in einer parallel zur Schwenkachse (HS) ausgerichteten Richtung erstrecken,
- einen Boden (6) aufweist, dessen dem Formhohlraum (10) zugeordnete Bodenflächen den bodenseitigen Abschluss des Gussteils abbilden,

und

- einer Gießwanne (15), die an ihrer Eingussseite zum Eingießen der Metallschmelze in die Gießwanne (15) und einer mit der Eingussseite sowie einem Boden der Gießwanne (15) zusammenstoßenden Ausgussseite jeweils mindestens abschnittsweise offen ist, über die die in die Gießwanne (15) gefüllte Metallschmelze im Gießbetrieb aus der Gießwanne (15) in die Gießform (5) abfließt,

wobei die Gießwanne (15) an der Gießform (5) derart angeordnet wird, dass ihre Ausgussseite (16) am Deckel (9) der Gießform (5) anliegt und der Boden (18) der Gießwanne (15) der Bezugsseitenwand (7) zugeordnet ist, wobei die Eingussöffnung (13) der Gießform (5) und der offene Abschnitt der Ausgussseite (16) einander mindestens überschneiden,
gekennzeichnet durch folgende Arbeitsschritte:

- Schwenken der Gießform (5) in eine Eingussstellung, in der die Hauptebene (HE) der Bezugsseitenwand (7) mit dem Badspiegel (BS) einer in die Gießwanne (15) zu füllenden Metallschmelzenportion (S) einen Winkel ß1, der kleiner als 180° ist, einschließt und der Badspiegel (BS) der in die Gießwanne (15) zu füllenden Metallschmelzenportion (S) sich unterhalb der Einfüllöffnung (13) der Gießform (5) befindet;
- Füllen der in der Eingussstellung stehenden Gießwanne (15) mit der zum Befüllen der Gießform (5) ausreichenden Metallschmelzenportion (S);

und
- Verschwenken der Gießform (5) mit der an ihr angeordneten Gießwanne (15) um die Schwenkachse (HS) in eine Schwenkrichtung, in der in Folge der Verschwenkung Metallschmelze (S) aus der Gießwanne (15) in die Gießform (5) fließt, wobei das Verschwenken fortgesetzt wird, bis eine Endstellung erreicht ist, in der die Gießform (5) mit Metallschmelze (S) gefüllt ist, und wobei der zwischen der Hauptebene (HE) der Bezugsseitenwand (7) und dem Badspiegel (BS) der in der Gießwanne (15) jeweils enthaltenen Metallschmelzenportion (S) jeweils eingeschlossene Winkel ß1 mindestens solange stets kleiner 180° ist, bis die in die Gießform (5) einströmende Schmelze den Boden (6) der Gießform (5) trifft.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Boden (18) der Gießwanne (15) auf seiner der Metallschmelze (S) zugewandten Seite eben ist.

3. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine an der Innenseite der Gießwanne (15) ausgebildete Bodenfläche mit dem Boden (6) der Gießform (5) einen rechten Winkel einschließt.

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die der Gießform (5) zugeordnete Ausgussseite (16) der Gießwanne (15) offen ist.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Einfüllöffnung (13) der Gießform (5) über die der Gießwanne (15) zugeordnete Seite des Deckels (9) der Gießform (5) erstreckt.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Deckel (9) der Gießform (5) eine Ausnehmung (12) eingeformt ist, die bei fertig verschwenkter Gießform (5) ein als Speiser (SV) dienendes Schmelzenvolumen aufnimmt.

7. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der der Metallschmelze (S) zugewandten Seite einer der geschlossenen Wände (21) der Gießwanne (15) eine ausgehend von dem Boden (18) in Richtung des oberen freien Rands dieser Wand (21) ansteigende Anlauffläche (23) ausgebildet ist, gegen die die Metallschmelze beim Eingießen der Metallschmelze in die Gießwanne (15) gerichtet wird.

8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Winkel ß1 bei in Eingussstellung befindlicher Gießform (5) 120 - 160° beträgt.

9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Deckel (9) als Eingussöffnungen zwei oder mehr Anschnitte (13) münden, über die die Schmelze beim Verschwenken in die Endstellung in den Formhohlraum (10) der Gießform (5) strömt.

10. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metallschmelze (S) beim Verschwenken in die Endstellung direkt gegen den Deckel (9) der Gießform (5) läuft und in die dort jeweils vorhandene Eingussöffnung (13) einströmt.

11. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der von der Gießform (5) mit der daran angeordneten Gießwanne (15) zwischen der Eingussstellung und der Endstellung zurückgelegte Schwenkwinkel 110 - 160° beträgt.

12. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schwenkachse (HS) durch oder nahe dem Boden (6) der Gießform (5) verläuft.

13. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metallschmelze (S) eine Leichtmetallschmelze ist.

14. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zu gießende Gussteil ein Zylinderkopf oder ein Kurbelgehäuse für einen Verbrennungsmotor ist.

Claims

1. Method for casting cast parts from a molten metal using

- a casting mould (5) pivotably mounted about a horizontally aligned pivot axis (HS) in a casting machine (G), the casting mould (5) defining a mould cavity (10) shaping the cast part to be cast in each case and having
- a lid (9) delimiting the mould cavity (10) on its one side, on which at least one filling opening (13) is provided for feeding molten metal (S) into the mould cavity (10),
- a reference side wall (7) abutting on the lid (9) and delimiting the mould cavity (10) on its one side with wall areas (24), into which a main plane (HE) of the reference side wall (7) running axially

parallel to the pivot axis (HS) is placed in such a way that its alignment is approximated to the average of the alignments (VW) of the wall areas (24), which also in each case extend in a direction aligned parallel to the pivot axis (HS), and
- a bottom (6) whose bottom areas assigned to the mould cavity (10) shape the bottom end of the cast part,
and using
- a tundish (15) which on its pouring-in side for pouring the molten metal into the tundish (15) and on a pouring-out side abutting on the pouring-in side and on a bottom of the tundish (15) is at least in sections open in each case, via which the molten metal filled into the tundish (15) in casting operation flows out of the tundish (15) into the casting mould (5),

wherein:

- the tundish (15) is arranged on the casting mould (5) in such a way that its pouring-out side (16) butts against the lid (9) of the casting mould (5) and the bottom (18) of the tundish (15) is assigned to the reference side wall (7), wherein the pouring-in opening (13) of the casting mould (5) and the open section of the pouring-out side (16) at least overlap one another,

characterised by the following production steps:

- pivoting the casting mould (5) into a pouring-in position, in which the main plane (HE) of the reference side wall (7) encloses an angle $\beta 1$ that is less than 180° with the bath level (BS) of a molten metal portion (S) to be filled into the tundish (15) and the bath level (BS) of the molten metal portion (S) to be filled into the tundish (15) is located below the filling opening (13) of the casting mould (5);
- filling the tundish (15), which is in the pouring-in position, with the molten metal portion (S) which is sufficient for filling the casting mould (5); and
- pivoting the casting mould (5) with the tundish (15) arranged on it about the pivot axis (HS) into a pivot direction, in which as a result of the pivoting molten metal (S) flows out of the tundish (15) into the casting mould (5), wherein the pivoting is continued until an end position is reached, in which the casting mould (5) is filled with molten metal (S), and wherein the angle $\beta 1$ enclosed in each case between the main plane (HE) of the reference side wall (7) and the bath level (BS) of the molten metal portion (S), which is contained in the tundish (15) in each case, is at least constantly less than 180° until the melt flowing into the casting mould (5) hits the bottom (6) of the casting mould (5).

2. Method according to Claim 1, **characterised in that** the bottom (18) of the tundish (15) is flat on its side facing the molten metal (S).

3. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a bottom area formed on the inside of the tundish (15) encloses a right angle with the bottom (6) of the casting mould (5).

4. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the pouring-out side (16) of the tundish (15) assigned to the casting mould (5) is open.

5. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the filling opening (13) of the casting mould (5) extends over the side of the lid (9) of the casting mould (5) assigned to the tundish (15).

6. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a recess (12) is formed into the lid (9) of the casting mould (5), which when the casting mould (5) is completely pivoted takes up a melt volume which serves as a feeder (SV).

7. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** an inflow surface (23) is formed on the side of one of the closed walls (21) of the tundish (15) facing the molten metal (S), this inflow surface (23) being inclined starting from the bottom (18) in the direction of the upper free edge of this wall (21) and at which the molten metal is directed when the molten metal is poured into the tundish (15).

8. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the angle $\beta 1$ is 120 - 160° when the casting mould (5) is in the pouring-in position.

9. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** two or more ingates (13) open out onto the lid (9) as pouring-in openings, via which the melt flows into the mould cavity (10) of the casting mould (5) when pivoting into the end position.

10. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the molten metal (S) when pivoting into the end position runs directly against the lid (9) of the casting mould (5) and flows into the respectively available pouring-in opening (13) there.

11. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the pivot angle covered by the casting mould (5) with the tundish (15) arranged on it between the pouring-in position and the end position is 110 - 160°.

12. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the pivot axis (HS) runs through or close to the bottom (6) of the casting mould (5).

13. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the molten metal (S) is a light metal melt.

14. Method according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the cast part to be cast is a cylinder head or a crankcase for an internal combustion engine.

Revendications

1. Procédé d'obtention, par une technique de coulée, de pièces à couler à partir de métal en fusion, en utilisant

- un moule (5) logé dans une machine de coulée (G), en une position autorisant sa rotation autour d'un axe de rotation horizontal (HS) lequel moule délimite une cavité de moule (10) donnant forme à chaque pièce à couler, et

  - un couvercle (9), délimitant sur l'une de ses faces la cavité de moule (10) lequel est pourvu d'au moins un orifice de remplissage (13) pour l'introduction du métal en fusion (S) dans la cavité de moule (10),
  - une paroi latérale de référence (7), jointe bout à bout au couvercle (9), qui, par des parois latérales (24), délimite sur l'une de ses faces, la cavité de moule (10), dans laquelle s'étend, parallèlement à l'axe de rotation (HS), un plan principal (HE), disposé face à la paroi latérale de référence (7), de telle sorte que son orientation se rapproche du centre des orientations (VW) des parois (24), qui s'étendent aussi, chacune, dans une direction parallèle à l'axe de rotation (HS),
  - qui présente un fond (6) dont les faces inférieures aménagées dans la cavité de moule (10) forment l'arête du fond de la pièce à couler,

et

- un panier de coulée (15), ouvert au moins par moment sur sa face d'alimentation pour laisser couler le métal en fusion dans le panier de coulée (15) et sur une face d'évacuation, jointe bout à bout à la face d'alimentation ainsi qu'au fond du panier de coulée (15), à travers lequel le métal en fusion, dont le panier de coulée (15) est rempli, s'écoule pendant les opérations de coulée hors du panier de coulée (15) dans le moule (5),

étant entendu que le panier de coulée (15) est agencé sur le moule (5) de telle sorte que sa face d'évacuation (16) est en appui contre le couvercle (9) du moule (5) et que le fond (18) du panier de coulée (15) est associé à la paroi latérale de référence (7), auquel cas l'orifice de coulée (13) du moule (5) et l'incision ouverte dans la face d'évacuation (16) sont, à tout le moins, en chevauchement,
caractérisé par les étapes de travail suivantes :

- pivotement du moule (5) dans une position de coulée dans laquelle le plan principal (HE) de la paroi latérale de référence (7) forme, avec le niveau du bain (BS) d'une portion de métal en fusion (S) à introduire dans le panier de coulée (15), un angle ß1 inférieur à 180°, et le niveau du bain (BS) de la partie de métal en fusion (S) à introduire dans le panier de coulée (15) se situe en dessous de l'orifice de remplissage (13) du moule (5) ;
- remplissage du panier de coulée (15) se trouvant en position de coulée avec une portion de métal en fusion (S) suffisante pour remplir le moule (5) ;
  et
- rotation du moule (5), avec le panier de coulée (15) lui faisant face, autour de l'axe de rotation (HS) en une position de pivotement dans laquelle, du fait du mouvement de pivotement, le métal en fusion (S) s'écoule du panier de coulée (15) dans le moule (5), étant entendu que le mouvement de pivotement se poursuivra jusqu'à une position finale, dans laquelle le moule (5) est rempli de métal en fusion (S), et étant entendu que l'angle ß1, formé, dans chaque cas, entre le plan principal (HE) de la paroi latérale de référence (7) et le niveau du bain (BS) de chaque portion de métal en fusion (S) contenu dans le panier de coulée (15), reste inférieur à 180° jusqu'à ce que la matière en fusion s'écoulant dans le moule (5) atteigne le fond (6) du moule (5).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le fond (18) du panier de coulée (15) est plat sur sa face tournée vers le métal en fusion (S).

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**un plan constitué par le fond du panier de coulée (15) sur la face

intérieure du panier de coulée (15) forme un angle droit avec le fond (6) du moule (5).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la face d'évacuation (16) du panier de coulée (15) tournée vers le moule (5) est ouverte.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'orifice de remplissage (13) du moule (5) s'étend sur la face du couvercle (9) du moule (5) tournée vers le panier de coulée (15).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une cavité (12) est formée dans le couvercle (9) du moule (5) qui, lorsque le moule (5) a terminé son mouvement de rotation, recueille un volume en fusion servant de masselotte (SV).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, sur la face tournée vers le métal en fusion (S) d'une des parois fermées (21) du panier de coulée (15), est formée une surface de butée relevée (23), partant du fond (18) et se dirigeant vers le bord libre supérieur de cette paroi (21), contre laquelle est dirigé le métal en fusion lors de la coulée du métal en fusion dans le panier de coulée (15).

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'angle ß1 est de 120 - 160° lorsque le moule (5) se trouve en position de recevoir la coulée.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** deux ou plusieurs points d'injection (13) débouchent dans le couvercle (9), servant d'orifices de coulée, par lesquels la matière en fusion, lors du mouvement de pivotement en position finale, s'écoule dans la cavité de moule (10) du moule (5).

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, lors du mouvement de pivotement en position finale, le métal en fusion (S) se dirige directement contre le couvercle (9) du moule (5) et afflue dans chaque orifice de coulée (13) situé à cet emplacement.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'angle de pivotement parcouru par le moule (5) et le panier de coulée (15) y étant agencé, depuis la position de coulée jusqu'à la position finale, est de 110 - 160°.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'axe de pivotement (HS) traverse le moule (5) ou est proche du fond (6) de celui-ci

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le métal en fusion (S) est un métal en fusion léger.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la pièce à couler est une culasse ou un carter de moteur pour un moteur à combustion interne.

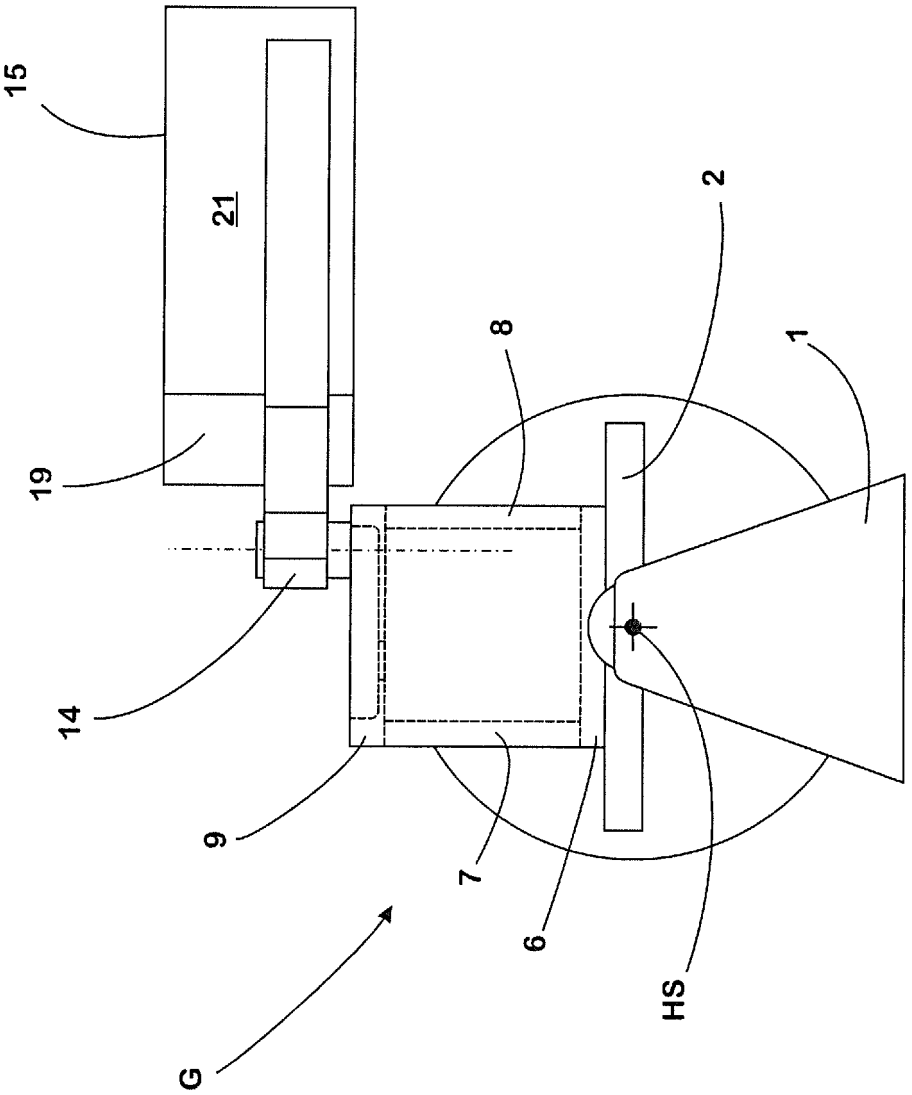


Fig. 1

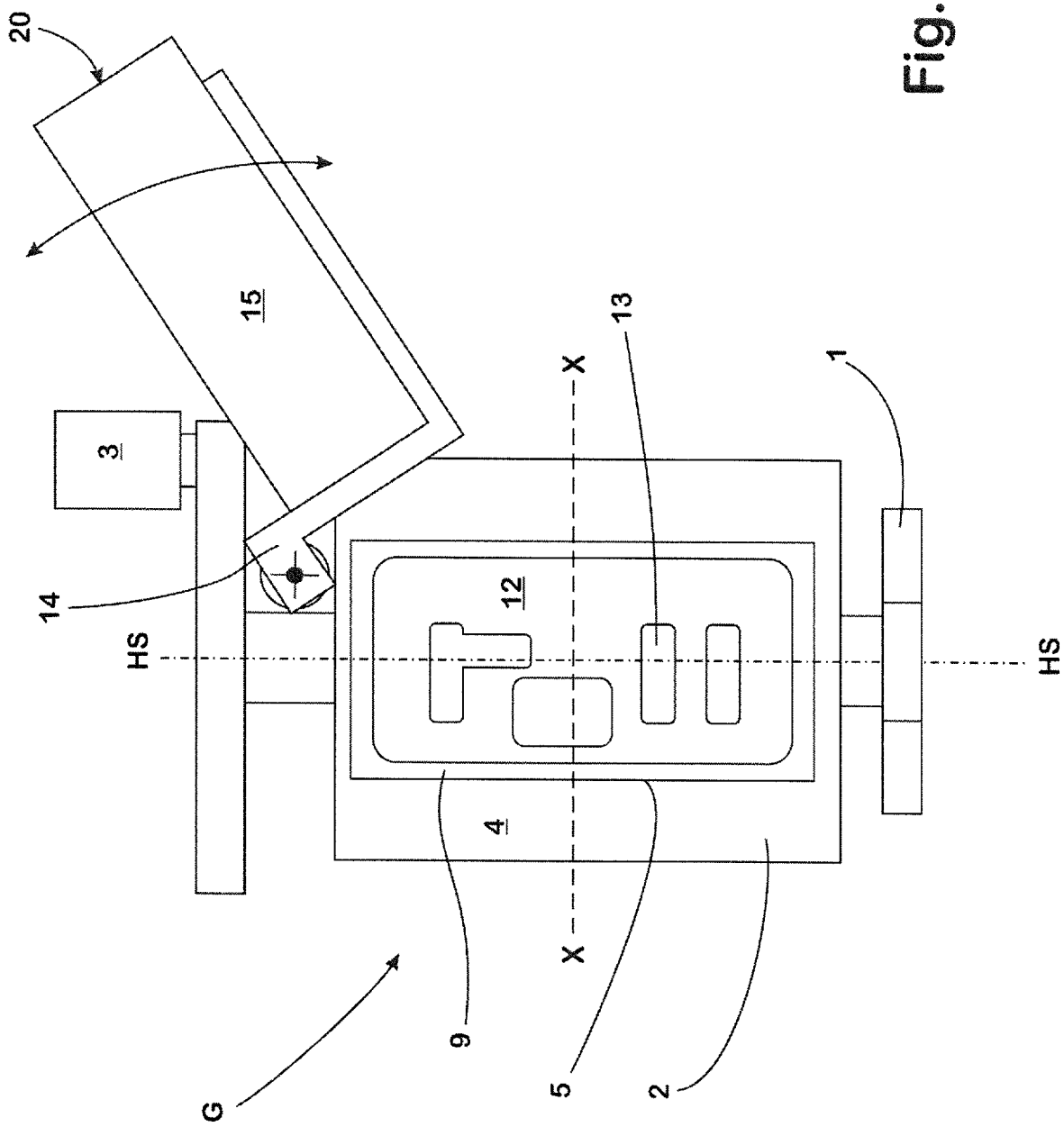


Fig. 2

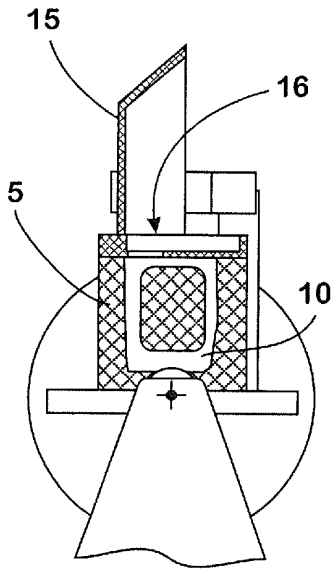


Fig. 3

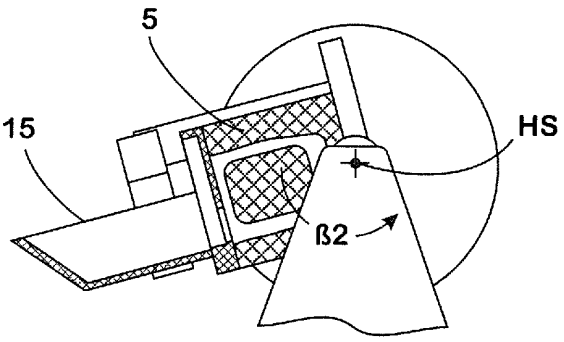


Fig. 4

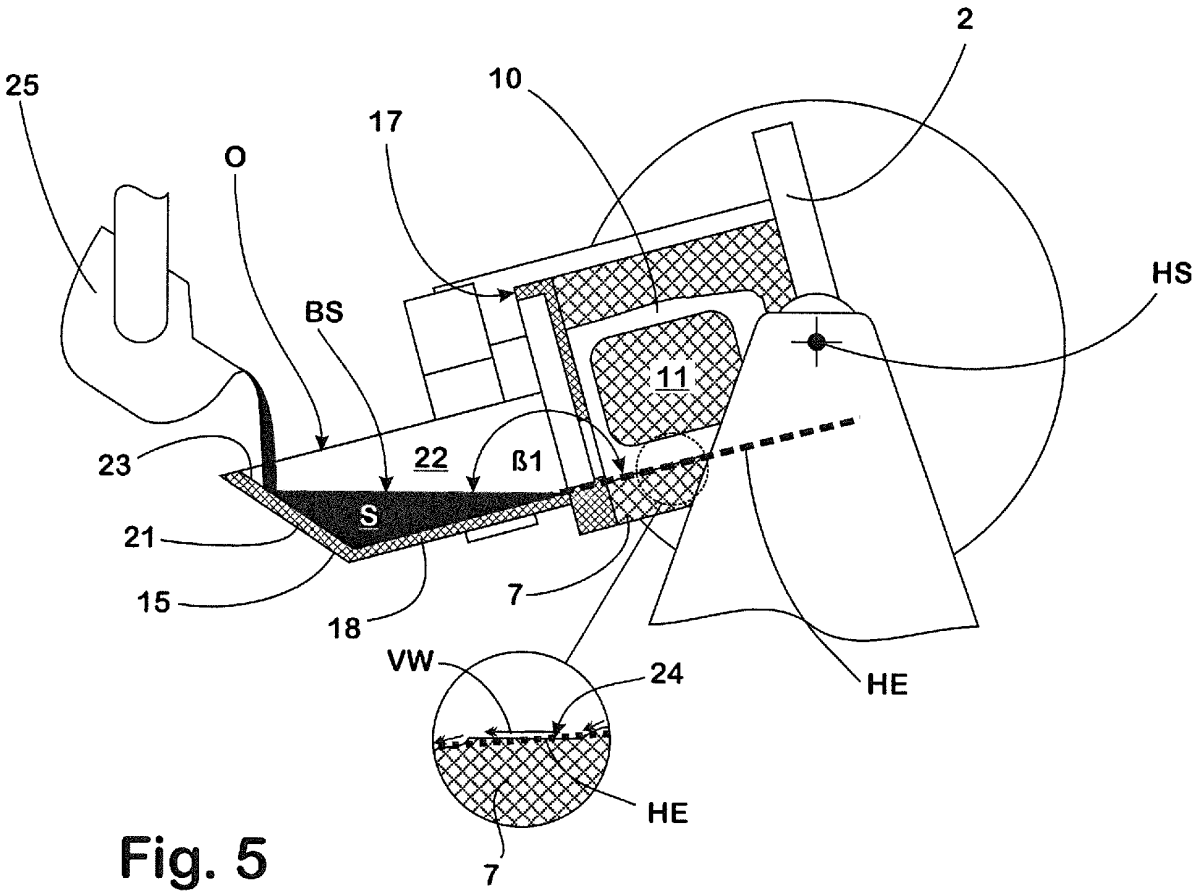


Fig. 5

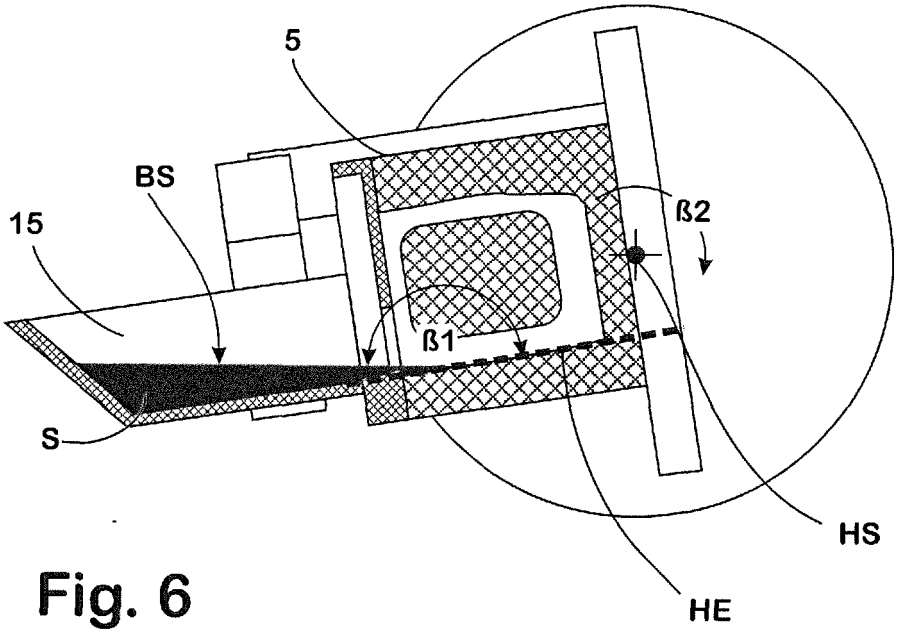


Fig. 6

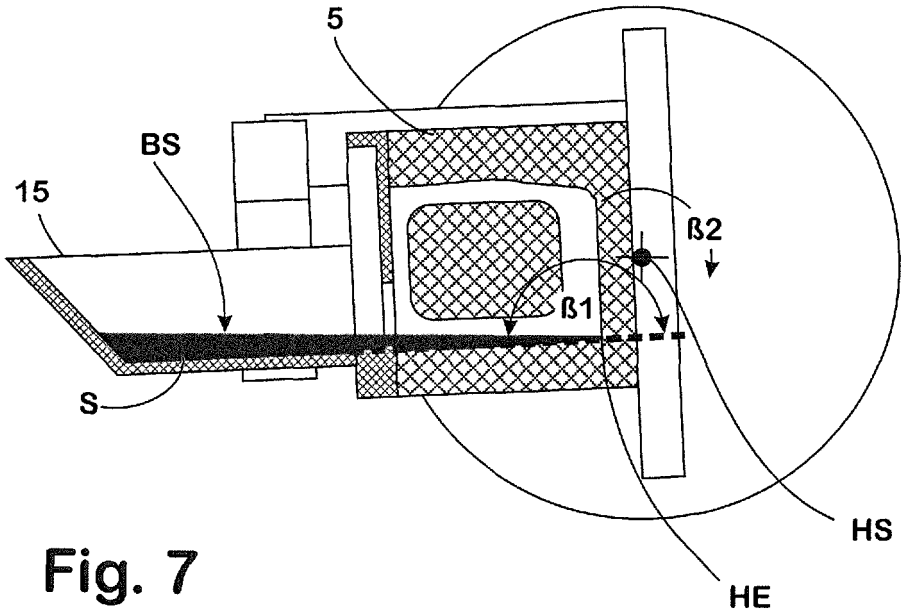


Fig. 7

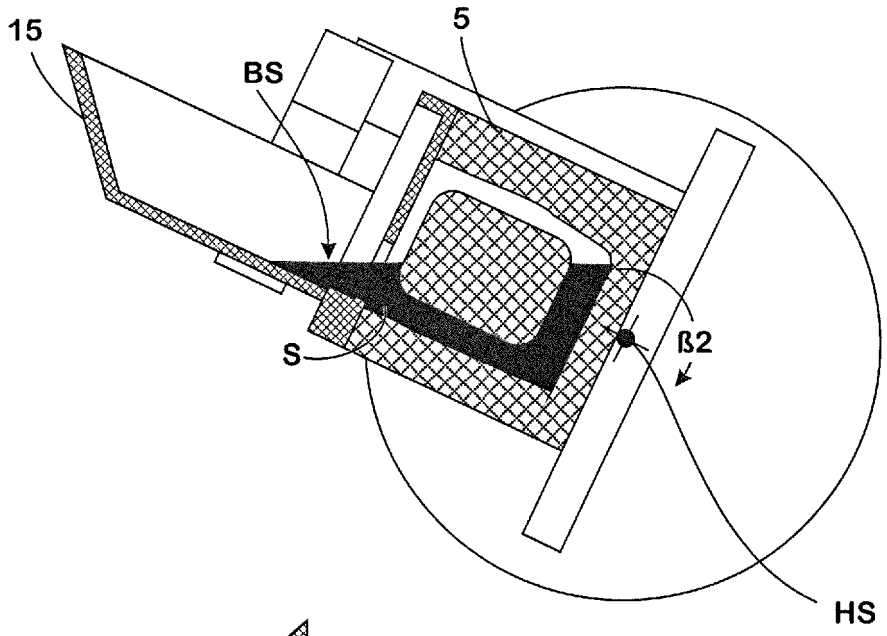


Fig. 8

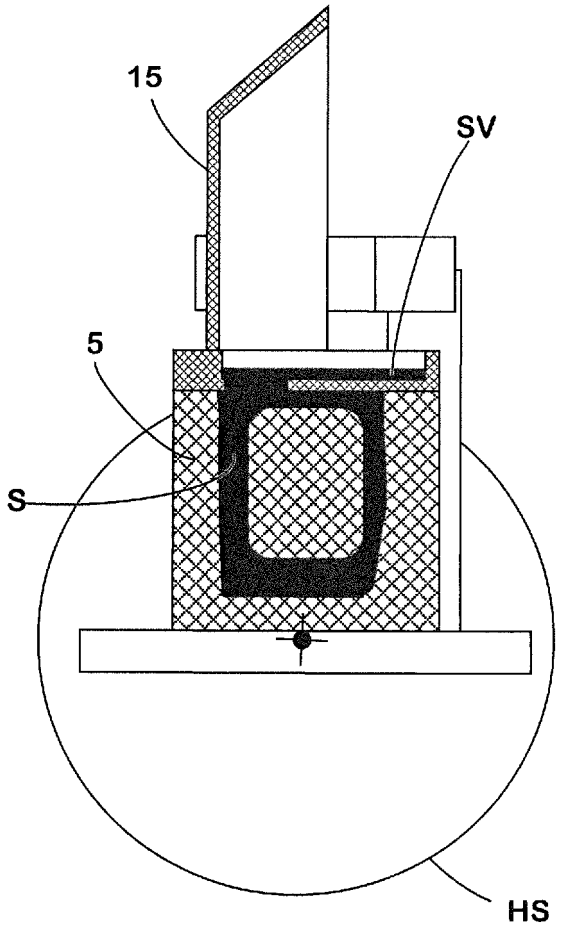


Fig. 9

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 5704413 A **[0002]**
- EP 1155763 A1 **[0007]**
- DE 102004015649 B3 **[0008]**
- DE 102008015856 A1 **[0009]**
- DE 102010022343 A1 **[0010]**