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

(11) **EP 3 492 196 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.06.2019 Patentblatt 2019/23

(51) Int Cl.:
B22D 17/10 *(2006.01)* ***B22D 17/22*** *(2006.01)*
B22D 17/32 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **18205317.3**

(22) Anmeldetag: **09.11.2018**

(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
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **01.12.2017 DE 102017128609**

(71) Anmelder: **Electronics GMBH Vertrieb Elektronischer Geräte**
73765 Neuhausen (DE)

(72) Erfinder: **Gauermann, Jörg**
70794 Filderstadt (DE)

(74) Vertreter: **Hoeger, Stellrecht & Partner Patentanwälte mbB**
Uhlandstrasse 14c
70182 Stuttgart (DE)

(54) **DRUCKGIESSVORRICHTUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine Druckgießvorrichtung (10) zum Erzeugen metallischer Druckgussteile mit einer Druckgießform, die einen Formhohlraum (16) ausbildet, und mit einem Einpresskolben (26) zum Einpressen von schmelzflüssigem metallischem Gießmaterial in den Formhohlraum (16), wobei der Einpresskolben (26) mittels einer elektrischen Antriebseinheit (28), die mindestens einen elektrischen Linearmotor (30, 32) aufweist, in einer über einen Einfüllkanal (20) mit dem Formhohlraum (16) verbundenen Füllkammer (18) linear verschiebbar ist. Um die Druckgießvorrichtung (10) derart weiterzubilden, dass der Einpresskolben (26) mit einfacheren und kostengünstigeren Linearmotoren (30, 32) angetrieben werden kann und dennoch optimale Gießergebnisse erzielt werden können, wird vorgeschlagen, dass der Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals (20) in einem Kanalabschnitt während der Befüllung des Formhohlraums (16) mittels einer Querschnittsänderungseinrichtung (58) veränderbar ist.

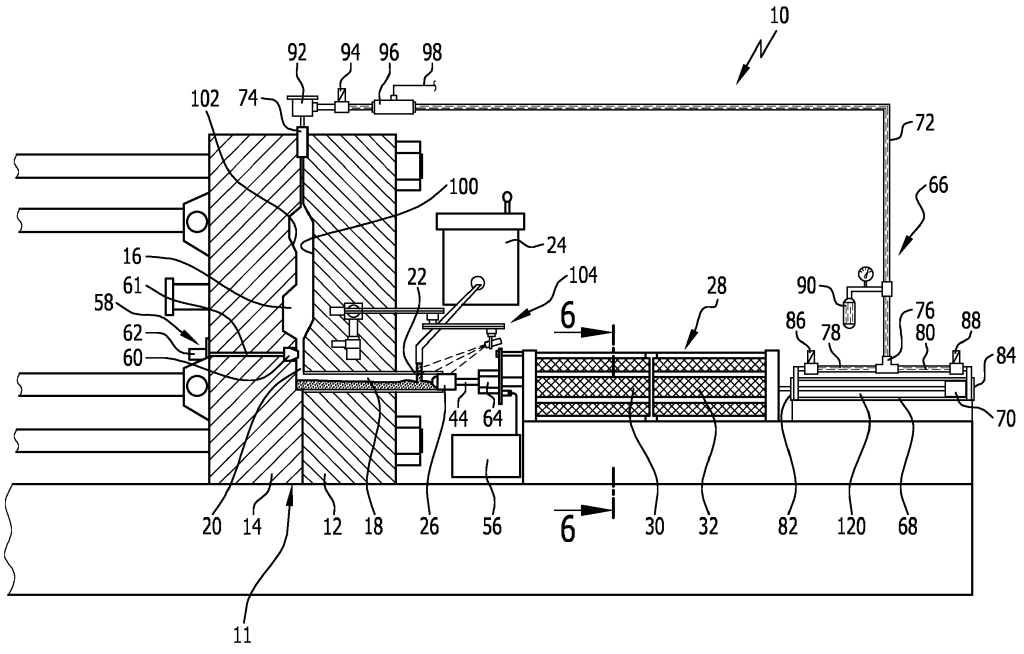

FIG.1

EP 3 492 196 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Druckgießvorrichtung zum Erzeugen metallischer Druckgussteile mit einer Druckgießform, die einen Formhohlraum ausbildet, und mit einem Einpresskolben zum Einpressen von schmelzflüssigem metallischem Gießmaterial in den Formhohlraum, wobei der Einpresskolben mittels einer elektrischen Antriebseinheit, die mindestens einen elektrischen Linearmotor aufweist, in einer über einen Einfüllkanal mit dem Formhohlraum verbundenen Füllkammer linear verschiebbar ist, und mit einer elektrischen Steuereinrichtung zum Steuern der elektrischen Antriebseinheit.

[0002] Derartige Druckgießvorrichtungen werden zur Herstellung metallischer Druckgussteile verwendet, insbesondere zur Herstellung von Druckgussteilen aus einer Aluminium- oder Magnesiumlegierung. Druckgießvorrichtungen der hier in Rede stehenden Art werden auch als Kaltkammer-Druckgießvorrichtungen bezeichnet.

[0003] Zur Herstellung eines Druckgussteiles wird die Füllkammer der Druckgießvorrichtung mit schmelzflüssigem metallischem Gießmaterial befüllt, das in einem Schmelzofen bereitgestellt wird. Anschließend wird das Gießmaterial mit Hilfe eines Einpresskolbens in den Formhohlraum der Druckgießform eingepresst, wobei insbesondere am Ende des Einpressvorganges hohe Drücke auf das Gießmaterial ausgeübt werden, um das Gießmaterial zu verdichten, indem noch flüssiges Gießmaterial in erstarrende und der Erstarrungsschwindung unterliegende Materialbereiche nachgepresst wird.

[0004] Der Antrieb des Einpresskolbens erfolgt üblicherweise hydraulisch, da mittels hydraulischer Antriebe sehr hohe Drücke erzielt werden können. Hydraulische Antriebe haben allerdings den Nachteil, dass die Bewegung des Einpresskolbens beim Einpressen des Gießmaterials nicht sehr exakt geregelt werden kann. Dies erschwert es, optimale Gießergebnisse zu erzielen. Auch die Wiederholgenauigkeit des Einpressvorganges ist häufig nicht befriedigend. Unter anderem ist die Bewegung des hydraulisch angetriebenen Einpresskolbens von der Temperatur des Hydrauliköls abhängig, die nicht vernachlässigbare Schwankungen aufweisen kann. Bekannte Druckgießvorrichtungen mit hydraulischen Antrieben weisen daher häufig eine beträchtliche Ausschussrate auf.

[0005] In der DE 20 2014 000 916 U1 wird vorgeschlagen, den Einpresskolben mit Hilfe eines elektrischen Linearmotors anzutreiben. Dies erlaubt es, die Wiederholgenauigkeit des Einpressvorgangs zu verbessern und die Bewegung des Einpresskolbens genauer zu regeln. Um jedoch die für den Einpressvorgang erforderlichen hohen Drücke bereitstellen zu können, sind häufig sehr aufwändige und teure Linearmotoren erforderlich.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Druckgießvorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass der Einpresskolben mit einfacheren und kostengünstigeren Linearmotoren angetrieben werden kann und dennoch optimale Gießergebnisse erzielt werden können.

[0007] Diese Aufgabe wird bei einer Druckgießvorrichtung der gattungsgemäßen Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals in einem Kanalabschnitt während der Befüllung des Formhohlraums mittels einer Querschnittänderungseinrichtung veränderbar ist.

[0008] In die Erfindung fließt der Gedanke mit ein, dass die Schubkraft, die von der elektrischen Antriebseinheit auf den Einpresskolben ausgeübt werden muss, um den Einpresskolben aus einer anfänglichen Ruhestellung zu beschleunigen, reduziert werden kann, indem der Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals zumindest in einem Kanalabschnitt zunächst möglichst groß gewählt wird. Ein größerer Strömungsquerschnitt hat einen geringeren Strömungswiderstand zu Folge, so dass das Gießmaterial mit geringeren Strömungsverlusten durch den Einfüllkanal gepresst werden kann. Um den Strömungswiderstand vor allem während der anfänglichen Beschleunigungsphase des Einpresskolbens gering zu halten, kann mittels der Querschnittsänderungseinrichtung ein großer Strömungsquerschnitt bereitgestellt werden. Nachdem der Einpresskolben von der Antriebseinheit in Bewegung gesetzt wurde, weist er eine hohe Trägheit auf, die das weitere Einpressen des Gießmaterials erleichtert. Dies erlaubt es, den Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals nach einer anfänglichen Beschleunigungsphase des Einpresskolbens zumindest in einem Kanalabschnitt mittels der Querschnittsänderungseinrichtung in vorgebbarer Weise zu verändern, um das Befüllen des Formhohlraums an die Struktur des Formhohlraums optimal anzupassen. Es hat sich nämlich gezeigt, dass jeder Formhohlraum eine bestimmte "Füllcharakteristik" aufweist, die die pro Zeiteinheit in den Formhohlraum einzupressende Menge an Gießmaterial (Befüllungsrate) beschreibt. Die Füllcharakteristik ist vom Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals abhängig, ein großer Strömungsquerschnitt erlaubt eine große Befüllungsrate und damit das Einpressen einer großen Menge an Gießmaterial innerhalb einer vorgegebenen Zeit, und ein kleiner Strömungsquerschnitt erlaubt eine kleine Befüllungsrate und somit das Einpressen einer kleineren Menge an Gießmaterial innerhalb einer vorgegebenen Zeit. Durch eine Änderung des Strömungsquerschnitts während des Einpressens von Gießmaterial mittels der Querschnittsänderungseinrichtung kann somit nicht nur die zur anfänglichen Beschleunigung des Einpresskolbens erforderliche Schubkraft der Antriebseinheit reduziert werden, so dass konstruktiv einfachere und kostengünstigere Linearmotoren zum Einsatz kommen können, sondern es kann außerdem die Befüllung des Formhohlraums optimal an dessen Struktur angepasst werden, um möglichst gute Gießergebnisse zu erzielen.

[0009] Druckgießmaschinen mit einer Querschnittsänderungseinrichtung, mit deren Hilfe der Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals verändert werden kann, sind

dem Fachmann grundsätzlich bereits aus der WO 2007/107223 A1 bekannt. Bei dieser Druckgießvorrichtung erfolgt der Antrieb des Einpresskolbens mit Hilfe einer aufwändigen hydraulischen Antriebseinheit. Es hat sich nun gezeigt, dass der Einsatz einer Querschnittsänderungseinrichtung bei Verwendung einer elektrischen Antriebseinheit für den Einpresskolben von besonderem Vorteil ist, da dadurch die von der elektrischen Antriebseinheit auf den Einpresskolben auszuübende Kraft verringert werden kann, insbesondere bei der anfänglichen Bewegung des Einpresskolbens aus seiner Ruhestellung. Die Kombination einer elektrischen Antriebseinheit mit mindestens einem Linearmotor für den Einpresskolben und einer Querschnittsänderungseinrichtung für den Einfüllkanal erlaubt es daher, für die elektrische Antriebseinheit kostengünstige Linearmotoren zu verwenden, so dass die Bewegung des Einpresskolbens mit sehr hoher Wiederholgenauigkeit präzise gesteuert werden kann und Druckgussteile hoher Qualität mit geringer Ausschussrate erzeugt werden können.

[0010] Von Vorteil ist es, wenn der mindestens eine Linearmotor der elektrischen Antriebseinheit des Einpresskolbens zumindest ein ortsfestes Primärteil und zumindest ein bewegliches Sekundärteil aufweist, wobei das mindestens eine bewegliche Sekundärteil mit einem oder mit mehreren Primärteilen magnetisch zusammenwirkt und mit dem Einpresskolben mechanisch verbunden ist.

[0011] Das mindestens eine Primärteil kann beispielsweise eine Spulenanordnung ausbilden, die von der Steuereinrichtung in vorgebbarer Weise mit Strom versorgt werden kann zur Erzeugung eines veränderlichen Magnetfeldes, und das mindestens eine bewegliche Sekundärteil kann beispielsweise zumindest einen Permanentmagneten umfassen, der vom veränderlichen Magnetfeld der Spulenanordnung in Bewegung gesetzt werden kann. Derartige Primärteile und Sekundärteile sind dem Fachmann an sich bekannt und bedürfen daher vorliegend keiner näheren Erläuterung.

[0012] Das mindestens eine Sekundärteil ist bevorzugt in der Weise mechanisch mit dem Einpresskolben verbunden, das eine lineare Bewegung des Sekundärteils in eine synchrone lineare Bewegung des Einpresskolbens übertragen wird.

[0013] Von besonderem Vorteil ist es, wenn das mindestens eine Sekundärteil über eine mechanische Schubeinrichtung mit dem Einpresskolben starr verbunden ist. Der Einsatz der mechanischen Schubeinrichtung ermöglicht es, die lineare Bewegung der Sekundärteile auf einfache Weise auf den Einpresskolben zu übertragen, ohne dass konstruktiv aufwändige und störungsanfällige Getriebeelemente erforderlich sind.

[0014] Die mechanische Schubeinrichtung weist bevorzugt eine Schubstange auf, über die das mindestens eine Sekundärteil mit dem Einpresskolben starr verbunden ist.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist der mindestens eine Linearmotor der elektrischen Antriebseinheit des Einpresskolbens mehrere ortsfeste Primärteile und mehrere bewegliche Sekundärteile auf, wobei jedes Sekundärteil zwischen zwei Primärteilen angeordnet und über die Schubeinrichtung mit dem Einpresskolben starr verbunden ist. Bei einer derartigen Ausgestaltung ist jeweils zwischen zwei ortsfesten Primärteilen ein bewegliches Sekundärteil angeordnet, das über die mechanische Schubeinrichtung mit dem Einpresskolben starr verbunden ist.

[0016] Die Primärteile und/oder die Sekundärteile sind bevorzugt identisch ausgestaltet, so dass sie in großer Stückzahl kostengünstig hergestellt werden können.

[0017] Von Vorteil ist es, wenn die elektrische Antriebseinheit des Einpresskolbens mindestens zwei Linearmotoren aufweist, die bezogen auf die Bewegungsrichtung des Einpresskolbens parallel zueinander oder fluchtend zueinander angeordnet sind. Die Anordnung von mindestens zwei Linearmotoren fluchtend zueinander ermöglicht es auf kostengünstige Weise, den Schubweg des Einpresskolbens zu verlängern. Die Anordnung von mindestens zwei Linearmotoren parallel zueinander erlaubt es, die von der elektrischen Antriebseinheit auf den Einpresskolben ausgeübte Kraft auf kostengünstige Weise zu erhöhen.

[0018] Zur Ausgestaltung der Querschnittsänderungseinrichtung, mit deren Hilfe der Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals zumindest in einem Kanalabschnitt verändert werden kann, wurden bisher keine näheren Angaben gemacht. Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die Querschnittsänderungseinrichtung ein in den Einfüllkanal eintauchendes Stellorgan auf, das mittels eines elektrischen Antriebsorgans linear bewegbar ist, wobei das elektrische Antriebsorgan in Abhängigkeit von der Position, der Geschwindigkeit und/oder der Beschleunigung des Einpresskolbens steuerbar und mit der Steuereinrichtung signalleitend verbunden ist. Mit Hilfe des Stellorgans kann auf konstruktiv einfache Weise der Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals in einem Kanalabschnitt in vorgebbarer Weise verändert werden. Hierzu kann das Stellorgan mittels des elektrischen Antriebsorgans mit sehr hoher Wiederholgenauigkeit präzise bewegt werden. Die Bewegung des Stellorgans und damit auch die Änderung des Strömungsquerschnitts des Einfüllkanals erfolgt insbesondere in Abhängigkeit von der Position, der Geschwindigkeit und/oder der Beschleunigung des Einpresskolbens. Wie eingangs erwähnt, kann beispielsweise vorgesehen sein, dass zu Beginn des Befüllvorgangs der Einpresskolben aus einer Ruhestellung in Richtung des Einfüllkanals beschleunigt wird. Das Einnehmen der Ruhestellung sowie die anfängliche Beschleunigung des Einpresskolbens kann mit Hilfe eines Sensors erfasst werden, der der Steuereinrichtung ein entsprechendes Sensorsignal bereitstellt. Die Steuereinrichtung steuert das Antriebsorgan derart, dass das Stellorgan zunächst eine zurückgezogene Position einnimmt, so dass es den Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals praktisch nicht beeinträchtigt und schmelzflüssiges Gießmaterial mit ver-

hältnismäßig geringer Kraft in den Formhohlraum gepresst werden kann. Während des weiteren Befüllvorgangs bewegt sich der Einpresskolben innerhalb der Füllkammer in Richtung auf den Einfüllkanal und das Stellorgan kann mittels des steuerbaren Antriebsorgans zu einer Bewegung veranlasst werden, die eine Änderung des Strömungsquerschnitts des Einfüllkanals zur Folge hat, um den Formhohlraum in optimaler Weise zu befüllen. Unter der Wirkung des in den Formhohlraum eintretenden Gießmaterials kann der Einpresskolben abrupten Geschwindigkeitsänderungen unterliegen, die sensorisch erfasst werden können und die die Steuereinrichtung zu einer Positionsänderung des Stellorgans veranlassen können, wobei entsprechende Positionsänderungen mittels des elektrischen Antriebsorgans präzise vorgenommen werden können.

[0019] Günstigerweise umfasst das elektrische Antriebsorgan mindestens einen elektrischen Linearmotor, der zumindest ein ortsfestes Primärteil und mindestens ein mechanisch mit dem Stellorgan starr verbundenes bewegliches Sekundärteil aufweist. Bevorzugt ist das mindestens eine Sekundärteil über eine Schubstange mit dem Stellorgan verbunden.

[0020] Die Druckgießform der erfindungsgemäßen Druckgießvorrichtung weist bevorzugt eine erste Formhälfte und eine zweite Formhälfte auf, die zwischen sich den Formhohlraum ausbilden, wobei mindestens eine Formhälfte zwischen einer den Formhohlraum schließenden Schließstellung und einer den Formhohlraum freigebenden Offenstellung hin und her bewegbar ist.

[0021] Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist die Druckgießvorrichtung eine Temperaturerfassungseinrichtung auf, wobei mittels der Temperaturerfassungseinrichtung in der Offenstellung der mindestens einen Formhälfte die Temperatur der den Formhohlraum definierenden Oberflächen der beiden Formhälften an mehreren im Abstand zueinander angeordneten, programmtechnisch vorgebbaren Messpunkten jeweils gesondert erfassbar ist, und wobei die Temperaturerfassungseinrichtung mit der Steuereinheit signalleitend verbunden ist. Mit Hilfe der Temperaturerfassungseinrichtung kann die Temperatur der den Formhohlraum definierenden Oberflächen der beiden Formhälften an einer Vielzahl von Messpunkten, deren Lage programmtechnisch vorgebbar ist, erfasst werden. Die gemessenen Oberflächentemperaturen der Messpunkte können für eine Fehlerdiagnose gespeichert werden. Außerdem ermöglichen die gemessenen Oberflächentemperaturen auch eine präzise Steuerung einer Heiz- und Kühleinrichtung der Druckgießvorrichtung, mit deren Hilfe die Temperatur der Formhälften geregelt werden kann. Die Temperatur der Messpunkte wird erfasst, wenn zumindest eine Formhälfte ihre Offenstellung einnimmt. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass nach jedem Abschluss eines Gießprozesses, das heißt nach dem Auswerfen des Druckgussteils aus dem Formhohlraum, die Oberflächen der beiden Formhälften an programmtechnisch vorgebbaren Messpunkten erfasst werden. Insbesondere kann die Temperatur an Vertiefungen und/oder an Erhebungen der den Formhohlraum begrenzenden Oberflächen der beiden Formhälften erfasst werden.

[0022] Von Vorteil ist es, wenn die Oberflächentemperatur der Formhälften mittels der Temperaturerfassungseinrichtung berührungslos erfassbar ist.

[0023] Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die Temperaturerfassungseinrichtung zumindest einen Infrarotsensor auf.

[0024] Günstig ist es, wenn vor dem Einpressen oder während des Einpressens von Gießmaterial in den Formhohlraum die Temperatur des Einpresskolbens mittels der Temperaturerfassungseinrichtung erfassbar ist. Bei einer derartigen Ausgestaltung kann mittels der Temperaturerfassungseinrichtung nicht nur die Temperatur einer Vielzahl von programmtechnisch vorgebbaren Messpunkte der den Formhohlraum definierenden Oberflächen der beiden Formhälften erfasst werden, sondern mittels derselben Temperaturerfassungseinrichtung kann insbesondere zu Beginn eines Gießprozesses die Temperatur des Einpresskolbens vorzugsweise berührungslos erfasst werden. Die Erfassung der Temperatur des Einpresskolbens kann der Überwachung der Gießprozesse dienen und erleichtert die Fehlerdiagnose.

[0025] Alternativ oder ergänzend kann vorgesehen sein, dass vor oder während des Einbringens von Gießmaterial in die Füllkammer die Temperatur des Gießmaterials mittels der Temperaturerfassungseinrichtung erfassbar ist. Wie bereits erwähnt, wird die Füllkammer mit schmelzflüssigem metallischem Gießmaterial befüllt, das anschließend mittels des Einpresskolbens in den Formhohlraum gepresst wird. Günstig ist es, wenn vor oder während des Einbringens des Gießmaterials in die Füllkammer die Temperatur des Gießmaterials mittels der Temperaturerfassungseinrichtung erfasst wird. Auch dies dient der Überwachung der Gießprozesse und erleichtert eine Fehlerdiagnose.

[0026] Die Temperaturerfassungseinrichtung weist bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung einen Messkopf auf, der an einer Positioniereinrichtung gehalten und mittels der Positioniereinrichtung in mindestens eine Messstellung bewegbar ist. Mittels der Positioniereinrichtung kann der Messkopf beispielsweise zwischen den beiden Formhälften positioniert werden, wenn zumindest eine Formhälfte ihre Offenstellung und damit einen Abstand zur anderen Formhälfte einnimmt. Nach Erfassung der Temperatur der programmtechnisch vorgegebenen Messpunkte der den Formhohlraum definierenden Oberflächen der Formhälften kann der Messkopf mittels der Positioniereinrichtung aus dem Bereich zwischen den beiden Formhälften herausbewegt werden, um anschließend beispielsweise eine Ruhestellung oder auch eine weitere Messstellung einzunehmen.

[0027] Von besonderem Vorteil ist es, wenn der Messkopf an der Positioniereinrichtung drehbar gelagert ist. Dies erlaubt es, den Messkopf relativ zur Positioniereinrichtung

richtung zu verdrehen, um dadurch die Temperatur einer Vielzahl von prorammtechnisch vorgegebenen Messpunkten zu erfassen.

[0028] Günstigerweise ist der Messkopf an der Positioniereinrichtung um zwei senkrecht zueinander ausgerichtete Drehachsen drehbar gelagert. Dies erlaubt es auf konstruktiv einfache Weise, die Ausrichtung des Messkopfes relativ zur Positioniereinrichtung sowohl in einer Horizontalebene als auch in einer Vertikalebene zu verändern, um die Temperatur verschiedener Messpunkte erfassen zu können.

[0029] Bei einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist die Druckgießvorrichtung eine Absaugeinrichtung auf zum Absaugen von Gas aus dem Formhohlraum, wobei die Absaugeinrichtung mit dem Einpresskolben gekoppelt ist zum Absaugen des Formhohlraums in Abhängigkeit von der Bewegung des Einpresskolbens. Die Absaugeinrichtung erlaubt es, den Formhohlraum vor und/oder während des Befüllens mit Unterdruck zu beaufschlagen. Dies erleichtert es, das Gießmaterial in den Formhohlraum einzupressen, da das Gießmaterial unter der Wirkung des im Formhohlraum herrschenden Unterdrucks in den Formhohlraum eingesaugt wird. In Kombination mit dem Einsatz der bereits erwähnten Querschnittsänderungseinrichtung hat sich der Einsatz der Absaugeinrichtung als besonders vorteilhaft erwiesen bei Antrieb des Einpresskolbens mittels der elektrischen Antriebseinheit.

[0030] Die Absaugeinrichtung ist günstigerweise mechanisch mit dem Einpresskolben gekoppelt.

[0031] Es kann vorgesehen sein, dass die Absaugeinrichtung einen Absaugkolben aufweist, der in einem Absaugzylinder linear verschiebbar gehalten und mechanisch mit dem Einpresskolben gekoppelt ist, wobei der Absaugzylinder über eine Absaugleitung mit dem Formhohlraum verbunden ist. Eine Bewegung des Einpresskolbens wird bei einer derartigen Ausgestaltung mechanisch auf den Absaugkolben übertragen, der innerhalb des Absaugzylinders eine Bewegung ausführt, die der Bewegung des Einpresskolbens in der Füllkammer entspricht. Dadurch kann der Formhohlraum auf konstruktiv einfache Weise in Abhängigkeit von der Bewegung des Einpresskolbens mit Unterdruck beaufschlagt werden.

[0032] Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die Druckgießvorrichtung einen signalleitend mit der Steuereinrichtung verbundenen Bewegungssensor auf, wobei mittels des Bewegungssensors die Bewegung des Einpresskolbens erfassbar ist. Der Bewegungssensor erlaubt eine Überwachung der Gießprozesse und erleichtert die Fehlerdiagnose. Darüber hinaus kann das Ausgangssignal des Bewegungssensors in die voranstehend erläuterte Steuerung des Antriebsorgans der Querschnittsänderungseinrichtung einfließen.

[0033] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist mittels des Bewegungssensors die Beschleunigung des Einpresskolbens erfassbar.

[0034] Alternativ oder ergänzend sind mittels des Bewegungssensors die Position des Einpresskolbens und/oder die Geschwindigkeit des Einpresskolbens erfassbar.

[0035] Die nachfolgende Beschreibung einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung. Es zeigen:

Figur 1: eine schematische Darstellung einer Druckgießvorrichtung während des Einbringens von Gießmaterial in eine Füllkammer;

Figur 2: eine schematische Darstellung der Druckgießvorrichtung aus Figur 1 während des Einpressens des Gießmaterials in einen Formhohlraum;

Figur 3: eine schematische Darstellung der Druckgießvorrichtung aus Figur 1 am Ende des Einpressvorgangs;

Figur 4: eine schematische Darstellung der Druckgießvorrichtung aus Figur 1 während der Erfassung der Temperatur der den Formhohlraum definierenden Oberflächen von zwei Formhälften an vorgegebenen Messpunkten;

Figur 5: eine schematische Darstellung der Druckgießvorrichtung aus Figur 1, wobei der Einpresskolben in seine Anfangsstellung zurückgefahren wird;

Figur 6: eine Schnittansicht einer elektrischen Antriebseinheit der Druckgießvorrichtung längs der Linie 6-6 in Figur 1.

[0036] In der Zeichnung ist eine vorteilhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Druckgießvorrichtung schematisch dargestellt und insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 belegt. Die Druckgießvorrichtung 10 weist eine Druckgießform 11 auf mit einer ersten, feststehenden Formhälfte 12 und einer zweiten, beweglichen Formhälfte 14, die zwischen sich einen Formhohlraum 16 ausbilden, der die Form eines zu gießenden Druckgussteils aufweist. Die beiden Formhälften 12, 14 wirken in üblicher Weise mit einer an sich bekannten und deshalb in der Zeichnung zur Erzielung einer besseren Übersicht nicht dargestellten Formschließeinheit zusammen. Die Formschließeinheit weist eine feststehende und eine bewegliche Aufspannplatte auf, an denen die beiden Formhälften 12, 14 in bekannter Weise gehalten sind. Mittels der Formschließeinheit kann auf die beiden Formhälften 12, 14 eine vorgegebene Schließkraft ausgeübt werden. Zum Entnehmen eines fertigen Druckgussteiles kann die bewegliche Formhälfte 14 mittels der Formschließeinheit aus einer in den Figuren 1, 2, 3 und

5 dargestellten Schließstellung in eine in Figur 4 dargestellte Offenstellung bewegt werden.

[0037] Schmelzflüssiges metallisches Gießmaterial kann in den Formhohlraum 16 eingepresst werden. Hierzu weist die Druckgießvorrichtung 10 eine Füllkammer 18 auf, die mit dem flüssigen Gießmaterial befüllt werden kann und die über einen Einfüllkanal 20 mit dem Formhohlraum 16 verbunden ist. Die Befüllung der Füllkammer 18 mit flüssigem Gießmaterial erfolgt über eine Einfüllöffnung 22 der Füllkammer 18, wobei das schmelzflüssige Gießmaterial in einem Schmelzofen 24 bereitgestellt wird. Mit Hilfe einer an sich bekannten und deshalb zur Erzielung einer besseren Übersicht in der Zeichnung ebenfalls nicht dargestellten steuerbaren Heiz- und Kühleinrichtung der Druckgießvorrichtung 10 können die beiden Formhälften 12, 14 auf eine vorgegebene Temperatur erwärmt werden.

[0038] In der Füllkammer 18 ist ein Einpresskolben 26 verschiebbar gelagert, mit dessen Hilfe das schmelzflüssige Gießmaterial in den Formhohlraum 16 eingepresst werden kann.

[0039] Zum Antrieb des Einpresskolbens 26 weist die Druckgießvorrichtung 10 eine elektrische Antriebseinheit 28 auf. Die elektrische Antriebseinheit 28 umfasst einen ersten Linearmotor 30 und einen zweiten Linearmotor 32. Die beiden Linearmotoren 30, 32 sind bezogen auf die Bewegungsrichtung des Einpresskolbens 26 fluchtend zueinander angeordnet. Die beiden Linearmotoren 30, 32 sind identisch ausgebildet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel weisen die beiden Linearmotoren 30, 32 jeweils vier identisch ausgestaltete bewegliche Sekundärteile 34, 36, 38, 40 auf, die jeweils Permanentmagnete umfassen und starr mit einer mechanischen Schubeinrichtung 42 verbunden sind, die eine Schubstange 44 aufweist. Dies wird insbesondere aus Figur 6 deutlich. Über die Schubstange 44 sind die Sekundärteile 34, 36, 38, 40 starr mit dem Einpresskolben 26 verbunden, so dass eine Linearbewegung der Sekundärteile eine dazu synchrone Linearbewegung des Einpresskolbens 26 zur Folge hat.

[0040] Die Sekundärteile 34, 36, 38, 40 sind in Umfangsrichtung der Schubstange 44 gleichmäßig verteilt angeordnet und jeweils zwischen einem ersten Primärteil 46 und einem zweiten Primärteil 48 positioniert, die jeweils eine Spulenanordnung ausbilden. Insgesamt weisen die beiden Linearmotoren 30, 32 vier Sekundärteile und acht Primärteile auf. Derartige Primär- und Sekundärteile sind dem Fachmann an sich bekannt und bedürfen daher vorliegend keiner näheren Erläuterung.

[0041] Alternativ zum Einsatz von vier über den Umfang der Schubstange 44 gleichmäßig verteilt angeordneten Sekundärteilen können die Linearmotoren 30 und 32 auch eine größere oder eine kleinere Anzahl von Sekundärteilen aufweisen, die bevorzugt jeweils zwischen zwei Primärteilen positioniert sind. So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die beiden Linearmotoren 30, 32 jeweils nur zwei Sekundärteile aufweisen, die in einem Winkel von 180° zueinander ausgerichtet sind.

[0042] Zur Führung der Sekundärteile 34, 36, 38, 40 weisen die beiden Linearmotoren 30, 32 jeweils einen Führungsschlitten 50 auf, der an parallel zueinander ausgerichteten Führungsschienen 52, 54 linear verfahrbar gehalten ist.

[0043] Die Steuerung der Linearmotoren 30, 32 erfolgt mittels einer elektrischen Steuereinrichtung 56 der Druckgießvorrichtung 10. Die elektrische Steuereinrichtung 56 ist über in der Zeichnung zur Erzielung einer besseren Übersicht nicht dargestellte elektrische Leitungen mit den Linearmotoren 30, 32 verbunden.

[0044] Der Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals 20 kann in einem Kanalabschnitt mit Hilfe einer Querschnittsänderungseinrichtung 58 in vorgebbarer Weise verändert werden. Die Querschnittsänderungseinrichtung 58 weist ein Stellorgan auf, das im dargestellten Ausführungsbeispiel als Stellkolben 60 ausgestaltet it. Der Stellkolben 60 ist über eine Kolbenstange 61 starr mit einem elektrischen Antriebsorgan 62 verbunden ist. Das elektrische Antriebsorgan 62 weist ebenfalls einen Linearmotor mit mindestens einem ortsfesten Primärteil und mindestens einem beweglichen Sekundärteil auf, wobei das mindestens eine Sekundärteil über die Kolbenstange 61 mit dem Stellkolben 60 verbunden ist. Die Steuerung des elektrischen Antriebsorgans 62 erfolgt mit Hilfe der elektrischen Steuereinrichtung 56 in Abhängigkeit von der Position, der Geschwindigkeit und/oder der Beschleunigung des Einpresskolbens 26. Zur Erfassung der Bewegung des Einpresskolbens 26 weist die Druckgießvorrichtung 10 einen Bewegungssensor 64 auf, der der elektrischen Steuereinrichtung 56 ein von der Bewegung des Einpresskolbens 26 abhängiges Sensorsignal bereitstellt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Bewegungssensor 64 als Beschleunigungssensor ausgebildet, der die Beschleunigung der starr mit dem Einpresskolben 26 verbundenen Schubstange 44 erfasst.

[0045] Zum Absaugen des Formhohlraums 16 weist die Druckgießvorrichtung 10 eine Absaugeinrichtung 66 auf, die mit dem Einpresskolben 26 gekoppelt ist. Dies erlaubt es, den Formhohlraum 16 in Abhängigkeit von der Bewegung des Einpresskolbens 26 abzusaugen. Die Absaugeinrichtung 66 weist einen Absaugzylinder 68 auf, der an der dem Einpresskolben 26 abgewandten Rückseite der elektrischen Antriebseinheit 28 angeordnet ist. Im Absaugzylinder 68 ist ein Absaugkolben 70 verschiebbar gelagert. Die Schubstange 44 erstreckt sich vom Einpresskolben 26 durch die beiden Linearmotoren 30, 32 hindurch und taucht in den Absaugzylinder 68 hinein, wobei sie an ihrem dem Einpresskolben 26 abgewandten Ende den Absaugkolben 70 trägt. Eine Bewegung des Einpresskolbens 26 wird somit über die Schubstange 44 auf den Absaugkolben 70 übertragen.

[0046] Der Absaugzylinder 68 steht über eine Absaugleitung 72 mit einem Auslass 74 des Formhohlraums 16 in Strömungsverbindung, wobei sich die Absaugleitung 72 an ihrem dem Absaugzylinder 68 zugewandten Ende über ein T-Stück 76 in eine erste Zweigleitung 78 und eine zweite Zweigleitung 80 verzweigt. Die erste Zwei-

gleitung 78 mündet an einem der elektrischen Antriebseinheit 28 zugewandten vorderen Zylinderende 82 in den Absaugzylinder 68, und die zweite Zweigleitung 80 mündet an einem der elektrischen Antriebseinheit 28 abgewandten hinteren Zylinderende 84 in den Absaugzylinder 68. In die erste Zweigleitung 78 ist ein erstes Wegeventil 86 geschaltet, und in die zweite Zweigleitung 80 ist ein zweites Wegeventil 88 geschaltet. Die beiden Wegeventile 86, 88 sind als Elektromagnetventile ausgestaltet und stehen über in der Zeichnung nicht dargestellte Steuerleitungen mit der elektrischen Steuereinrichtung 56 in Verbindung. Die Wegeventile 86, 88 können jeweils zwei Schaltstellungen einnehmen. In einer ersten Schaltstellung geben die Wegeventile 86, 88 jeweils einen Strömungsweg vom Absaugzylinder 68 zur Absaugleitung 72 frei und sperren gleichzeitig einen Strömungsweg vom Absaugzylinder 68 zur Atmosphäre (Umgebung), und in einer zweiten Schaltstellung geben die Wegeventile 86, 88 jeweils einen Strömungsweg vom Absaugzylinder zur Atmosphäre (Umgebung) frei und sperren gleichzeitig den Strömungsweg vom Absaugzylinder 68 zum Absaugleitung 72.

[0047] An die Absaugleitung 72 ist dem T-Stück 76 benachbart ein Druckspeicher 90 angeschlossen. Dem Auslass 74 benachbart sind in die Absaugleitung 72 ein Filter 92, ein Absperrventil 94 und eine Luftmengenmesseinheit 96 geschaltet. Das Absperrventil 94 ist ebenfalls als Elektromagnetventil ausgebildet und steht über eine in der Zeichnung nicht dargestellte Steuerleitung mit der elektrischen Steuereinrichtung 56 in Verbindung.

[0048] Die Luftmengenmesseinheit 96 ermöglicht es, die aus dem Formhohlraum 16 abgesaugte Luftmenge zu messen. Über eine in der Zeichnung nur teilweise dargestellte Messleitung 98 steht die Luftmengenmesseinheit 96 mit der elektrischen Steuereinrichtung 56 in elektrischer Verbindung. Über die Luftmengenmesseinheit 96 kann ein der abgesaugten Luftmenge entsprechendes Messsignal an die elektrische Steuereinrichtung 56 übertragen werden.

[0049] Die beiden Formhälften 12, 14 weisen einander zugewandte Oberflächen 100, 102 auf, die den Formhohlraum 16 definieren. Mit Hilfe einer Temperaturerfassungseinrichtung 104 der Druckgießvorrichtung 10 kann an einer Vielzahl von programmtechnisch vorgebbaren Messpunkten, die im Abstand zueinander angeordnet sind, die Temperatur der Oberflächen 100, 102 der beiden Formhälften 12, 14 erfasst werden, wenn die zweite Formhälfte 14 ihre in Figur 4 dargestellte Offenstellung einnimmt. Zu diesem Zweck weist die Temperaturerfassungseinrichtung 104 einen Messkopf 106 auf mit einem Infrarotsensor 108. Der Messkopf 106 ist an einer Positioniereinrichtung 110 der Temperaturerfassungseinrichtung 104 um eine vertikale Drehachse 112 und um eine horizontale Drehachse 114 drehbar gehalten. Dies erlaubt es, den Infrarotsensor 108 auf programmtechnisch vorgegebene Messpunkte auszurichten, um deren Temperatur berührungslos zu erfassen.

[0050] Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist die Positioniereinrichtung 110 einen ersten Schwenkarm 116 auf, der an der ersten Formhälfte 12 drehbar gelagert ist, und einen zweiten Schwenkarm 118, der an den ersten Schwenkarm 116 angelenkt ist und an seinem freien Ende den Messkopf 106 trägt.

[0051] Mit Hilfe der Temperaturerfassungseinrichtung 104 kann nicht nur die Oberflächentemperatur einer Vielzahl von Messpunkten der beiden Formhälfen 12, 14 berührungslos erfasst werden, sondern es kann auch die Temperatur des Gießmaterials erfasst werden, das über die Einfüllöffnung 22 in die Füllkammer 18 eingebracht wird. Außerdem kann mit Hilfe der Temperaturerfassungseinrichtung 104 die Temperatur des Einpresskolbens 26 erfasst werden, wenn der Einpresskolben 26 seine in Figur 1 dargestellte zurückgezogene Ruhestellung einnimmt. Zu diesem Zweck kann der Messkopf 106 mittels der Positioniereinrichtung 110 in jeweils geeignete Messstellungen bewegt werden. Über eine in der Zeichnung nicht dargestellte Messleitung ist der Infrarotsensor 108 der Temperaturerfassungseinrichtung 104 mit der elektrischen Steuereinrichtung 56 verbunden.

[0052] Zu Beginn eines Gießvorgangs nimmt der Einpresskolben 26 seine in Figur 1 dargestellte zurückgezogene Ruhestellung ein und schmelzflüssiges metallisches Gießmaterial wird über die Einfüllöffnung 22 in die Füllkammer 18 eingebracht, wobei mittels der Temperaturerfassungseinrichtung 104 sowohl die Temperatur des Gießmaterials als auch die Temperatur des Einpresskolbens 26 erfasst wird. Das Absperrventil 94 ist zu diesem Zeitpunkt geschlossen. Das erste Wegeventil 86 nimmt seine zweite Schaltstellung ein, so dass der zwischen dem Absaugkolben 70 und dem vorderen Zylinderende 82 angeordnete vordere Zylinderraum 120 des Absaugzylinders 68 mit der Außenumgebung in Strömungsverbindung steht. Das zweite Wegeventil 88 nimmt seine erste Schaltstellung ein, so dass der zwischen dem Absaugkolben 70 und dem hinteren Zylinderende 84 angeordnete hintere Zylinderraum 122 des Absaugzylinders 68 mit der Absaugleitung 72 in Strömungsverbindung steht.

[0053] Der Einpresskolben 26 wird anschließend mittels der elektrischen Antriebseinheit 28 innerhalb der Füllkammer 18 in Richtung auf den Einfüllkanal 20 verschoben, so dass das in der Füllkammer 18 befindliche Gießmaterial über den Einfüllkanal 20 in den Formhohlraum 16 gepresst wird. Dies wird aus Figur 2 deutlich. Das Absperrventil 94 ist in dieser Phase des Gießvorgangs geöffnet. Die Bewegung des Einpresskolbens 26 wird über die Schubstange 44 auf den Absaugkolben 70 übertragen, so dass dieser ausgehend von einer dem hinteren Zylinderende 84 benachbarten Stellung in Richtung auf das vordere Zylinderende 82 bewegt wird. Dies hat zur Folge, dass sich das Volumen des hinteren Zylinderraums 122 vergrößert und dadurch der Formhohlraum 16 über die Absaugleitung 72 abgesaugt wird. Gleichzeitig verringert sich das Volumen des vorderen Zylinderraums und Luft wird über das erste Wegeventil 86 an die Außenumgebung abgegeben. Die Bewegung

des Einpresskolbens 26 hat somit nicht nur zur Folge, dass schmelzflüssiges Gießmaterial in den Formhohlraum 16 eingepresst wird, sondern dass gleichzeitig der Formhohlraum 16 abgesaugt wird. Dies erleichtert das Einpressen des Gießmaterials mit Hilfe der elektrischen Antriebseinheit 28.

[0054] Das Einpressen des schmelzflüssigen Gießmaterials in den Formhohlraum 16 wird darüber hinaus dadurch erleichtert, dass zu Beginn des Einpressvorgangs der Stellkolben 60 der Querschnittsänderungseinrichtung 58 eine in Figur 1 dargestellte zurückgezogene Stellung einnimmt, so dass der Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals 20 einen maximalen Wert annimmt und dadurch der Einfüllkanal 20 einen möglichst geringen Strömungswiderstand auf das schmelzflüssige Gießmaterial ausübt. Der Einsatz der Absaugeinrichtung 66 und der Querschnittsänderungseinrichtung 58 ermöglicht es, den Einpresskolben 26 ausgehend von seiner in Figur 1 dargestellten Ruhestellung durch Kraftbeaufschlagung mittels der elektrischen Antriebseinheit 28 in vorgebbarer Weise zu beschleunigen.

[0055] Während des weiteren Einpressvorganges wird der Stellkolben 60 der Querschnittsänderungseinrichtung 58 mittels des elektrischen Antriebsorgans 62 in vorgebbarer Weise hin und her bewegt, um das Befüllen des Formhohlraums 16 zu optimieren, und gleichzeitig wird der Formhohlraum 16 mittels der Absaugeinrichtung 66 abgesaugt, wobei die abgesaugte Luftmenge mittels der Luftmengenmesseinheit 96 erfasst wird.

[0056] Zum Abschluss des Einpressvorganges wird der Stellkolben 60 erneut in seine maximal zurückgezogene Stellung bewegt, so dass er den Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals 20 so weit wie möglich freigibt. Dies ist in Figur 3 dargestellt. Der Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals 20 nimmt seinen Maximalwert ein. Dies erleichtert es, das Gießmaterial im Formhohlraum 16 zu verdichten, wobei noch flüssiges Gießmaterial in die erstarrenden Gussbereiche nachgepresst wird. Von der elektrischen Antriebseinheit 28 kann hierbei aufgrund der großen Trägheitsmasse des Einpresskolbens 26, der Schubstange 44 und der ein erhebliches Gewicht aufweisenden Sekundärteile 34, 36, 38, 40 eine hohe Presskraft ausgeübt werden.

[0057] Nach Abschluss des Gießvorganges wird der Formhohlraum 16 geöffnet, indem die zweite Formhälfte 14 in ihre in Figur 4 dargestellte Offenstellung bewegt wird. Das Absperrventil 94 ist geschlossen und die beiden Wegeventile 86, 88 nehmen ihre zweite Schaltstellung ein, in der sie die Strömungsverbindungen von den vorderen und hinteren Zylinderräumen 120, 122 zur Absaugleitung 72 unterbrechen und stattdessen die Strömungsverbindungen von den vorderen und hinteren Zylinderräumen 120, 122 zur Außenumgebung freigeben. Mittels der Temperaturerfassungseinrichtung 104 wird dann die Temperatur der einander zugewandten Oberflächen 100, 102 der beiden Formhälften 12, 14 an einer Vielzahl von programmtechnisch vorgebbaren Messpunkten selektiv erfasst. Insbesondere wird die Temperatur an einzelnen Messpunkten erfasst, die im Bereich von Erhebungen und Vertiefungen der beiden Oberflächen 100, 102 positioniert sind.

[0058] Zum Erfassen der Oberflächentemperaturen einzelner Messpunkte wird der Messkopf 106 mittels der Positioniereinrichtung 110 zwischen den beiden Formhälften 12, 14 positioniert und anschließend um die vertikale Drehachse 112 und um die horizontale Drehachse 114 verdreht.

[0059] Nachdem die Temperatur der einzelnen Messpunkte erfasst wurde, wird der Messkopf 106 aus dem Zwischenbereich zwischen den beiden Formhälften 12, 14 wieder herausbewegt und die zweite Formhälfte 14 wird wieder in ihre Schließstellung bewegt. Dies ist in Figur 5 dargestellt. Der Einpresskolben 26 wird in seine anfängliche Position zurückbewegt, wobei sich das Volumen des vorderen Zylinderraums 120 vergrößert und sich das Volumen des hinteren Zylinderraums 122 verkleinert. Das zweite Wegeventil 88 nimmt seine zweite Schaltstellung ein, so dass aus dem sich verkleinernden hinteren Zylinderraum 122 Luft an die Außenumgebung abgegeben werden kann. Das erste Wegeventil 86 nimmt seine erste Schaltstellung ein und gibt somit die Strömungsverbindung vom vorderen Zylinderraum 120 zur Absaugleitung 72 frei, so dass in der Absaugleitung 72 und im Druckspeicher 90 ein Unterdruck bereitgestellt wird. Dies erlaubt es, den Formhohlraum 16 und die Füllkammer 18 zu Beginn eines nachfolgenden Einpressvorgangs durch Öffnen des Absperrventils 94 mit Unterdruck zu beaufschlagen.

[0060] Der Einsatz der elektrischen Antriebseinheit 28 ermöglicht eine schnelle und präzise Regelung der Bewegung des Einpresskolbens 26, wobei eine hohe Wiederholgenauigkeit erzielt werden kann. Durch die Veränderung des Strömungsquerschnitts des Einfüllkanals 20 mit Hilfe der Querschnittsänderungseinrichtung 58 und durch das Absaugen des Formhohlraums 16 mittels der Absaugeinrichtung 66, die mit dem Einpresskolben 26 gekoppelt ist, kann die Kraft, die von der elektrischen Anpresseinheit 28 bereitzustellen ist, verhältnismäßig gering gehalten werden, so dass kostengünstige Linearmotoren eingesetzt werden können.

Patentansprüche

1. Druckgießvorrichtung zum Erzeugen metallischer Druckgussteile mit einer Druckgießform, die einen Formhohlraum (16) ausbildet, und mit einem Einpresskolben (26) zum Einpressen von schmelzflüssigem metallischem Gießmaterial in den Formhohlraum (16), wobei der Einpresskolben (26) mittels einer elektrischen Antriebseinheit (28), die mindestens einen elektrischen Linearmotor (30, 32) aufweist, in einer über einen Einfüllkanal (20) mit dem Formhohlraum (16) verbundenen Füllkammer (18) linear verschiebbar ist, und mit einer elektrischen Steuereinrichtung (56) zum Steuern der elektrischen

Antriebseinheit (28), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Strömungsquerschnitt des Einfüllkanals (20) während der Befüllung des Formhohlraums (16) in einem Kanalabschnitt mittels einer Querschnittsänderungseinrichtung (58) veränderbar ist.

2. Druckgießvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Linearmotor (30, 32) zumindest ein ortsfestes Primärteil (46, 48) und zumindest ein bewegliches Sekundärteil (34, 36, 38, 40) aufweist, wobei das mindestens eine bewegliche Sekundärteil (34, 36, 38, 40) mit einem oder mehreren Primärteilen (46, 48) magnetisch zusammenwirkt und mit dem Einpresskolben (26) mechanisch verbunden ist.

3. Druckgießvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Sekundärteil (34, 36, 38, 40) über eine mechanische Schubeinrichtung (42) mit dem Einpresskolben (26) starr verbunden ist.

4. Druckgießvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Linearmotor (30, 32) mehrere ortsfeste Primärteile (46, 48) und mehrere bewegliche Sekundärteile (34, 36, 38, 40) aufweist, wobei jedes Sekundärteil (34, 36, 38, 40) zwischen zwei Primärteilen (46, 48) angeordnet und über die mechanische Schubeinrichtung (42) mit dem Einpresskolben (26) starr verbunden ist.

5. Druckgießvorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mechanische Schubeinrichtung (42) eine Schubstange (44) aufweist, über die das mindestens eine Sekundärteil (34, 36, 38, 40) mit dem Einpresskolben (26) starr verbunden ist.

6. Druckgießvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Antriebseinheit (28) mindestens zwei Linearmotoren (30, 32) aufweist, die bezogen auf die Bewegungsrichtung des Einpresskolbens (26) parallel zueinander oder fluchtend zueinander angeordnet sind.

7. Druckgießvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsänderungseinrichtung (58) ein in den Einfüllkanal (20) eintauchendes Stellorgan (60) aufweist, das mittels eines elektrischen Antriebsorgans (62) linear bewegbar ist, wobei das elektrische Antriebsorgan (62) in Abhängigkeit von der Position, der Geschwindigkeit und/oder der Beschleunigung des Einpresskolbens (26) steuerbar und mit der Steuereinrichtung (56) signalleitend verbunden ist.

8. Druckgießvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das elektrische Antriebsorgan (62) mindestens einen elektrischen Linearmotor aufweist, der zumindest ein ortsfestes Primärteil und zumindest ein mechanisch mit dem Stellorgan (60) starr verbundenes bewegliches Sekundärteil aufweist.

9. Druckgießvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgießform eine erste Formhälfte (12) und eine zweite Formhälfte (14) aufweist, die zwischen sich den Formhohlraum (16) ausbilden, wobei mindestens eine Formhälfte (14) zwischen einer den Formhohlraum (16) schließenden Schließstellung und einer den Formhohlraum (16) freigebenden Offenstellung hin und her bewegbar ist, und dass die Druckgießvorrichtung (10) eine Temperaturerfassungseinrichtung (104) aufweist, wobei mittels der Temperaturerfassungseinrichtung (104) in der Offenstellung der mindestens einen Formhälfte (14) die Temperatur der den Formhohlraum (16) definierenden Oberflächen (100, 102) der beiden Formhälften (12, 14) an mehreren im Abstand zueinander angeordneten, programmtechnisch vorgebbaren Messpunkten jeweils gesondert erfassbar ist, und wobei die Temperaturerfassungseinrichtung (104) mit der elektrischen Steuereinrichtung (56) signalleitend verbunden ist.

10. Druckgießvorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberflächentemperatur der Formhälften (12, 14) mittels der Temperaturerfassungseinrichtung (104) berührungslos erfassbar ist.

11. Druckgießvorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturerfassungseinrichtung (104) zumindest einen Infrarotsensor (108) aufweist.

12. Druckgießvorrichtung nach Anspruch 9, 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Einpressen von Gießmaterial oder während des Einpressens von Gießmaterial in den Formhohlraum (16) die Temperatur des Einpresskolbens (26) mittels der Temperaturerfassungseinrichtung (104) erfassbar ist.

13. Druckgießvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Einbringen oder während des Einbringens des Gießmaterials in die Füllkammer (18) die Temperatur des Gießmaterials mittels der Temperaturerfassungseinrichtung (104) erfassbar ist.

14. Druckgießvorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tem-

peraturerfassungseinrichtung (104) einen Messkopf (106) aufweist, der an einer Positioniereinrichtung (110) gehalten und mittels der Positioniereinrichtung (110) in mindestens eine Messstellung bewegbar ist.

15. Druckgießvorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Messkopf (106) an der Positioniereinrichtung (110) drehbar gelagert ist.

16. Druckgießvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgießvorrichtung (10) eine Absaugeinrichtung (66) aufweist zum Absaugen von Gas aus dem Formhohlraum (16), wobei die Absaugeinrichtung (66) mit dem Einpresskolben (26) gekoppelt ist zum Absaugen des Formhohlraums (16) in Abhängigkeit von der Bewegung des Einpresskolbens (26).

17. Druckgießvorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Absaugeinrichtung (66) mit dem Einpresskolben (26) mechanisch gekoppelt ist.

18. Druckgießvorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Absaugeinrichtung (66) einen Absaugkolben (70) aufweist, der in einem Absaugzylinder (68) linear verschiebbar gehalten und mechanisch mit dem Einpresskolben (26) gekoppelt ist, wobei der Absaugzylinder (68) über eine Absaugleitung (72) mit dem Formhohlraum (16) verbunden ist.

19. Druckgießvorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Druckgießvorrichtung (10) einen signalleitend mit der Steuereinrichtung verbundenen Bewegungssensor (64) aufweist, wobei mittels des Bewegungssensors (64) die Bewegung des Einpresskolbens (26) erfassbar ist.

20. Druckgießvorrichtung nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels des Bewegungssensors (64) die Beschleunigung des Einpresskolbens (26) erfassbar ist.

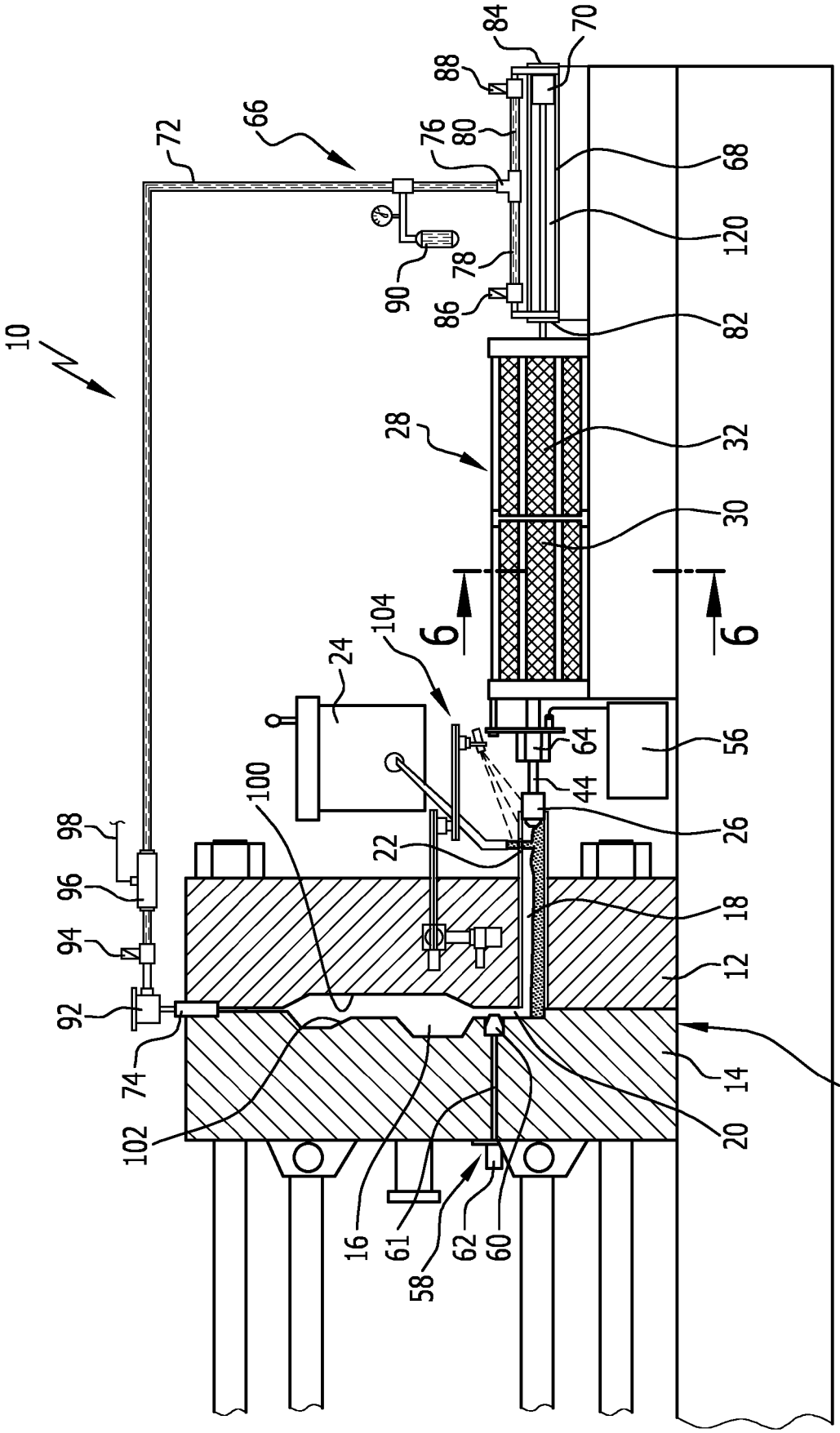
10
11
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30
32
44
56
58
60
61
62
64
66
68
70
72
74
76
78
80
82
84
86
88
90
92
94
96
98
100
102
104
120
6
6

FIG.1

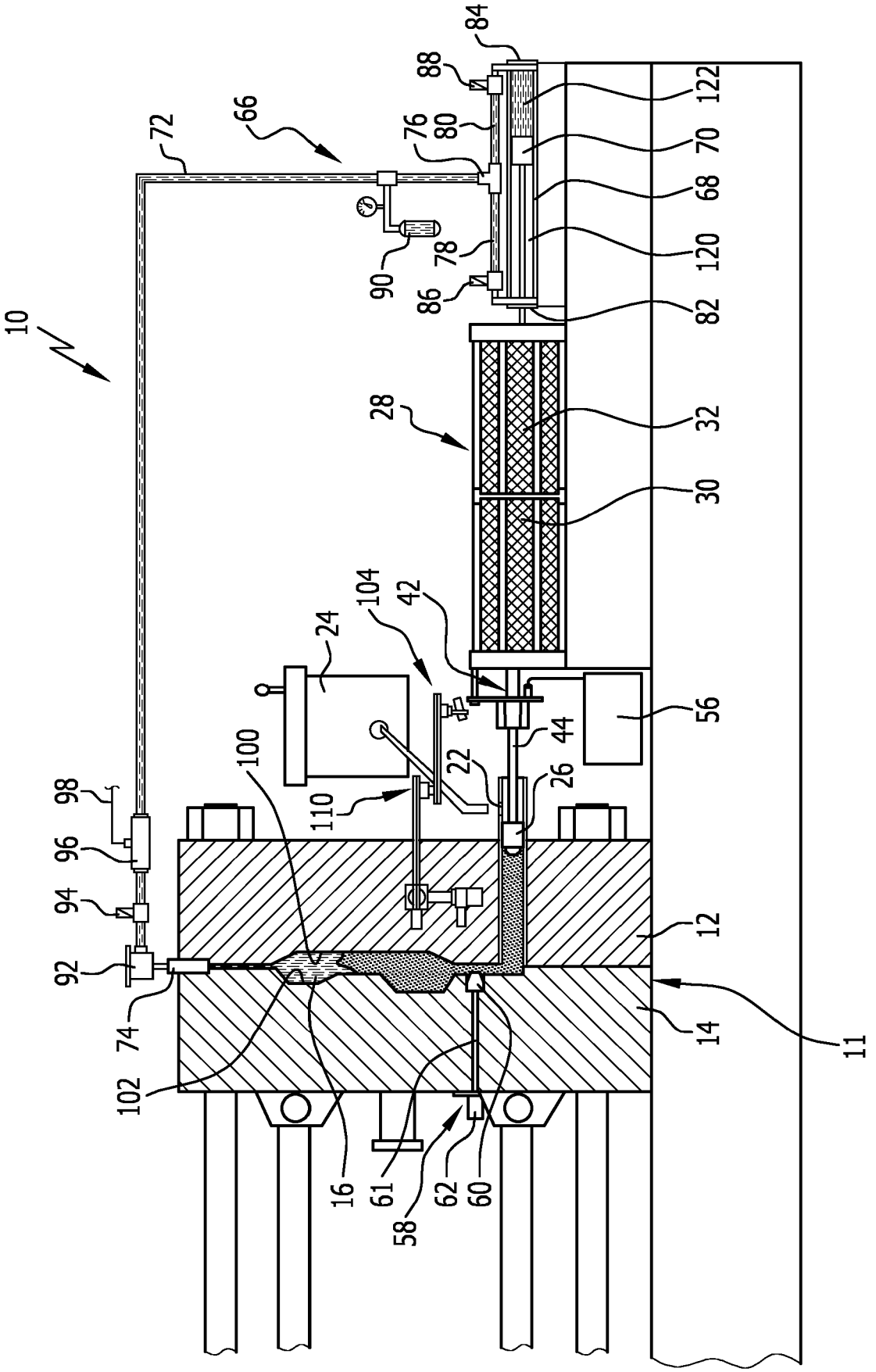
10
11
12
14
16
22
24
26
28
30
32
42
44
56
58
60
61
62
66
68
70
72
74
76
78
80
82
84
86
88
90
92
94
96
98
100
102
104
110
120
122

FIG.2

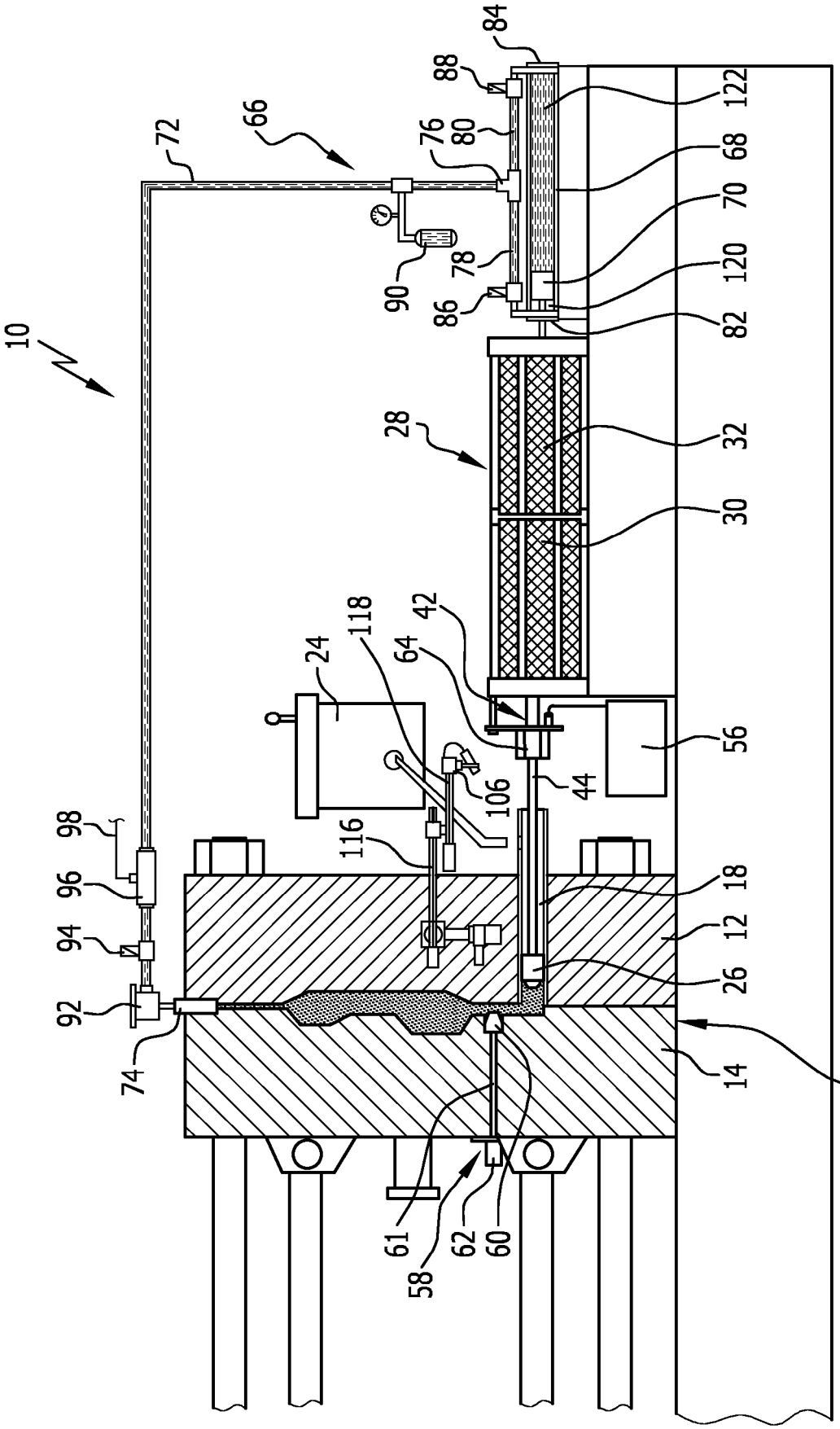
10
11
12
14
18
22
24
26
28
30
32
42
44
56
58
60
61
62
64
66
68
70
72
74
76
78
80
82
84
86
88
90
92
94
96
98
106
116
118
120
122

FIG.3

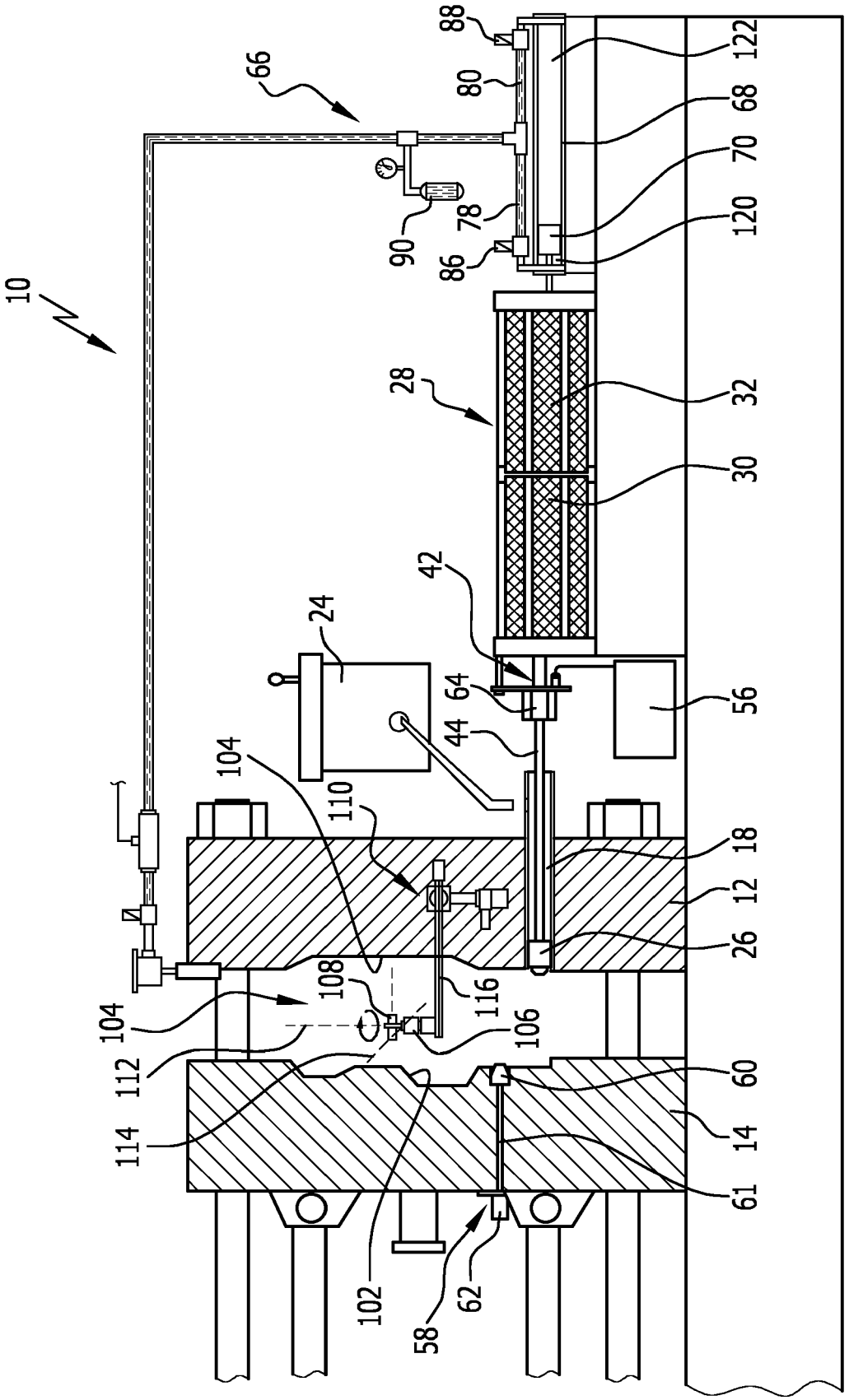
10
66
88
80
78
90
86
122
68
70
120
28
32
30
42
24
64
44
56
104
110
18
12
26
108
116
104
106
112
60
114
14
61
102
62
58

FIG.4

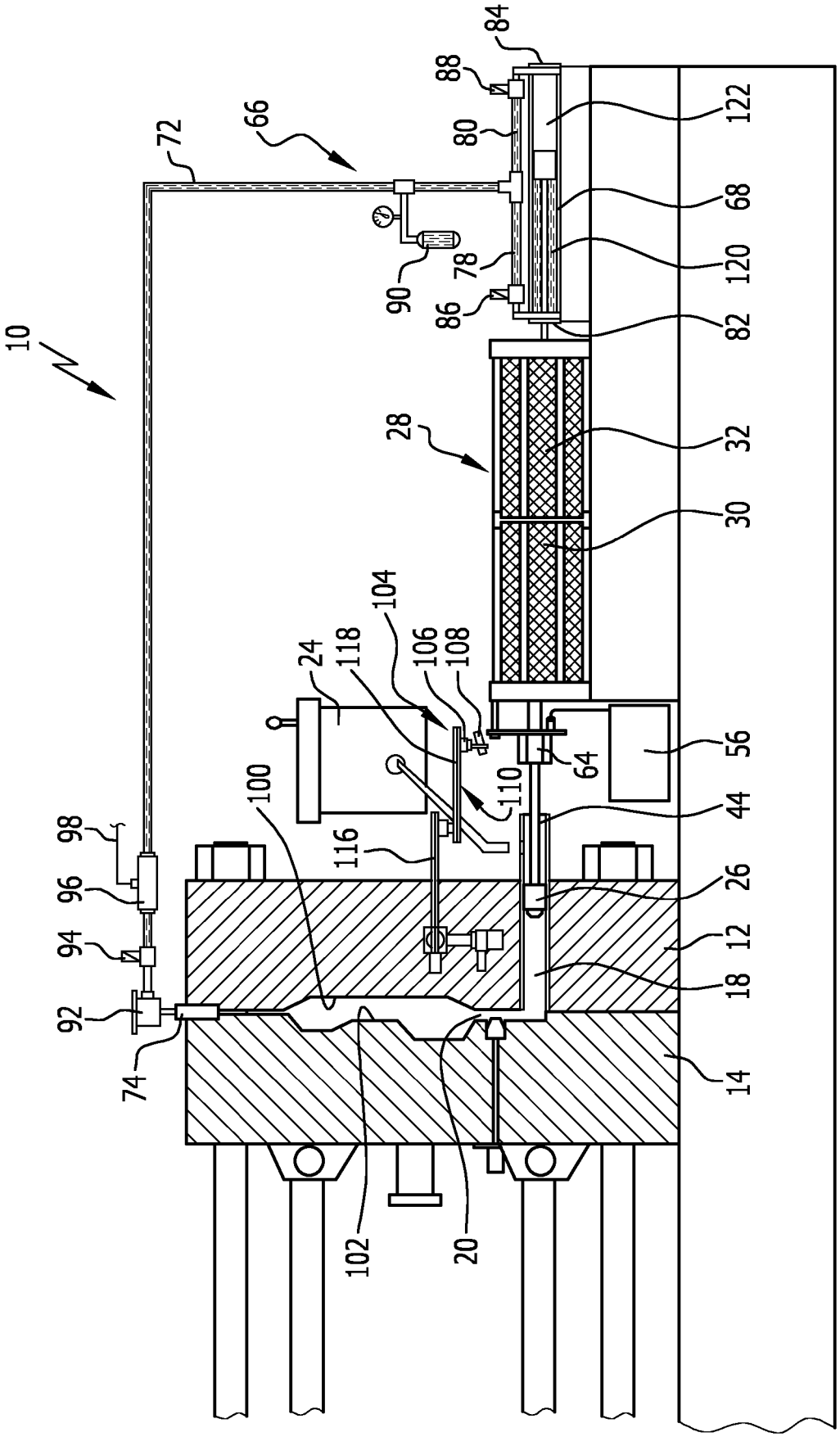
10
12
14
18
20
24
26
28
30
32
44
56
64
66
68
72
74
78
80
82
84
86
88
90
92
94
96
98
100
102
104
106
108
110
116
118
120
122

FIG.5

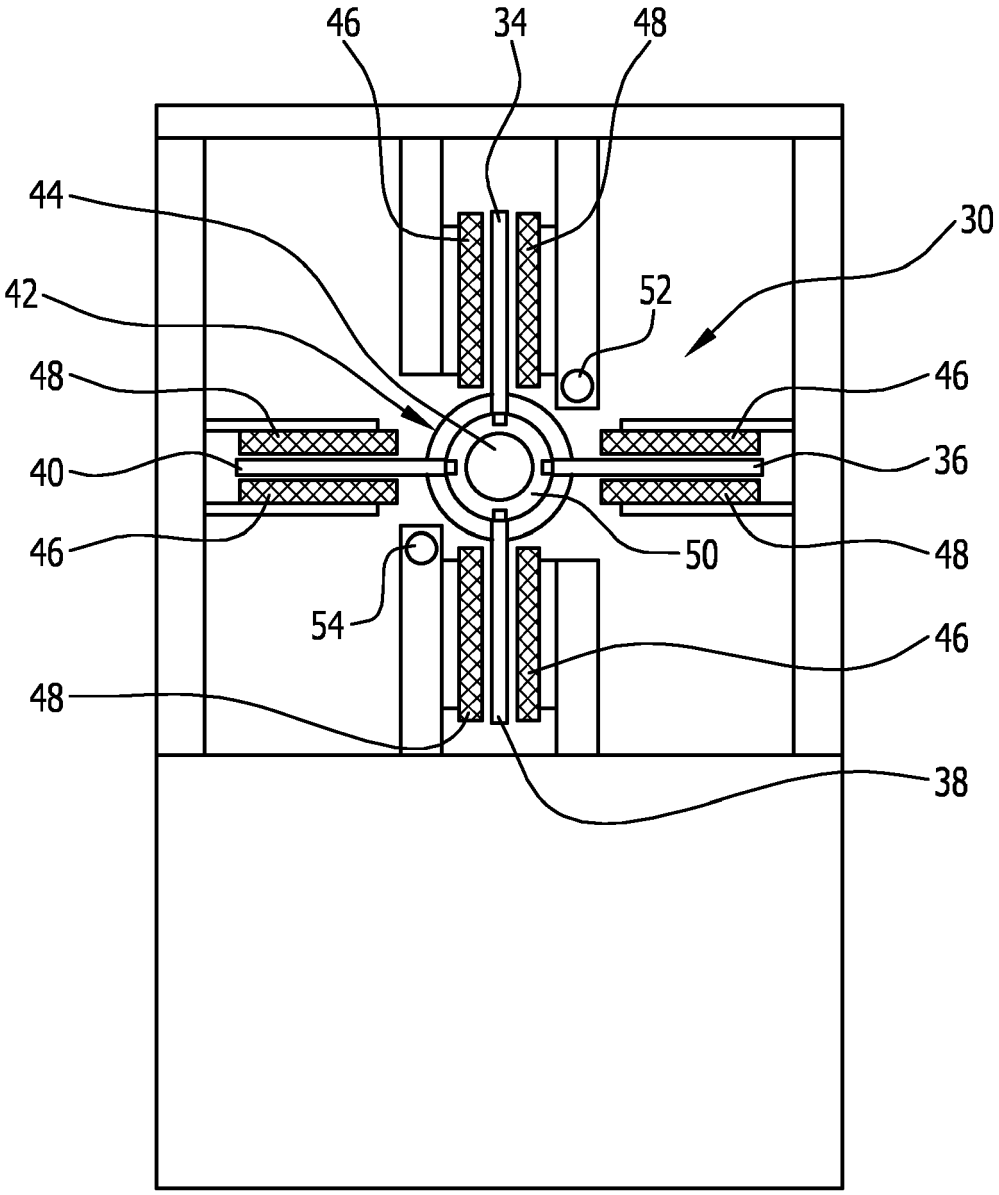

FIG.6

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 18 20 5317

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	WO 2007/107223 A1 (ELECTRONICS GMBH VERTRIEB ELEK [DE]; GAUERMANN JOERG [DE]) 27. September 2007 (2007-09-27) * Seite 4, Zeile 1 - Seite 6, Zeile 8 * * Seite 13, Zeile 3 - Seite 17, Zeile 12; Abbildung 1 *	1-20	INV. B22D17/10 B22D17/22 B22D17/32
Y	DE 20 2014 000916 U1 (ELECTRONICS GMBH [DE]) 4. August 2014 (2014-08-04) * Absatz [0001] - Absatz [0006]; Abbildungen 1, 2 *	1-20	
Y	JP 2009 012050 A (TOYO MACHINERY & METAL) 22. Januar 2009 (2009-01-22) * Zusammenfassung; Abbildungen 1, 2, 3, 6, 8 * * Absatz [0013] - Absatz [0039] *	1-20	
Y	DE 20 2010 010550 U1 (ELECTRONICS GMBH [DE]) 21. Oktober 2010 (2010-10-21) * Absatz [0033] - Absatz [0049]; Abbildungen 1-6 *	1-20	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	JP 2006 001203 A (TOYO MACHINERY & METAL) 5. Januar 2006 (2006-01-05) * Absatz [0010] - Absatz [0030] *	1-20	B22D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag	8. April 2019	Pipoli, Tiziana

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

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

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 18 20 5317

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.

08-04-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2007107223 A1	27-09-2007	DE 102006014554 A1	04-10-2007
		WO 2007107223 A1	27-09-2007
DE 202014000916 U1	04-08-2014	KEINE	
JP 2009012050 A	22-01-2009	JP 5063225 B2	31-10-2012
		JP 2009012050 A	22-01-2009
DE 202010010550 U1	21-10-2010	KEINE	
JP 2006001203 A	05-01-2006	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 202014000916 U1 **[0005]**
- WO 2007107223 A1 **[0009]**