

(19)



(11)

EP 3 294 477 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
30.06.2021 Patentblatt 2021/26

(51) Int Cl.:
B22D 18/04 ^(2006.01) **B22D 47/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16720147.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2016/059984

(22) Anmeldetag: **04.05.2016**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/184686 (24.11.2016 Gazette 2016/47)

(54) **VERFAHREN ZUM GIESSEN VON METALL, ADAPTEREINHEIT UND VORRICHTUNG ZUM GIESSEN VON METALL UMFASSEND EINE DERARTIGE ADAPTEREINHEIT**

METHOD FOR CASTING METAL, ADAPTER UNIT AND DEVICE FOR CASTING METAL COMPRISING SUCH AN ADAPTER UNIT

PROCÉDÉ DE FONDERIE, UNITÉ ADAPTATEUR ET DISPOSITIF DE FONDERIE COMPORTANT UNE TELLE UNITÉ ADAPTATEUR

(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: **15.05.2015 DE 102015208964**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.03.2018 Patentblatt 2018/12

(73) Patentinhaber: **Ingenieurbüro Weis Inh.: Dipl.-ing. Harald Justus Weis 97845 Neustadt am Main (DE)**

(72) Erfinder: **WEIS, Harald Justus 97845 Neustadt am Main (DE)**

(74) Vertreter: **Rau, Schneck & Hübner Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbB Königstraße 2 90402 Nürnberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 10 233 962 DE-U1-202005 010 125

EP 3 294 477 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gießen von Metall, eine Adaptereinheit sowie eine Vorrichtung zum Gießen von Metall umfassend eine derartige Adaptereinheit.

[0002] Die DE 20 2005 010 125 U1 offenbart eine Vorrichtung zum Niederdruck-Gießen in steigender Gießweise von Metallen.

[0003] Die DE 10 2012 101 055 A1 offenbart ein Gießverfahren sowie eine Gießanlage zum Herstellen von Werkstücken. Mehrere Gießformen sind auf einem Rundtisch angeordnet und mit einem Gießofen verbindbar. Nach dem Abkühlen der Schmelze in der Gießform kann der Gießofen getrennt und mit einer nächsten Gießform verbunden werden. Ein Nachverdichten der Schmelze in der Gießform erfolgt maximal bei Overdruck. Während des Abkühlens und des Erstarrens der Schmelze sinkt der Druck in der Gießform.

[0004] Die DE 102 33 962 A1 offenbart einen Aktivspeisungsadapter, bei dem ein Kolben zum Nachdrücken von Schmelze in die Gießform vorgesehen ist. Um ein Blockieren des Gießofens während des Nachdrückens und des Erstarrens der Schmelze in einer Gießform zu vermeiden, ist Zusatzaufwand, insbesondere ein Beheizen der Steigleitung, erforderlich.

[0005] Die DE 198 21 419 A1 offenbart ein Verfahren zum steigenden Niederdruck-Gießen von Metall, wobei ein steuerbarer Kolben zum Nachdrücken der Metallschmelze in der Gießform dient.

[0006] Die DE 198 12 068 A1 offenbart eine Gießvorrichtung und ein Gießverfahren mit Nachverdichtung mittels eines ersten und eines zweiten Kolbens. Während des Erstarrens der Schmelze in der Gießform ist der Gießofen für eine weitere Verwendung blockiert.

[0007] Die DE 43 32 760 A1 offenbart ein Verfahren zum Niederdruckgießen von Kupfer oder Messing.

[0008] Die Metallschmelze wird über ein Steigrohr aus dem Ofen in eine Formkokille gefüllt. Nach dem Erstarren der Schmelze in der Formkokille kann der Druck im Ofen abgesenkt werden. Während des Erstarrens der Schmelze ist die Gießform mit dem Gießofen thermisch gekoppelt.

[0009] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Gießen von Metall zu verbessern, und insbesondere die Taktzeit eines Gussteils zu reduzieren, den Energieaufwand zu verringern, verbesserte Materialeigenschaften des Gussteils zu gewährleisten und/oder die Auslastung des Gießofens zu erhöhen.

[0010] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen.

[0011] Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass eine Fluidverbindung zwischen einem Gießofen und einer Gießform zunächst unterbrochen und zum Entleeren zusätzlich aktiv belüftet wird. Das aktive Belüften bedeutet, dass der Fluidverbindung aktiv Luft und/oder ein anderes Gas, insbesondere gezielt, zugeführt wird. Das aktive

Belüften erfolgt also beispielsweise durch die Zufuhr von Luft in ein Steigrohr, das den Gießofen mit der Gießform verbindet. Die Erfindung unterscheidet sich grundsätzlich von der DE 43 32 760 A1, bei der eine Belüftung der Fluidverbindung verhindert wird. Vor dem aktiven Belüften erfolgt ein Entlüften des Gießofens. Das aktive Belüften der Steigleitung und das Entlüften des Gießofens kann gleichzeitig erfolgen. Es ist auch denkbar, dass das Schutzgas in die Steigleitung gedrückt wird und der Gießofen danach entlüftet wird. Durch das Belüften der Fluidverbindung kann Metallschmelze aus der Fluidverbindung zurück in den Gießofen gelangen, also insbesondere während der Gießofen entlüftet wird. Die Fluidverbindung ist insbesondere durch eine Verbindungsleitung gewährleistet. Die Verbindungsleitung ist insbesondere als Steigleitung ausgeführt. Insbesondere kann eine Adaptereinheit Bestandteil der Verbindungsleitung sein. Insbesondere kann die flüssige Metallschmelze zurück in den Gießofen gelangen, während die Metallschmelze in der Gießform erstarrt und/oder nachgedrückt wird. Dadurch ist es möglich, den Gießofen von der Gießform schneller zu trennen. Die Taktzeit für den Gießofen selbst ist dadurch reduziert. Eine Wartezeit für den Gießofen während der Erstarrung der Metallschmelze in der Gießform entfällt. Die Auslastung des Gießofens kann dadurch erhöht werden. Insbesondere steht der Gießofen nach kürzerer Einsatzzeit für eine weitere Verwendung zur Verfügung.

[0012] Durch das Unterbrechen und das Belüften der Fluidverbindung kann der Gießofen von der Gießform thermisch und mechanisch entkoppelt werden. Durch das thermische und mechanische Entkoppeln des Gießofens von der Gießform wird eine weitere Zufuhr von Wärmeenergie in die Gießform, insbesondere während des Abkühlens der Metallschmelze in der Gießform, vermieden. Dies führt unmittelbar zu einer Verkürzung der Taktzeit für das Gussteil. Die Taktzeitverkürzung ist also auf die Reduzierung der Abkühldauer zurückzuführen. Je schneller ein Gussteil abkühlt, desto höher sind dessen Festigkeitswerte. Ein Gussteil mit erhöhter Festigkeit ermöglicht einen reduzierten Materialeinsatz und in der Bauteilauslegung reduzierte Wandstärken. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht erhöhte Flexibilität und Vielfalt bei der Herstellung von Leichtbau-Gussbauteilen. Ein Gießzyklus ist verkürzt. Die Gesamtenergiebilanz des Verfahrens ist dadurch verbessert. Es ist möglich, einen Gießofen mit reduzierter Wärmeleistung einzusetzen. Vor dem Unterbrechen der Fluidverbindung wird Metallschmelze in dem Gießofen bereitgestellt und aus dem Gießofen in die Gießform gefüllt. Das Verfahren betrifft insbesondere Gießen von Leichtmetall, insbesondere von Aluminium und dessen Legierungen. Das Verfahren ist für das Niederdruckgießen, insbesondere mit aufsteigender Metallschmelze, auf das Gegendruckgießen und das Vakuumgießen anwendbar. Die Gießform kann eine Dauerform sein, die auch als Kokille bezeichnet wird. Die Gießform kann auch eine verlorene Form sein und eignet sich insbesondere für ein Sandgussver-

fahren. Das Verfahren eignet sich insbesondere für das Füllen einer Gießform mit Niederdruck. Bei dem sogenannten "lost foam"-Verfahren werden Formteile aus geschäumtem Kunststoff, insbesondere aus expandiertem Polystyrol (EPS), das als Styropor bekannt ist, in Formsand eingebettet. Nachdem die Form gießfertig ist, wird diese mit der Metallschmelze gefüllt. Die Styropor-Formteile verdampfen beim Kontakt mit der heißen Metallschmelze. Das Volumen, das von den Styropor-Formteilen eingenommen worden ist, wird durch die Metallschmelze gefüllt. Für eine zusätzliche Reduktion der Taktzeit können mehrere Gießformen zu einer Traube gebündelt und gleichzeitig mittels Niederdruck steigend gefüllt werden. Insbesondere mittels einer, insbesondere zentral angeordneten, Adaptereinheit, kann der Materialschwind kompensiert und der Druck im Gussteil während des Erstarrens konstant aufrechterhalten werden. Das Bündeln der Gießformen zu der Traube ist insbesondere auf alle gängigen Sandgussverfahren anwendbar.

[0013] Ein Verfahren, bei dem ein Nachdrücken auf die Metallschmelze in der Gießform mittels einer Adaptereinheit erfolgt, ermöglicht das Ausüben beliebig hoher Drücke, insbesondere von bis zu 100 bar oder mehr. Hohe Drücke werden insbesondere zur Herstellung von Faserverbundmaterialien benötigt. Die Höhe des Drucks hängt insbesondere von der Geometrie der Gießform und/oder von der Adaptereinheit, insbesondere der Geometrie einzelner Komponenten der Adaptereinheit ab. Ein so hergestelltes Werkstück weist verbesserte Werkstoffeigenschaften und insbesondere erhöhte Festigkeitswerte auf. Durch das Nachdrücken wird der Materialschwind beim Abkühlen der Metallschmelze kompensiert. Ein nachträgliches Entfernen von großen Speisern ist entbehrlich. Insbesondere erfolgt das Nachdrücken nach dem Unterbrechen der Fluidverbindung.

[0014] Die einzelnen Prozessschritte können vorteilhaft mittels der Adaptereinheit integriert durchgeführt werden. Die Adaptereinheit weist eine erhöhte Funktionsdichte auf. Es ist alternativ möglich, die Verfahrensschritte, insbesondere das Unterbrechen der Fluidverbindung zwischen dem Gießofen und der Gießform, das aktive Belüften der Fluidverbindung, das Nachdrücken auf die Metallschmelze, das Entformen des Gussteils aus der Gießform und/oder das Trennen des Gießofens von der Gießform, durch einzelne, voneinander getrennte Komponenten zu bewerkstelligen.

[0015] Ein Verfahren, bei dem das Nachdrücken durch Verlagerung eines Kolbens in einem Adaptergehäuse erfolgt, ermöglicht ein unmittelbares Aufbringen des Nachdrucks auf die Schmelze. Eine axiale Kolbenverlagerung ist unkompliziert realisierbar. Der axialen Hubbewegung des Kolbens kann eine Drehbewegung des Kolbens überlagert werden. Insbesondere ist es möglich, in Abhängigkeit der Nachdruckdauer den auf die Metallschmelze in der Gießform ausgeübten Druck veränderlich einzustellen. Insbesondere ist es möglich, den Druck derart einzustellen, dass er während der gesamten Er-

starrungsphase konstant ist. Dadurch ergibt sich ein Vorteil gegenüber dem Abkühlen einer Metallschmelze ohne Nachdrücken, also ohne Aktivspeisung, bei dem der Druck während des Abkühlens abfällt. Insbesondere erfolgt das Nachdrücken nicht mehr unmittelbar ausgehend von dem Gießofen.

[0016] Ein Verfahren, bei dem ein aktives Kühlen der Adaptereinheit vorgesehen ist, reduziert die Taktzeit des Verfahrens, insbesondere des Abkühlens und Erstarrens der Metallschmelze in der Gießform. Das Kühlen der Adaptereinheit erfolgt insbesondere während und/oder nach dem Nachdrücken. Das Kühlen der Adaptereinheit erfolgt insbesondere nachdem die Fluidverbindung unterbrochen worden ist. Insbesondere hat das Kühlen der Adaptereinheit und somit der Metallschmelze in der Gießform keinen negativen Einfluss auf den erwärmten Gießofen und die darin befindliche Metallschmelze, da der Gießofen nach dem Unterbrechen der Fluidverbindung thermisch und mechanisch von der Adaptereinheit getrennt, also entkoppelt, ist.

[0017] Ein Verfahren, bei welchem die Gießformen gebündelt und anschließend um eine horizontale Achse unter Speisungsdruck gedreht werden, ermöglicht eine vorteilhafte Erstarrung der Schmelze. Da das durch den Kolbenhub nachdrückbare Speisevolumen bei einem Bündel von Gießformen nicht ausreichend sein könnte, ist es möglich, die Gießformen nach dem Belüften der Steigleitung vom Gießofen zu trennen und um 180° um eine horizontal angeordnete Drehachse zu drehen, wie dies beispielsweise aus DE 10 2004 043 444 B3 bekannt ist. Die Gießformen werden auf den Kopf gestellt. Das Schmelzevolumen, das zum Verteilen zu den einzelnen Gießformen führt, dient als Speisevolumen. Wenn die Gießformen gedreht sind, kann die darin befindliche Schmelze unter Schwerkrafteinwirkung erstarren und/oder von oben Druck, insbesondere mittels Druckluft, aufgebracht werden. Der Vorteil gegenüber dem Stand der Technik liegt dann darin, dass über den Kolben während des Drehens Schmelze in die Gießform nachgedrückt wird. Ein Volumenschwind in Folge des Abkühlens während des Drehens wird kompensiert. Die Druckbeaufschlagung wirkt der Kavitation entgegen.

[0018] Dieses Vorgehen, insbesondere das Drehen einer gefüllten Gießform ist auch bei Einzelformen oder Kokillen möglich. Es ist denkbar, die Adaptereinheit stationär zu positionieren und die Gießformen offen zu lassen. Die Ausführung des Verfahrens eignet sich insbesondere bei einem stationären Gießofen und transportablen Gießformen. Das Verfahren weist eine reduzierte Taktzeit auf, da insbesondere das Abkühlen und/oder Erstarren der Metallschmelze in der Gießform für die Taktzeit des Gießofens nicht relevant sind. Ein zyklischer Prozessablauf, bei dem der Gießofen zum Einsatz kommt, ist entkoppelt von dem Abkühlen und/oder Erstarren der Metallschmelze in der Gießform.

[0019] Ein Verfahren, bei dem ein maximaler Fülldruck in dem Gießofen zum Füllen der Metallschmelze in die Gießform vorgesehen ist, wobei der maximale Fülldruck

kleiner ist als 0,5 bar, vereinfacht die Auslegung des Gießofens. Dadurch, dass der maximale Fülldruck kleiner ist als 0,5 bar, unterliegt der Gießofen nicht der Druckbehälterverordnung. Die Gestaltung und insbesondere die Konstruktion des Gießofens ist dadurch vereinfacht. Das Betreiben des Gießofens ist vereinfacht. Der maximale Druck, der vom Gießofen bereitgestellt werden muss, kann deutlich geringer ausgelegt werden. Der Druck muss gerade so groß sein, dass die Metallschmelze aus dem Gießofen beispielsweise über ein Steigrohr in eine Gießform aufsteigen kann, bis die Gießform gefüllt ist. Das Nachdrücken erfolgt mittels der Adaptereinheit. Der Gießofen kann unkompliziert ausgeführt sein und muss insbesondere nicht nach einer Druckbehälterverordnung abgenommen werden. Die Investitionskosten und die Folgekosten sind reduziert. Der Planungsaufwand ist reduziert. Ein Gefahrenpotential ist reduziert.

[0020] Ein Verfahren, bei dem ein Entformen eines Gussteils aus der Gießform erfolgt, ermöglicht die Abbildung einer vollständigen Prozesskette eines Gießverfahrens. Insbesondere erfolgt das Entformen mittels der Adaptereinheit. Die Adaptereinheit weist eine erhöhte Funktionsintegration auf. Ein separates Entform-Werkzeug ist entbehrlich. Das Entformen kann unkompliziert durchgeführt werden. Das Entformen ist unmittelbar nach dem Erstarren der Metallschmelze zu dem Gussteil möglich. Ein Umrüsten eines aus dem Stand der Technik bekannten Gießverfahrens mittels eines Schwerkraft-Gießgestells ist dadurch besonders vorteilhaft möglich.

[0021] Bei einem Verfahren, bei dem das Unterbrechen der Fluidverbindung isobar erfolgt, ist das Unterbrechen der Fluidverbindung unabhängig von dem Schmelzedruck durchführbar. Gegenüber einem aus dem Stand der Technik bekannten Schieberverschluss ist es insbesondere entbehrlich, die verlagerte Schmelze zurückzuführen. Das Verfahren ist vereinfacht. Ein weiterer großer Vorteil ist, dass durch die Formgebung im oberen Teil des Kolbens in Verbindung mit der Drehbewegung des Kolbens der Schmelzequerschnitt mittels des Kolbens durchgeschnitten, aber nicht abgequetscht wird wie bei einem Aktivspeiser gemäß dem Stand der Technik, insbesondere den Aktivspeisern, die aus der DE 102 33 962 A1 oder der DE 198 12 068 A1 bekannt sind. Insbesondere ist gewährleistet, dass das Erstarren der Metallschmelze in der Gießform von dem Unterbrechen der Fluidverbindung entkoppelt ist. Es ist möglich, die Fluidverbindung zu unterbrechen, ohne dass eine zusätzliche Druckerhöhung auf die Metallschmelze erfolgt. Das Unterbrechen der Fluidverbindung ist unkompliziert und fehlerunanfällig. Das Risiko fertigungsbedingter Materialfehler in dem Gussteil ist reduziert. Dabei erfolgt das isobare Unterbrechen der Fluidverbindung durch Drehen des Kolbens in dem Adaptergehäuse. Das bedeutet, dass der Kolben eine Axialverlagerung und eine Rotation um die Längsachse des Adaptergehäuses durchführt. Die Verlagerungen können unabhängig voneinander ausgeführt werden, also entweder eine Axialverlagerung, oder eine Rotation oder eine kombinierte

Axial-Rotations-Verlagerung.

[0022] Ein Verfahren, bei dem ein Trennen des Gießofens von der Gießform vorgesehen ist, vereinfacht das thermische und mechanische Entkoppeln der Komponenten. Insbesondere ist ein Trennen einer Verbindungsleitung, die insbesondere fest mit der Gießform verbunden ist, von dem Gießofen vorgesehen. Das Entlüften des Gießofens erfolgt insbesondere nach dem thermischen Entkoppeln des Ofens von der Gießform. Nach dem Entlüften des Gießofens steht dieser zum Verbinden mit weiteren Gießformen zur Verfügung.

[0023] Ein Verfahren, bei dem weitere Metallschmelze für folgende Gießzyklen während der Erstarrungsphase des Gießzyklus bereitgestellt wird, insbesondere durch Austausch des zumindest teilweise entleerten Gießofens durch einen befüllten Gießofen und/oder durch Wiederauffüllen des zumindest teilweise entleerten Gießofens mit Metallschmelze, ermöglicht eine effektive Nutzung des Gießofens, insbesondere während des Erstarrens der Metallschmelze. Ein unterbrechungsfreies Betreiben des Verfahrens ist gewährleistet. Für den Fall, dass in dem Gießofen noch ausreichend Metallschmelze für einen nachfolgenden Gießzyklus vorhanden ist, kann der ausreichend gefüllte Gießofen an einer dafür vorgesehenen Position, insbesondere an einer Gießposition, verweilen.

[0024] Ein Verfahren, bei dem eine entlang der Fluidverbindung zu der Gießform beabstandet angeordnete Öffnung vorgesehen ist, vereinfacht ein aktives Belüften der Fluidverbindung. Dadurch ist gewährleistet, dass nach dem Unterbrechen der Fluidverbindung Metallschmelze, die zwischen der Gießform und dem Gießofen angeordnet ist, selbsttätig, insbesondere infolge der Schwerkraft, in den Gießofen zurückfließen kann. Ein sogenannter Pipetten-Effekt, wonach die flüssige Metallschmelze in der Steigleitung verbleibt, ist verhindert. Insbesondere dient die Öffnung zum Belüften der Fluidverbindung. Dazu wird die Öffnung freigegeben.

[0025] Ein Verfahren, bei dem zum aktiven Belüften der Fluidverbindung ein Speichervolumen, insbesondere in Form eines druckbeaufschlagten Gases, insbesondere Luft, durch die Öffnung der Fluidverbindung zugeführt wird, führt zu einer Beschleunigung des Abfließens der Metallschmelze in den Gießofen. Das druckbeaufschlagte Gas kann mit einem Belüftungsdruck von beispielsweise mindestens 2 bar, insbesondere mindestens 5 bar und insbesondere mindestens 10 bar, zugeführt werden. Das Speichervolumen kann vorteilhaft als mit druckbeaufschlagtem Gas gefülltes Rohr zur Verfügung gestellt werden. Ein Rohr kann unkompliziert und insbesondere nicht als Druckbehälter, ausgeführt sein. Beim Belüften der Fluidverbindung, insbesondere der Steigleitung wird die Gasmenge des Speichervolumens eingeleitet. Das Volumen des Behälters und der Druck des Gases bewirken eine schnelle Rückführung der Metallschmelze aus der Steigleitung in den Gießofen. Es wird verhindert, dass der Gießofen zusätzlich unter Druck gesetzt wird. Wesentlich für das Speichervolumen sind also

Druck und Menge des Gases.

[0026] Alternativ zu einer aktiven Belüftung durch Zuführung von druckbeaufschlagtem Gas ist es auch möglich, das Gas, insbesondere inertes Gas aus einem Gasspeicher, der insbesondere mit der Öffnung verbunden ist, anzusaugen. Insbesondere wird das Gas durch die absinkende Schmelzesäule in der Verbindung angesaugt. Der Gasspeicher ist insbesondere ein flexibler Beutel, in dem sich das Gas unter Umgebungsdruck befindet.

[0027] Ein Verfahren, bei dem ein Verbinden des Gießofens mit mindestens einer zweiten Gießform nach dem Trennen der ersten Gießform erfolgt, ermöglicht eine vorteilhafte Ausnutzung der Ressourcen. Der Gießofen kann zum Füllen der zweiten Gießform benutzt werden, während die Metallschmelze in der ersten Gießform nachgedrückt wird und erstarrt. Dadurch ist gewährleistet, dass die Metallschmelze im Gießofen in einem begrenzten Zeitintervall, das insbesondere höchstens 90 Minuten beträgt, komplett verarbeitet werden kann. Insbesondere dann, wenn der maximale Fülldruck kleiner ist als 0,5 bar, ist es möglich, großvolumige Gießöfen einzusetzen. Der Füllkapazität des Gießofens sind zumindest hinsichtlich der Druckbehälterverordnung keine Grenzen gesetzt.

[0028] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Durchführung des Verfahrens zum Gießen von Metall zu vereinfachen.

[0029] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß gelöst durch eine Adaptereinheit mit den im Anspruch 11 angegebenen Merkmalen.

[0030] Es wurde erkannt, dass die Adaptereinheit das unmittelbare, insbesondere thermische und mechanische, Entkoppeln des Gießofens von der Gießform ermöglicht. Dadurch ist die Durchführung des Verfahrens vereinfacht. Insbesondere sind das Unterbrechen der Fluidverbindung zwischen dem Gießofen und der Gießform sowie das Belüften der Fluidverbindung unkompliziert möglich. Die Gießform weist ein Gehäuse längsachse aufweisendes Adaptergehäuse sowie einen in dem Adaptergehäuse verlagerbaren Kolben auf. Der Kolben kann entlang der Gehäuselängsachse verlagerbar ausgeführt sein. Der Kolben ist um die Gehäuselängsachse drehbar. Eine Ansteuerung des Kolbens kann über verschiedene Antriebsarten, beispielsweise mittels eines Hydraulikantriebes, eines Pneumatikantriebes und/oder eines Elektroantriebes erfolgen.

[0031] Eine Adaptereinheit, bei der der Kolben eine Öffnung zum Belüften einer mit dem Adaptergehäuse verbindbaren Verbindungsleitung aufweist, weist eine erhöhte Funktionalität auf. Das Belüften der Verbindungsleitung ist unmittelbar über den Kolben möglich. Insbesondere ist das Belüften des Adaptergehäuses und insbesondere der Verbindungsleitung durch eine Öffnung ermöglicht, die beabstandet zu dem Gießofen angeordnet ist. Es ist alternativ denkbar, die Belüftung über einen separaten Kanal zu realisieren, der insbesondere im Inneren des Kolbens verläuft. Es ist auch denkbar, die Be-

lüftung über eine separate Steuereinheit im Adaptergehäuse zu realisieren. Grundsätzlich ist es unerheblich, wie das Belüften im Detail erfolgt. Wesentlich ist, dass das zum Belüften verwendete Gas, beispielsweise Luft oder ein anderes inertes Gas, an einer Position, insbesondere der Steigleitung, zugeführt wird, sodass die Metallschmelze in der Steigleitung unkompliziert und vollständig in den Gießofen, insbesondere selbständig, zurückfließt. Wesentlich ist auch, dass dadurch verhindert ist, dass sich im Inneren der Metallschmelze und/oder an der Schmelzbadoberfläche Metalloxide bilden können und/oder dass Gasblasen in der Metallschmelze gelöst bleiben. Dadurch sind Materialfehler im späteren Gussteil verhindert.

[0032] Eine Adaptereinheit ist insbesondere entlang der Fluidverbindung zwischen dem Gießofen und der Gießform angeordnet. Die Adaptereinheit ist an bestehenden Vorrichtungen zum Gießen von Metall nachrüstbar. Dadurch ist es möglich, das erfindungsgemäße Verfahren mit einer aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtung, die durch die erfindungsgemäße Adaptereinheit nachgerüstet ist, durchzuführen. Dies ermöglicht eine besonders kostengünstige Aufwertung einer an sich bekannten Vorrichtung, die durch die Nachrüstung der Adaptereinheit wesentliche Vorteile ermöglicht wie Taktzeitverkürzung des Gussteils, reduzierter Energieaufwand, Erhöhung der Festigkeitswerte des Gussteils, Erweiterung des Produktspektrums, insbesondere faserverstärkte Gussteile, Aufrechterhaltung eines permanenten, unterbrechungsfreien Gießbetriebs durch Bereitstellen von Metallschmelze während der Erstarrungsphase des Gussteils und Betreiben von Mehrgießapparaturen mit bestehenden Luft- und/oder Hydrauliknetzen durch die Taktung der Gießanlagen.

[0033] Eine Vorrichtung mit einer derartigen Adaptereinheit ist insbesondere modular aufgebaut. Der modular aufgebaute Aufbau ermöglicht insbesondere eine Vereinfachung einer zentralen Hydraulikversorgung. Hydraulische Fahrbewegungen sind beispielsweise zum Entformen des Gussteils, also zum Öffnen der Gießform, und/oder zum Schließen der Gießform für die Kokille notwendig. Ausschlag gebend für die Größe eines Hydraulikaggregats sind Fahrgeschwindigkeiten und Volumina, die für, insbesondere gleichzeitig stattfindende, hydraulische Fahrbewegungen mehrerer Hydraulikzylinder in Ein- oder Ausfahrrichtung erforderlich sind. Mit der Vorrichtung ist es möglich, die Gießvorgänge der verschiedenen Module zeitlich nacheinander zu schalten, sodass die hydraulischen Fahrbewegungen zeitlich nacheinander erfolgen. Es ist ausreichend, ein Hydraulikaggregat für alle Gießapparaturen eines Moduls zu verwenden. Die Größe des Hydraulikaggregats wird durch die Größe der Gießstation vorgegeben. Die Größe des Hydraulikaggregats entspricht der Größe der Gießstation. Während des Füllens und während der Erstarrungsphase sind keine hydraulischen Fahrbewegungen im Wesentlichen erforderlich, mit Ausnahme des hydraulischen Betriebes der Adaptereinheit, wofür aber nur geringe Fördermengen

an Hydraulikflüssigkeit erforderlich sind. Die geringen Fördermengen für die Adaptereinheit können beispielsweise über einen Hydraulikspeicher zur Verfügung gestellt werden. Es ist ausreichend, eine Drucksteuerung und eine Ofentemperatursteuerung vorzusehen. Dadurch können Druckluftleistung und Stromleistung der Vorrichtung reduziert werden. Bei einer Neuanschaffung einer Vorrichtung sind die Anlagenkosten deutlich reduziert. Dadurch, dass insbesondere die Adaptereinheit das Entformen eines Gussteils ermöglicht, ist die Ausgestaltung von Entnahmemitteln wie beispielsweise einer Greifeinheit zum Entnehmen eines Gusstücks aus der Gießform, vereinfacht. Insbesondere ist der Steuer- und/oder Regelungsaufwand und insbesondere die hierfür erforderlichen Komponenten, reduziert.

[0034] Die Vorrichtung umfasst mindestens einen Gießofen und mindestens eine Gießform. Ein wechselseitiges Verbinden des mindestens einen Gießofens mit einer Gießform erfordert eine Relativbewegung zwischen Gießofen und Gießform. Dies kann insbesondere dadurch erfolgen, dass die Gießform in einem dafür vorgesehenen Rahmen aufgehängt, also raumfest angeordnet, ist. In diesem Fall ist der Gießofen im Raum verlagerbar angeordnet. Es ist auch denkbar, dass die mindestens eine Gießform beispielsweise an einer Karussellanordnung im Raum drehbar angeordnet ist, wobei die jeweils zu füllende Gießform zur Verbindung mit dem Gießofen relativ dazu verlagert wird.

[0035] Es ist auch denkbar, sowohl den Gießofen als auch die Gießform beweglich im Raum anzuordnen.

[0036] Eine Vorrichtung mit mehreren Gießformen ermöglicht eine Wirkungsgrad-Steigerung der Vorrichtung. Das Verfahren kann wirtschaftlich effektiv ausgelegt werden. Insbesondere sind gerade so viele Gießformen vorgesehen, dass nach dem Füllen der letzten Gießform in einem ersten Gießzyklus die erste Gießform zum Start eines zweiten Gießzyklus zur Verfügung steht, da das erstarrte Gussteil der ersten Gießform des ersten Gießzyklus vollständig entformt worden ist. Die Anzahl der Gießformen ist deshalb insbesondere von der Fülldauer und der Erstarrungszeit der Metallschmelze abhängig. Es ist insbesondere denkbar, dass zwei Gießformen, fünf oder mehr Gießformen vorgesehen sind. Die Gießformen können beispielsweise rasterartig oder konzentrisch angeordnet sein. Insbesondere weist die Vorrichtung mindestens einen zweiten Gießofen auf, der Metallschmelze bereitstellt, wenn der erste Gießofen entleert ist. Dadurch ist ein im Wesentlichen unterbrechungsfreies Betreiben der Vorrichtung gewährleistet, sodass immer mindestens ein Gießofen mit Metallschmelze optimaler Qualität zum Gießen zur Verfügung steht. Nach dem Bereitstellen der Metallschmelze in den ersten Gießofen verbleibt etwa eine materialabhängige Verarbeitungsdauer von beispielsweise 90 Minuten, um die Metallschmelze in die Gießformen zu gießen. Nach Ablauf dieser Verarbeitungsdauer oder wenn der Gießofen entleert ist, kann ein zweiter Ofen mit Metallschmelze unmittelbar bereitgestellt und zum weiteren Füllen von

Gießformen genutzt werden. Ein Stillstand der Vorrichtung, insbesondere ein Unterbrechen des Füllens der Gießformen während des Befüllens des ersten Gießofens ist dadurch vermieden. Die Auslastung und der Gesamtwirkungsgrad der Vorrichtung sind dadurch zusätzlich erhöht.

[0037] Eine Vorrichtung, bei der die Adaptereinheit und/oder die Verbindungsleitung aus Keramikmaterial hergestellt sind, weist eine besonders hohe Lebensdauer auf. Die Standzeit der thermisch und/oder mechanisch hoch belasteten Komponenten, also der Adaptereinheit und der Verbindungsleitung, ist erhöht. Insbesondere sind Adaptereinheit und/oder die Verbindungsleitung aus Siliziumnitrit hergestellt. Es ist insbesondere möglich, das Adaptergehäuse und die Verbindungsleitung einstückig, also als einteilige Komponente, auszuführen. Es ist aus denkbar, hochbeanspruchte Komponenten als Keramikeinsätze auszuführen und/oder mit keramischem Material, insbesondere Zirkondioxid (ZrO₂) beschichtetes Material.

[0038] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- 25 Fig. 1 eine Vorrichtung zum Gießen von Metall mit einem zwischen zwei Gießformen verlagerbaren Gießofen,
- Fig. 2 einen Längsschnitt durch den Gießofen gemäß Fig. 1 mit der über eine Steigleitung und eine Adaptereinheit verbundene Gießform,
- 30 Fig. 3 eine vergrößerte Ansicht des Details III in Fig. 2,
- 35 Fig. 4 eine Fig. 3 entsprechende Darstellung einer Anordnung der Adaptereinheit zum Unterbrechen der Fluidverbindung zwischen Gießofen und Gießform,
- 40 Fig. 5 eine Fig. 4 entsprechende Darstellung einer Anordnung der Adaptereinheit zum Belüften der Fluidverbindung,
- 45 Fig. 6 eine Fig. 5 entsprechende Darstellung in einer Anordnung der Adaptereinheit zum Nachdrücken,
- Fig. 7 eine perspektivische, vergrößerte Einzeldarstellung des Kolbens der Adaptereinheit,
- 50 Fig. 8 eine Fig. 1 entsprechende Darstellung einer weiteren Ausführung einer Vorrichtung mit einem Gießkarussell,
- 55 Fig. 9 eine Fig. 1 entsprechende Darstellung einer weiteren Ausführung einer Vorrichtung mit einer Reihenanordnung der Gießformen,

Fig. 10 eine Fig. 1 entsprechende Darstellung einer weiteren Ausführung einer Vorrichtung mit einer erweiterten Reihenanlage und

Fig. 11 eine Fig. 10 entsprechende Darstellung einer weiteren Ausführung einer Vorrichtung mit einer mehrfach belegten Reihenanlage.

[0039] Eine in Fig. 1 bis 7 dargestellte Ausführung einer Vorrichtung 1 ist als sogenanntes Maschinenduo ausgeführt. Die Vorrichtung 1 dient zum Niederdruckgießen von Aluminium.

[0040] Die Vorrichtung 1 umfasst einen ersten Gießofen 2, in dem Aluminium erwärmt und die Aluminium-Schmelze bereitgestellt wird. Der erste Gießofen 2 ist mittels einer antreibbaren Rollenfördereinrichtung 3 linear entlang einer ersten Gießofenförderrichtung 4 verlagbar.

[0041] Entlang der ersten Gießförderrichtung 4 sind zwei Gießform-Stationen 5 nebeneinander angeordnet. Die Gießform-Stationen 5 sind an sich identisch ausgeführt. Jede Gießform-Station 5 weist ein rahmenartiges Portal 6 auf mit mehreren Vertikalstützen 7 und Horizontalträgern 8. An dem Portal 6 ist eine Gießform 9 vorgesehen. In einem unteren Ständerabschnitt des Portals 6 ist die Rollenfördereinrichtung 3 mit dem ersten Gießofen 2 angeordnet. In einem oberen Gießform-Abschnitt des Portals 6 ist die Gießform 9 angeordnet. Der vertikale Abstand der Gießform 9 zu der Rollenfördereinrichtung 3 ist derart gewählt, dass der erste Gießofen 2 mit der jeweils darüber angeordneten Gießform 9 koppelbar ist. Bei der in Fig. 1 gezeigten Anordnung ist der erste Gießofen 2 mit der Gießform 9 der links dargestellten Gießformstation 5 gekoppelt.

[0042] Die Gießform 9 ist mehrteilig ausgeführt und weist vier in einer Ebene relativ zueinander verlagerebare Gießform-Seitenteile 10 auf. Die Gießform-Seitenteile 10 sind jeweils mittels eines Hydraulikzylinders in der Ebene verlagierbar. Senkrecht zu dieser Ebene ist ein Gießform-Oberteil 11 mittels eines Hub-Portals 12 verlagierbar. An einer Unterseite ist dem Gießform-Oberteil 11 ein Gießform-Unterteil 50 gegenüberliegend angeordnet. Das Gießform-Unterteil 50 ist plattenförmig ausgeführt mit einer Zugangsöffnung zum Zuführen der Metallschmelze. Das Gießform-Unterteil 50 ist insbesondere fest, insbesondere unbeweglich, an der Gießformstation 5 gehalten. Zum Schließen der Gießform 9, die auch als Kokille bezeichnet wird, werden die Gießform-Seitenteile 10 und das Gießform-Oberteil 11 verlagert.

[0043] In der in Fig. 1 links dargestellten Gießform 9 sind die Seitenteile 10 und das Oberteil 11 in einer geschlossenen Anordnung der Gießform. In dieser Anordnung kann die Gießform 9 mit Metallschmelze gefüllt werden. Die in Fig. 1 rechts dargestellte Gießform-Station 5 zeigt die Gießform 9 in der Entformungs-Anordnung. Die Seitenteile 10 und das Oberteil 11 sind voneinander beabstandet angeordnet. In dieser Anordnung kann ein hergestelltes Gussteil entformt werden.

[0044] Benachbart zu der Rollenfördereinrichtung 3 und senkrecht zu der ersten Gussförderrichtung 4 ist eine weitere Rollenfördereinrichtung 13 vorgesehen, die im Wesentlichen identisch zu der ersten Rollenfördereinrichtung 3 ausgeführt ist. An der Rollenfördereinrichtung 13 ist ein zweiter Gießofen 14 angeordnet. Der zweite Gießofen 14 kann entlang der ersten Gießofenförderrichtung 4 auf der Rollenfördereinrichtung 13 verlagert werden. Gemäß der gezeigten Anordnung in Fig. 1 ist der zweite Gießofen 14 vor der rechts dargestellten Gießform-Station 5 angeordnet. Sowohl die Rollenfördereinrichtung 3 als auch die Rollenfördereinrichtung 13 ermöglichen einen Wechsel der Gießöfen 2, 14 senkrecht zur ersten Gießofenförderrichtung 4, also entlang einer Querförderrichtung 15. Entlang der Querförderrichtung 15 ist ein Gießofenaustausch möglich.

[0045] Der erste Gießofen 2 weist einen Innenbehälter 16 auf mit einem oberen Zylinderabschnitt und einem einstückig daran angeformten Kugelkalotten-abschnitt. Der Innenbehälter 16 kann auch als Tiegel bezeichnet werden. Der Innenbehälter 16 ist standardmäßig auch in anderen geometrischen Formen verfügbar. Der Innenbehälter 16 ist von einer thermischen Isolierschicht 17 umgeben, um den Wärmeverlust während des Gießverfahrens zu reduzieren. Sofern die Isolierschicht 17 des Gießofens 2 ausreichend ausgeführt ist, ist es vorstellbar, dass der Gießofen 2 keine separate Heizung aufweist. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass eine separate Beheizung an dem Gießofen 2 vorgesehen ist, um eine ausreichende Temperierung der Metallschmelze 22 zu gewährleisten. Insbesondere ist es denkbar, dass der Gießofen bei jedem zweiten oder dritten Abguss zusätzlich extern beheizt wird. Das Beheizen erfolgt insbesondere, während der Gießofen 2 in der Gießformstation 5 angeordnet ist. Insbesondere kann an der Gießformstation 5 ein Anschluss zum Beheizen, insbesondere zum elektrischen Beheizen, vorgesehen sein. Der Anschluss zum elektrischen Beheizen ist insbesondere derart ausgeführt, dass der Gießofen 2 automatisch mit dem Anschluss gekoppelt wird, wenn er sich in der Anordnung zum Befüllen der Gießform 9 befindet. Zusätzlich ist ein nicht dargestellter Luftanschluss für die Luftversorgung vorgesehen. An den Luftanschluss kann eine Leitung zum Anschließen an eine zentrale Luftversorgung vorgesehen sein. In diesem Fall ist die Steuerung des Fülldrucks im Gießofen 2 Teil der Ofeneinheit, also des Gießofens 2. Es ist auch möglich, über dem Luftanschluss eine geregelte Luftzufuhr vorzusehen. In diesem Fall ist die Steuerung des Gießofens 2 stationär ausgeführt.

[0046] An einer Oberseite ist der Innenbehälter 16 mit einem Deckel 18 druckdicht verschließbar. Der Deckel 18 ist an einer Innenseite nach außen hin isoliert. Der Gießofen 2 weist eine nicht dargestellte druckdichte Verbindungsleitung nach außen auf, um die Druckatmosphäre oberhalb der Schmelze erhöhen zu können. Der Deckel 18 weist eine Deckelöffnung 19 auf, die insbesondere zentrisch am Deckel 18 angeordnet sein kann.

Bei einer Umrüstung einer bestehenden Vorrichtung kann ein Adapter erforderlich werden, um einen seitlichen Versatz eines Steigrohrs 24 und/oder eines Adaptergehäuses 25 auszugleichen. Dadurch ist es möglich, einen existierenden Gießofen unmittelbar zu nutzen. Ein Ersetzen des Gießofens ist entbehrlich. Durch die Deckelöffnung 19 ist ein Entnahmerohr 20 in den Innenbehälter 16 geführt. Das Entnahmerohr 20 ist gegen eine Federkraft eines Wellenkompensators 21 in den Innenraum des Innenbehälters 16 eindrückbar. Mittels der Federkraft des Wellenkompensators 21 kann die Trennstelle zwischen dem Entnahmerohr 20 und dem Steigrohr 24 druckdicht verbunden werden. Das Entnahmerohr 20 wird auch als Ofensteigrohr bezeichnet. Zur verbesserten Abdichtung können zusätzliche Dichtelemente im Bereich der Trennstelle eingesetzt werden, die nicht dargestellt sind. Der Wellenkompensator 21 vereinfacht den Wechsel von Gießöfen 2. Grundsätzlich ist es auch möglich, eine aus dem Stand der Technik bekannte Steigrohranordnung zu verwenden, bei der das Steigrohr 24 fest am Deckel 18 fixiert ist. Bei dieser Ausführungsform ist die Dichtheit dadurch garantiert, dass der Gießofen 2 mit der Gießform 9 verpresst ist und zusätzliche Dichtelemente eingesetzt werden.

[0047] Der Innenbehälter 16 ist mit einer Metallschmelze, insbesondere mit geschmolzenem Aluminium 22, gefüllt. Der Gießofen 2, insbesondere das Entnahmerohr 20, ist mit der Gießform 9 über eine Adaptereinheit 23 verbunden. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel weist die Adaptereinheit 23 ein im Wesentlichen konzentrisch zum Entnahmerohr 20 angeordnetes Steigrohr 24 als Verbindungsleitung auf. Mit dem Steigrohr 24 ist ein Adaptergehäuse 25 verbunden, das eine Gehäuselängsachse 26 aufweist. In dem Adaptergehäuse 25 ist ein Kolben 27 angeordnet.

[0048] Das Steigrohr 24 weist einen im Wesentlichen L-förmigen Strömungskanal auf, der sich in Verlängerung des Entnahmerohrs 20 vertikal nach oben erstreckt und an einem oberen Ende des Steigrohrs 24 einen 90°-Bogen aufweist. Ein in dem Adaptergehäuse 25 gebildeter Strömungskanal ist ebenfalls im Wesentlichen L-förmig ausgeführt. Die beiden Strömungskanäle im Steigrohr 24 und im Adaptergehäuse 25 ermöglichen eine Fluidverbindung zwischen dem Gießofen 2 und der Gießform 9. Die Strömungskanäle sind derart miteinander verbunden, dass die Fluidverbindung im Wesentlichen S-förmig ausgeführt ist.

[0049] Der Übergang vom Steigrohr 24 zu dem Adaptergehäuse 25 ist konisch ausgeführt. Dadurch ist gewährleistet, dass beim Entlüften die Metallschmelze 22 gänzlich und insbesondere selbstständig aus dem Steigrohr 24 in den Gießofen 2 zurückfließt.

[0050] Im Folgenden wird anhand der Fig. 3 bis 7 der Aufbau der Adaptereinheit 23 näher erläutert. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind Adaptergehäuse 25 und Steigrohr 24 als separate, eigenständige Komponenten ausgeführt. Es ist auch denkbar, das Adaptergehäuse 25 mit dem Steigrohr 24 einteilig auszuführen.

Insbesondere ist es denkbar, ein einteiliges Bauteil aus Keramikwerkstoff herzustellen. Die Herstellung kann dadurch vereinfacht sein. Die getrennte Ausführung gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel hat den Vorteil, dass unterschiedliche Werkstoffe verwendet werden können. Es ist insbesondere dadurch möglich, eine anforderungsgerechte Auswahl der Werkstoffe für Steigrohr 24 und Adaptergehäuse 25 zu wählen.

[0051] Entlang der Gehäuselängsachse 26 ist ein Kolben 27 verlagerbar. Der Kolben 27 ist um die Gehäuselängsachse 26 in dem Adaptergehäuse 25 drehbar. In dem Adaptergehäuse 25 ist ein Schmelzereservoir 28 vorgesehen, das der Gießform 9 zugewandt ist. Das Schmelzereservoir 28 ist als im Wesentlichen kegelförmige Ausnehmung ausgeführt. In dieser Ausnehmung kann Schmelze während des Füllens der Gießform 9 bevorratet sein. Durch das Schmelzereservoir 28 ist gewährleistet, dass ausreichend Metallschmelze 22 für das Nachdrücken zur Verfügung steht. Das Adaptergehäuse 25 weist eine Querbohrung 29 auf, die eine Verbindung des Schmelzereservoirs 28 mit dem Fluidkanal in dem Steigrohr 24 ermöglicht. Die Querbohrung 29 ist in Fig. 3 dargestellt. Das Adaptergehäuse 25 weist ferner eine Entlüftungsbohrung 51 auf. Die Entlüftungsbohrung 51 ist entlang der Gehäuselängsachse 26 im Wesentlichen auf identischer Höhe mit der Querbohrung 29 angeordnet. Bezogen auf einen Drehwinkel um die Gehäuselängsachse 26 sind die Querbohrung 29 und die Entlüftungsöffnung 51 beabstandet zueinander angeordnet. Typischerweise sind die Querbohrung 29 und die Entlüftungsöffnung 51 durch den Kolben 27, der in dem Adaptergehäuse 25 angeordnet ist, insbesondere während des Füllens der Gießform 9 nicht miteinander in Fluidverbindung.

[0052] Konzentrisch zu der Querbohrung 29 ist in dem Kolben 27 eine strömungsgünstige Ausnehmung als Weiterführung des Fluidkanals ausgeführt. Die strömungsgünstige Ausnehmung bewirkt, dass Turbulenzen der Metallschmelze 22 beim Füllen der Gießform 9 vermieden werden.

[0053] An einer Außenseite des Kolbens 27 ist eine Öffnung 30 angeordnet, die dem Schmelzekanal in dem Steigrohr 24 zugewandt ist. Die Öffnung 30 ist insbesondere in Fig. 3, 5 und 6 erkennbar. Die Öffnung 30 ermöglicht ein Zuführen von Luft und/oder Gas in das Steigrohr 24. Die Öffnung 30 dient zum Belüften der Fluidverbindung zwischen Kolben 27 und Gießofen 2.

[0054] Die Öffnung 30 ist an einer äußeren Zylindermantelfläche als nutförmige Vertiefung des Kolbens 27 ausgeführt. Die nutförmige Vertiefung erstreckt sich entlang der äußeren Zylindermantelfläche des Kolbens 27 entlang eines Drehwinkelbereichs bezogen auf eine Längsachse des Kolbens 27. Der Drehwinkelbereich beträgt gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel etwa 90°. Wesentlich ist, dass der Drehwinkelbereich groß genug ist, dass die Öffnung 30 als Luftverbindungs kanal dienen kann. Insbesondere ist die Öffnung 30 sacklochartig ausgeführt. Das bedeutet, dass die Öffnung 30

keine Durchgangsöffnung ist und insbesondere eine Verbindung des Schmelzereservoirs 28 mit dem Steigrohr 24 durch die Öffnung 30 nicht gegeben ist. Entlang eines Drehwinkels um die Gehäuselängsachse 26 sind die Öffnung 30 und die Querbohrung 29 beabstandet voneinander an einer Außenseite des Kolbens 27 angeordnet.

[0055] Der Kolben 27 ist mit einer nicht dargestellten Antriebseinheit verbunden, die die Verlagerung des Kolbens 27 entlang einer Nachdrückrichtung 31, also entlang der Gehäuselängsachse 26, oder eine Drehung um die Gehäuselängsachse 26 unabhängig voneinander oder in Kombination miteinander ermöglicht.

[0056] In einem unteren, dem der Gießform 9 abgewandten Abschnitt weist der Kolben 27 eine Kühlbohrung 32 auf. Die Kühlbohrung 32 dient zum Zuführen bzw. Durchströmen des unteren Kolbenabschnitts mit einem Kühlmittel. Die Kühlbohrung 32 kann auch dazu genutzt werden, den Kolben 27 zu beheizen oder in anderer Weise zu temperieren.

[0057] Nachfolgend wird anhand von Fig. 1 bis 7 ein Verfahren zum Gießen von Metall, insbesondere von Aluminium, näher erläutert. Zunächst wird Aluminium als Metallschmelze 22 in dem ersten Gießofen 2 bereitgestellt. Der Gießofen 2 wird unter der zu füllenden, gemäß Fig. 1 links angeordneten, Gießform 9 positioniert und mittels der Adaptereinheit 23 gekoppelt. Das Koppeln erfolgt dadurch, dass das Steigrohr 24 auf einem endseitigen Flansch des Entnahmerohrs 20 aufgesetzt wird. Sobald der Gießofen 2 mit der Gießform 9 druckdicht verbunden ist, wird der Innenraum des Gießofens 2 mit Druck beaufschlagt. Durch die Druckbeaufschlagung steigt die Metallschmelze 22 über das Entnahmerohr 20, das Steigrohr 24 und das Adaptergehäuse 25 in die Gießform 9. Eine Anordnung der Adaptereinheit 23 zum Füllen der Gießform 9 ist in Fig. 2 und 3 gezeigt. Wie es sich insbesondere aus Fig. 3 ergibt, ist der Kolben 27 während des Füllens der Gießform 9 mit der Öffnung 30 von der Querbohrung 29 beabstandet angeordnet. Insbesondere ist die Querbohrung 29 von der Entlüftungsöffnung 51 fluiddicht getrennt. Eine Fluidverbindung zwischen der Querbohrung 29 und der Entlüftungsöffnung 51 liegt während des Füllens der Gießform 9 nicht vor.

[0058] Nachdem die Gießform 9 vollständig mit Metallschmelze 22 gefüllt ist, wird der Kolben 27 um die Gehäuselängsachse 26 gedreht. Durch das Drehen wird das Schmelzreservoir 28 von der Querbohrung 29 getrennt. Eine durchgängige Fluidverbindung liegt dann nicht vor. Die Fluidverbindung ist unterbrochen. Diese Anordnung ist in Fig. 4 dargestellt.

[0059] Es ist auch denkbar, dass die Gießform 9 nicht vollständig mit Metallschmelze 22 gefüllt ist. In diesem Fall erfolgt das Füllen der Gießform 9 durch eine Axialverlagerung des Kolbens 27 entlang der Gehäuselängsachse 26, insbesondere indem Metallschmelze 22 aus dem Schmelzereservoir 28 in die nicht vollständig gefüllte Gießform 9 gedrückt wird.

[0060] Dadurch, dass das Unterbrechen der Fluidverbindung durch eine Drehung des zylindrischen Kolbens

erfolgt, ist dieser Verfahrensschritt isobar. Eine zusätzliche Druckbeaufschlagung der Metallschmelze 22 in dem Schmelzereservoir 28 und insbesondere in der Gießform 9 erfolgt nicht. In der in Fig. 4 gezeigten Anordnung besteht keine direkte Fluidverbindung zwischen dem Gießofen 2 und der Gießform 9, insbesondere nicht über die Metallschmelze 22. Aufgrund des Pipetten-Effekts verbleibt die Metallschmelze auch bei unterbrochener Fluidverbindung zunächst in der Steigleitung 24, obwohl der Gießofen 9 entlüftet ist.

[0061] Durch weiteres Drehen des Kolbens 27 um die Gehäuselängsachse 26 wird die Öffnung 30 freigelegt. Das bedeutet, dass durch das Drehen des Kolbens 27 die nutförmige Vertiefung 30 eine Fluidverbindung zwischen der Querbohrung 29 und der Entlüftungsöffnung 51 ermöglicht. Dadurch wird die Fluidverbindung von einem dem Gießofen 2 abgewandten Ende des Steigrohrs 24 belüftet. Aus Darstellungsgründen ist in Fig. 6 die Metallschmelze im Adaptergehäuse 25 nicht und der Kolben 27 teilgeschnitten dargestellt. Zum Belüften des Steigrohrs 24 dient eine Luftzuführöffnung im Adaptergehäuse 25. Bezogen auf die Querbohrung 29 ist die Luftzuführöffnung um einen Drehwinkel von etwa 10° bis 30° um die Gehäuselängsachse 26 angeordnet. Die nicht dargestellte Luftzuführöffnung korrespondiert mit der Öffnung 30, die insbesondere als Außennut im Kolben 24 ausgeführt ist. Die Metallschmelze 22 kann selbsttätig infolge der Schwerkraft aus dem Steigrohr 24 zurück in den Gießofen 2 fließen. Der Gießofen 2 kann von der Gießform 9 getrennt werden. Insbesondere erfolgt die Trennung des Gießofens 2 von der Gießform 9 während die Schmelze 22 in der Gießform 9 noch flüssig ist. Mittels der Adaptereinheit kann der Gießofen 2 von der Gießform 9 thermisch und mechanisch entkoppelt werden.

[0062] Durch eine Axialverlagerung entlang der Nachdrückrichtung 31 des Kolbens 27 kann die Schmelze in der Gießform 9 nachgedrückt werden.

[0063] Der Gießofen 2 wird nach dem Füllen der Gießform 9 in der links dargestellten Gießformstation 5 und nach dem Belüften der Fluidverbindung entkoppelt und mittels der Rollenfördereinrichtung 3 unterhalb der Gießform 9 der rechts dargestellten Gießformstation 5 angeordnet. Anschließend wird die Gießform 9 geschlossen und mit dem Gießofen 2 zum Füllen verbunden. Die Verbindung erfolgt insbesondere unkompliziert über die Adaptereinheit 23. Das Schließen der Gießform 9 und das Verlagern des Gießofens 2 erfolgt unabhängig voneinander.

[0064] Ein linearer Wechsel zwischen den beiden Gießformstationen 5 erfolgt so lange, bis die in dem ersten Gießofen 2 bevorratete Metallschmelze beispielsweise durch Zeitablauf nicht mehr verarbeitbar ist und/oder die Metallschmelze 22 aufgebraucht ist. In diesem Fall wird der erste Gießofen 2 über die Rollenfördereinrichtungen 3, 13 zum Nachfüllen gefördert und der zweite Gießofen 14 zum weiteren Betreiben der Vorrichtung 1 unter eine der Gießformstationen 5 entlang der Querrör-

derrichtung 15 gefördert.

[0065] Die Vorrichtung 1 ermöglicht ein unterbrechungsfreies Betreiben. Die Stillstandzeiten sind minimiert und insbesondere ausgeschlossen. Eine optimale Qualität der Metallschmelze 22 ist gewährleistet.

[0066] In Fig. 8 ist eine weitere Ausführung einer Vorrichtung dargestellt, wobei mehrere Gießformstationen 5, gemäß der gezeigten Ausführungsform sechs Stück, auf einem Rundtaktisch 33 in Form eines Gießkarussells angeordnet sind. Der Rundtaktisch 33 ist um eine vertikale Drehachse 34 derart drehbar, dass eine jeweils zu füllende Gießform 9 einer Gießformstation 5 oberhalb des in einer Gießposition befindlichen Gießofens 2 anordenbar ist. Die Relativverlagerung zwischen Gießform 9 und Gießofen 2 erfolgt insbesondere durch Drehen des Rundtaktisches um die vertikale Drehachse 34 um einen Winkelbetrag von 60°. Sobald der in der Gießposition befindliche Gießofen 2 entleert ist, kann ein unterbrechungsfreier Betrieb der Vorrichtung 35 durch den zweiten Gießofen 14 gewährleistet werden.

[0067] Es ist denkbar, dass der Gießofen 2 an einem Rundtaktisch 33 angeordnet ist und die Gießformstationen 5 statisch angeordnet sind.

[0068] Der Austausch der Gießöfen 2, 14 erfolgt bei der Vorrichtung 35 in dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 8 analog der ersten Ausführungsform mit den Rollenfördereinrichtungen 3, 13. Es ist alternativ möglich, andere Fördereinrichtungen vorzusehen, die eine lineare und/oder rotatorische Förderung der Gießöfen 2, 14 ermöglichen. Es sind auch Stetigförderer, schienengebundene Systeme und/oder führerlose Transportsysteme möglich. Insbesondere ist auch eine Kombination mehrerer dieser Systeme möglich.

[0069] In Fig. 9 ist eine weitere Ausführung einer Vorrichtung dargestellt, wobei die Gießformstationen 5 als Reihenanlage ausgeführt sind. Der wesentliche Unterschied gegenüber der ersten Ausführungsform besteht darin, dass vier Gießformstationen 5 nebeneinander in einer Reihe angeordnet sind.

[0070] Grundsätzlich ist es denkbar, dass der Gießofen 2 statisch ausgeführt ist und eine Relativverlagerung durch einen Transport der Gießformen 9 erfolgt. Wesentlich ist, dass ein zyklisches Verfahren vorgesehen ist, das bedeutet, dass eine Füllreihenfolge durch eine Füllrichtung 37 für die Vorrichtung 36 in Fig. 9 vorgegeben ist. Das bedeutet, dass die Füllformen 9 gemäß der Darstellung in Fig. 9 von links nach rechts gefüllt werden. Sofern die in Fig. 9 rechts dargestellte Gießform 9 gefüllt ist, beginnt ein neuer Füllzyklus bei der in Fig. 9 links dargestellten Gießform 9 der Gießformstation 5. Es ist aber auch möglich, dass nach dem Füllen der in Fig. 9 rechts dargestellten Gießform 9 der Gießofen 2 zu der benachbarten Gießform 9 transportiert wird. In diesem Fall ist die Füllrichtung 37 von rechts nach links orientiert. Grundsätzlich ist es also denkbar, dass die Füllrichtung 37 in beide Richtungen entlang der Rollenfördereinrichtung 3 orientiert sein kann.

[0071] Auch hier ist ein zweiter Gießofen 14 vorgese-

hen, um eine unterbrechungsfreien Ablauf zu gewährleisten.

[0072] Der Gießofenaustausch geschieht während der Kühlphase, sodass gewährleistet ist, dass die Gießform 9 im Wesentlichen immer Betriebstemperatur aufweist und ein unbeabsichtigtes Abkühlen nicht erfolgt. Nachdem die letzte Gießform 9 gefüllt ist, kann der Gießofen 2 wieder zurück zur ersten Gießstation 5 gefördert und anschließend zum weiteren Füllen von Gießformen 9 verwendet werden. Insbesondere kommt der zweite Gießofen 14 erst dann zum Einsatz, wenn der erste Gießofen 2 entleert ist.

[0073] In Fig. 10 ist eine weitere Ausführung einer Vorrichtung 38 dargestellt. Die Vorrichtung 38 entspricht im Wesentlichen der Vorrichtung 36 in Fig. 9, wobei insgesamt acht Gießformstationen 5 vorgesehen sind. Der erste Gießofen 2 füllt sequentiell die in Reihe angeordneten Gießformen 9 der Gießformstationen 5. Sofern der erste Gießofen 2 das Ende der Reihe entlang der Füllrichtung 37 erreicht hat, also gemäß Fig. 10 die rechts dargestellte Gießformstation 5 erreicht hat, wird ein neuer Gießformzyklus dadurch gestartet, dass der zweite Gießofen 14 aus der Warteposition an der Rollenfördereinrichtung 13 zu der ersten Gießformstation 5, die in Fig. 10 links dargestellt ist, entlang der Querförderrichtung 15 transportiert wird. Entsprechend wird der erste Gießofen 2 von der Rollenfördereinrichtung 3 entlang der Querförderrichtung 15 auf die Rollenfördereinrichtung 13 zurücktransportiert und entgegen der Füllrichtung 37 auf der Rollenfördereinrichtung 13 zurück in die Warteposition vor der ersten Gießformstation 5 positioniert. Bei der Vorrichtung 38 ist es auch möglich, dass der erste Gießofen 2 und der zweite Gießofen 14 gleichzeitig auf der Rollenfördereinrichtung 3 zum Füllen von Gießformen 9 verwendet werden. Die Gießöfen 2, 14 werden in einem bestimmten Abstand, der zeitlich oder geometrisch definiert sein kann, zueinander betrieben. Die Anzahl der Gießformstationen 5, die sich in diesem Abstand befinden, hängt insbesondere von der Taktzeit des Gussteils ab. Zusätzlich sind ein dritter Gießofen 39 und ein vierter Gießofen 40 vorgesehen. Der dritte und der vierte Gießofen 39, 40 werden gießfertig gemacht und stehen bereit, sobald der erste Gießofen 2 und/oder der zweite Gießofen 14 entleert sind.

[0074] In Fig. 11 ist eine weitere Ausführung einer Vorrichtung 41 dargestellt, bei der mehrere, insbesondere zwei erste Gießöfen 2 zum Füllen von Gießformen parallel genutzt werden. Entsprechend sind zwei zweite Gießöfen 14 in Warteposition und zwei dritte Gießöfen 39 für den Austausch vorgesehen. In Abhängigkeit des Aufnahmevermögens des Gießofens, des Gussteilgewichts und der Taktzeit zum Füllen der Gießform 9 kann die Anzahl der Gießformstationen 5 und/oder der Gießöfen 2 festgelegt werden.

[0075] Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich für verschiedene Arten von Gießgestellen, insbesondere ist die Ausführung des Gießgestells für die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens unerheblich. Insbe-

sondere ist es unerheblich, ob die Kernzüge des Gießgestells auf einer Grundplatte montiert sind, an Säulen hängend ausgeführt sind oder sich als Pinolenzüge mit der beweglichen Aufspannplatte auf- und abbewegen. Die Art der Verlagerbarkeit der Gießöfen ist für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ebenfalls unerheblich. Es ist denkbar, Rollenförderer oder schienengebundene und/oder führerlose Transportsysteme einzusetzen. Für das erfindungsgemäße Verfahren ist auch die Ausführung der Kokille zur Herstellung des Gussteils unerheblich. Es können gemauerte Gießöfen, die über Deckenheizelemente temperiert werden, verwendet werden. Es ist auch möglich, Tiegelöfen, welche mittels Meanderelementen beheizt werden, eingesetzt werden. Es sind auch hochisolierende Gießöfen denkbar, welche beispielsweise mittels Tauchheizkörpern beheizt werden. Insbesondere sind das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung nicht auf die konkreten Ausführungsbeispiele, bei welchen exemplarisch als Gießgestell ein Portal, der Wechsel Gießöfen über Rollenförderer, als Kokille eine Räderkokille und der Gießofen als Isolierofen ausgeführt sind, beschränkt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Gießen von Metall umfassend die Verfahrensschritte
 - Bereitstellen von Metallschmelze (22) in einem Gießofen (2),
 - Füllen der Metallschmelze (22) aus dem Gießofen (2) in eine Gießform (9),
 - aktives Unterbrechen einer Fluidverbindung zwischen dem Gießofen (2) und der Gießform (9) durch Drehen eines Kolbens (27) um eine Gehäuselängsachse (26) in einem Adaptergehäuse (25),
 - Entlüften des Gießofens (2),
 - aktives Belüften der Fluidverbindung.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** Nachdrücken auf die Metallschmelze (22) in der Gießform (9) mittels einer Adaptereinheit (23), insbesondere nach dem Unterbrechen der Fluidverbindung, wobei das Nachdrücken insbesondere durch Axialverlagerung eines Kolbens (27) in einem Adaptergehäuse (25) erfolgt, wobei insbesondere ein aktives Kühlen der Adaptereinheit (23) vorgesehen ist, insbesondere während und/oder nach dem Nachdrücken.
3. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Bündeln mehrerer Gießformen (9) und Drehen der gebündelten Gießformen unter aktivem Speisungsdruck, wobei die Drehachse insbesondere horizontal orientiert ist.

4. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen maximalen Fülldruck in dem Gießofen (2) zum Füllen der Metallschmelze (22) in die Gießform (9), wobei der maximale Fülldruck kleiner ist als 0,5 bar.
5. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Entformen eines Gussteils aus der Gießform (9), insbesondere mittels der Adaptereinheit (23).
6. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Unterbrechen der Fluidverbindung isobar erfolgt, insbesondere isobares Abschneiden der Schmelze durch Drehung eines Kolbens (27) in einem Adaptergehäuse (25).
7. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Trennen des Gießofens (2) von der Gießform (9), insbesondere Trennen einer Verbindungsleitung (24) von dem Gießofen (2), insbesondere nach einem thermischen Entkoppeln des Gießofens (2) von der Gießform (9).
8. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Bereitstellen weiterer Metallschmelze für folgende Gießzyklen während der Erstarrungsphase des Gießzyklus, insbesondere durch Austausch des zumindest teilweise entleerten Gießofens (2) durch einen befüllten Gießofen (2) und/oder durch Wiederbefüllen des zumindest teilweise entleerten Gießofens (2) mit Metallschmelze (22).
9. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine entlang der Fluidverbindung zu dem Gießofen (2) beabstandet angeordnete Öffnung (30), die insbesondere zum aktiven Belüften der Fluidverbindung freigegeben wird, wobei zum aktiven Belüften insbesondere ein Speichervolumen in Form eines druckbeaufschlagten Gases, insbesondere eines inerten Gases, durch die Öffnung (30) der Fluidverbindung zugeführt wird.
10. Verfahren gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** Verbinden des Gießofens (2) mit mindestens einer zweiten Gießform (9) nach dem Trennen der ersten Gießform (9), insbesondere während des Abkühlens der Metallschmelze (22) in der ersten Gießform (9).
11. Adaptereinheit (23) zum Entkoppeln eines Gießofens (2) von einer Gießform (9) mit einem eine Gehäuselängsachse (26) aufweisenden Adaptergehäuse (25),
gekennzeichnet durch

- einen um die Gehäuselängsachse (26) drehantreibbaren Kolben (27),
- ein in dem Adaptergehäuse (25) angeordnetes, der Gießform (9) zugewandtes Schmelzereservoir (28),
- eine Querbohrung (29) des Adaptergehäuses (25), die eine Verbindung des Schmelzereservoirs (28) mit einem Fluidkanal in einem Steigrohr (24) ermöglicht,

sodass durch Drehen des Kolbens (27) um die Gehäuselängsachse (26) das Schmelzereservoir (28) von der Querbohrung (29) trennbar und die Fluidverbindung unterbrechbar sind.

12. Adaptereinheit gemäß Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (27) eine Öffnung (30) zum aktiven Belüften einer mit dem Adaptergehäuse (25) verbindbaren Verbindungsleitung (24) aufweist.

13. Vorrichtung zum Gießen von Metall mit

- einem Gießofen (2) zum Bereitstellen von Metallschmelze (22),
- mindestens einer Gießform (9),
- mindestens einer Adaptereinheit (23) gemäß Anspruch 11 oder 12.

14. Vorrichtung gemäß Anspruch 13, **gekennzeichnet durch** mehrere Gießformen (9), insbesondere in einer rasterartigen oder konzentrischen Anordnung, wobei insbesondere mindestens ein zweiter Gießofen (14) vorgesehen ist zum Bereitstellen von Metallschmelze, wenn der erste Gießofen (2) entleert ist.

15. Vorrichtung gemäß Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Adaptereinheit (23) und/oder die Verbindungsleitung (24) aus Keramikmaterial hergestellt sind, wobei das Adaptergehäuse (25) und die Verbindungsleitung (24) insbesondere einstückig ausgeführt sind.

Claims

1. Process for casting metal comprising the process steps of

- providing metal melt (22) in a casting furnace (2),
- filling the metal melt (22) from the casting furnace (2) into a casting mold (9),
- actively interrupting a fluid connection between the casting furnace (2) and the casting mold (9) by a rotation of a piston (27) around a longitudinal housing axis (26) in an adapter housing (25),

- venting the casting furnace (2),
- actively aerating the fluid connection.

2. Process according to claim 1, **characterized by** pressing the metal melt (22) into the casting mold (9) by means of an adapter unit (23), in particular after the interruption of the fluid connection, wherein the holding pressure in particular is performed by an axial displacement of a piston (27) in an adapter housing (25), wherein in particular an active cooling of the adapter unit (23) is intended, in particular during and/or after the pressing.

3. Process according to any one of the preceding claims, **characterized by** bunching a plurality of casting molds (9) and rotating the bunched casting molds under active feeding pressure, wherein the axis of rotation in particular is oriented horizontally.

4. Process according to any one of the preceding claims, **characterized by** a maximal filling pressure in the casting furnace (2) for filling the metal melt (22) into the casting mold (9), wherein the maximal filling pressure is lower than 0.5 bar.

5. Process according to any one of the preceding claims, **characterized by** demolding a cast piece from the casting mold (9), in particular by means of the adapter unit. (23).

6. Process according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the interruption of the fluid connection takes place in an isobaric manner, in particular as an isobaric cutting off of the melt by a rotation of a piston (27) in an adapter housing (25).

7. Process according to any one of the preceding claims, **characterized by** a separation of the casting furnace (2) from the casting mold (9), in particular a separation of a connecting line (24) from the casting furnace (2), in particular after a thermal decoupling of the casting furnace (2) from the casting mold (9).

8. Process according to any one of the preceding claims, **characterized by** providing further metal melt for subsequent casting cycles during the solidification phase of the casting cycle, in particular by replacing the at least partially emptied casting furnace (2) with a filled casting furnace (2) and/or by refilling the at least partially emptied casting furnace (2) with metal melt (22).

9. Process according to any one of the preceding claims, **characterized by** an opening (30) arranged along the fluid connection towards the casting furnace (2) in a spaced manner, which in particular is released for aerating the fluid connection actively, wherein for actively aerating in particular a storage

volume in the form of a pressurized gas, in particular an inert gas, is fed through the opening (30) to the fluid connection.

10. Process according to any one of the preceding claims, **characterized by** connecting the casting furnace (2) with at least one second casting mold (9) after separating the first casting mold (9), in particular during the cooling of the metal melt (22) in the first casting mold (9).

11. Adapter unit (23) for decoupling a casting furnace (2) from a casting mold (9) with an adapter housing (25) having a longitudinal housing axis (26), **characterized by**

- a piston (27) which is rotatably drivable around the longitudinal housing axis (26),
- a melt reservoir (28) arranged in the adapter housing (25) and facing the casting mold (9),
- a cross hole (29) of the adapter housing (25), which allows for a connection of the melt reservoir (28) with a fluid channel in a riser (24)

such that by a rotation of the piston (27) around the longitudinal housing axis (26) the melt reservoir (28) can be separated from the cross hole (29) and the fluid connection can be interrupted.

12. Adapter unit according to claim 11, **characterized in that** the piston (27) has an opening (30) for actively aerating a connecting line (24) which can be connected with the adapter housing (25).

13. Device for casting metal comprising
- a casting furnace (2) for providing metal melt (22),
 - at least one casting mold (9),
 - at least one adapter unit (23) according to claim 11 or 12.

14. Device according to claim 13, **characterized by** a plurality of casting molds (9), in particular arranged in a grid-like manner or concentrically, wherein in particular at least one second casting furnace (14) is intended for providing metal melt when the first casting furnace (2) is emptied.

15. Device according to claim 13 or 14, **characterized in that** the adapter unit (23) and/or the connecting line (24) are made of ceramic material, wherein the adapter housing (25) and the connecting line (24) in particular are construed in one piece.

Revendications

1. Procédé de fonderie de métal comprenant les étapes de

- mise à disposition de métal en fusion (22) dans un four de coulée (2),
- remplissage du métal en fusion (22) du four de coulée (2) dans un moule (9),
- interruption active de la communication de fluide entre le four de coulée (2) et le moule (9) par une rotation d'un piston (27) autour d'un axe longitudinal de boîtier (26) dans un boîtier d'adaptateur (25),
- désaération du four de coulée (2),
- aération active de la communication de fluide.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par** un maintien de pression sur le métal en fusion (22) dans le moule (9) par le biais d'une unité d'adaptateur (23), en particulier après l'interruption de la communication de fluide, dans lequel le maintien de pression en particulier a lieu par un déplacement axial d'un piston (27) dans un boîtier d'adaptateur (25), dans lequel en particulier un refroidissement actif de l'unité d'adaptateur (23) est prévu, en particulier pendant et/ou après le maintien de pression.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** un regroupement de plusieurs moules (9) et une rotation des moules regroupés sous une pression d'alimentation active, dans lequel l'axe de rotation en particulier est orienté horizontalement.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** une pression de remplissage maximale dans le four de coulée (2) pour remplir le moule (9) avec le métal en fusion (22), dans lequel la pression de remplissage maximale est inférieure à 0,5 bar.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** un démoulage d'une pièce coulée venant du moule (9), en particulier par le biais de l'unité d'adaptateur (23).

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'interruption de la communication de fluide a lieu de manière isobare, en particulier par découpage isobare de la masse en fusion par une rotation d'un piston (27) dans un boîtier d'adaptateur (25).

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** une séparation du four de coulée (2) du moule (9), en particulier une séparation d'une ligne de connexion (24) du four de

coulée (2), en particulier après un découplage thermique entre le four de coulée (2) et le moule (9).

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** une mise à disposition de métal en fusion supplémentaire pour des cycles de moulage suivants pendant la phase de solidification du cycle de moulage, en particulier en échangeant le four de coulée (2) au moins partiellement vidé par un four de coulée (2) rempli et/ou en remplissant à nouveau le four de coulée (2) au moins partiellement vidé avec du métal en fusion (22). 5
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** une ouverture (30) agencée de long de la communication de fluide vers le four de coulée (2) de manière espacée, en particulier libérée pour l'aération active de la communication de fluide, dans lequel pour l'aération active en particulier un volume de stockage sous forme d'un gaz sous pression, en particulier un gaz inerte, est alimenté au travers de l'ouverture (30) en la communication de fluide. 10
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par** une connexion du four de coulée (2) avec au moins un deuxième moule (9) après la séparation du premier moule (9), en particulier pendant le refroidissement du métal en fusion (22) dans le premier moule (9). 25 30
11. Unité adaptateur (23) destinée à découpler un four de coulée (2) d'un moule (9), comprenant un boîtier d'adaptateur (25) présentant un axe longitudinal de boîtier (26), **caractérisé par** 35
 - un piston (27) pouvant être entraîné autour de l'axe longitudinal de boîtier (26),
 - un réservoir de fusion (28) agencé dans le boîtier d'adaptateur (25), orienté vers le moule (9),
 - un perçage transversal (29) du boîtier d'adaptateur (25) qui permet une connexion du réservoir de fusion (28) avec un canal de fluide dans une colonne montante (24) de sorte que le réservoir de fusion (28) est séparable du perçage transversal (29) par une rotation du piston (27) autour de l'axe longitudinal de boîtier (26) et que la communication de fluide peut être interrompue. 40 45 50
12. Unité adaptateur selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** le piston (27) présente une ouverture (30) destinée à aérer activement une ligne de connexion (24) pouvant être reliée au boîtier d'adaptateur (25). 55

13. Dispositif de fonderie de métal contenant

- un four de coulée (2) destiné à mettre à disposition un métal en fusion (22),
- au moins un moule (9),
- au moins une unité adaptateur (23) selon la revendication 11 ou 12.

14. Dispositif selon la revendication 13, **caractérisé par** une pluralité de moules (9), en particulier agencés à la façon d'une trame ou de manière concentrique, dans lequel en particulier au moins un deuxième four de coulée (14) est prévu, destiné à mettre à disposition du métal en fusion quand le premier four de coulée (2) est vidé.
15. Dispositif selon la revendication 13 ou 14, **caractérisé en ce que** l'unité adaptateur (23) et/ou la ligne de connexion (24) sont fabriquées d'un matériau céramique, dans lequel le boîtier d'adaptateur (25) et la ligne de connexion (24) en particulier sont conçus en un seul tenant.

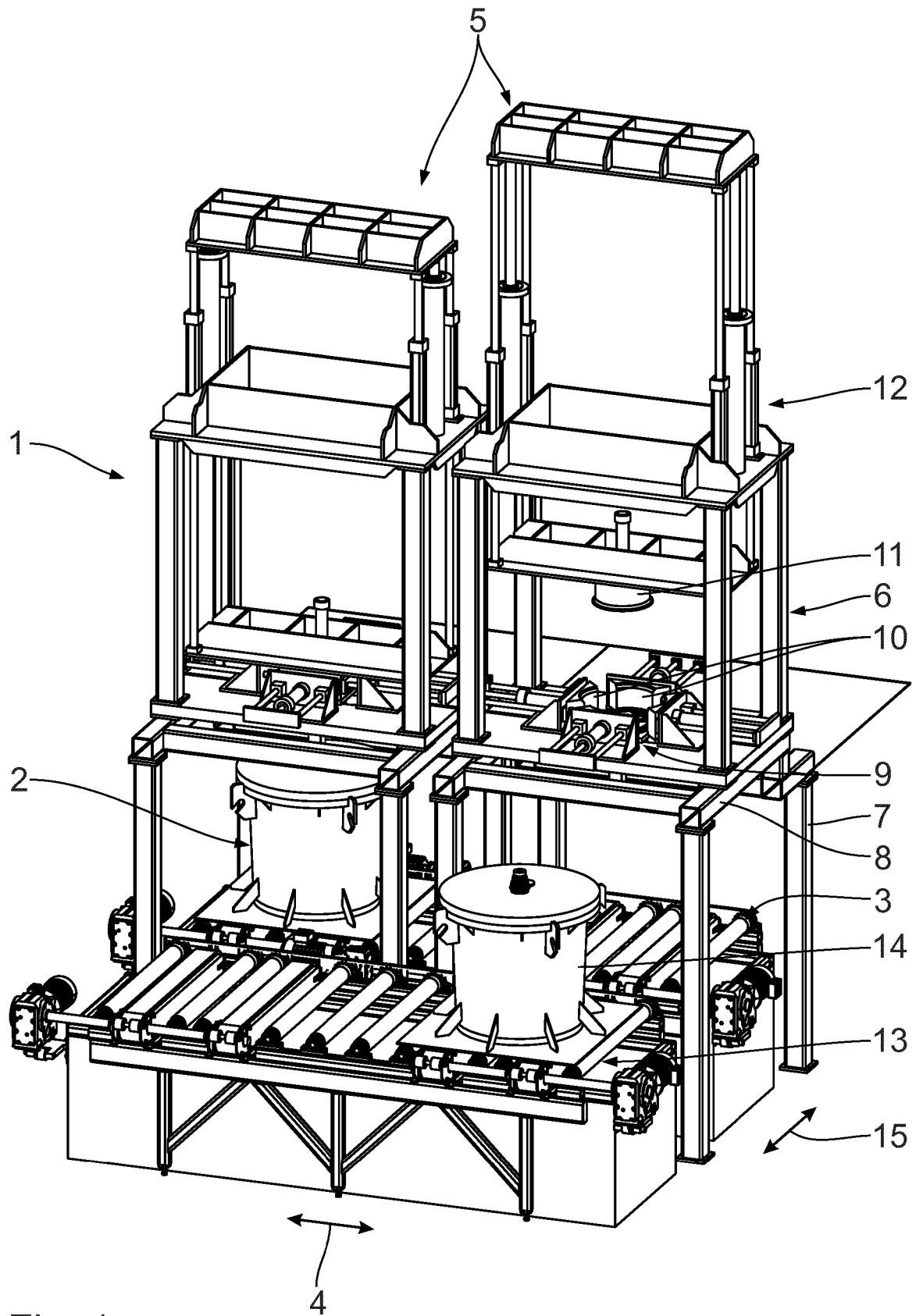


Fig. 1

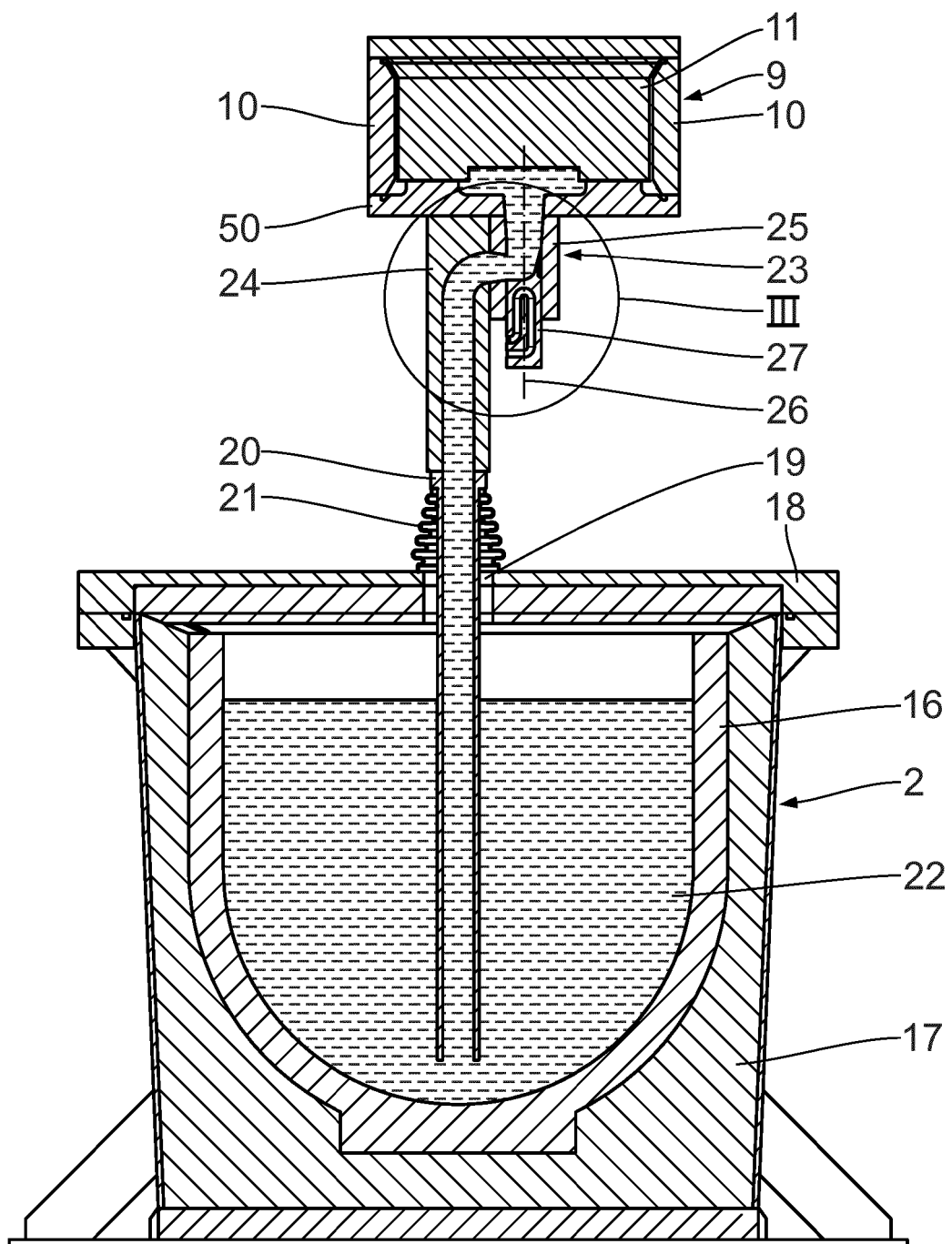


Fig. 2

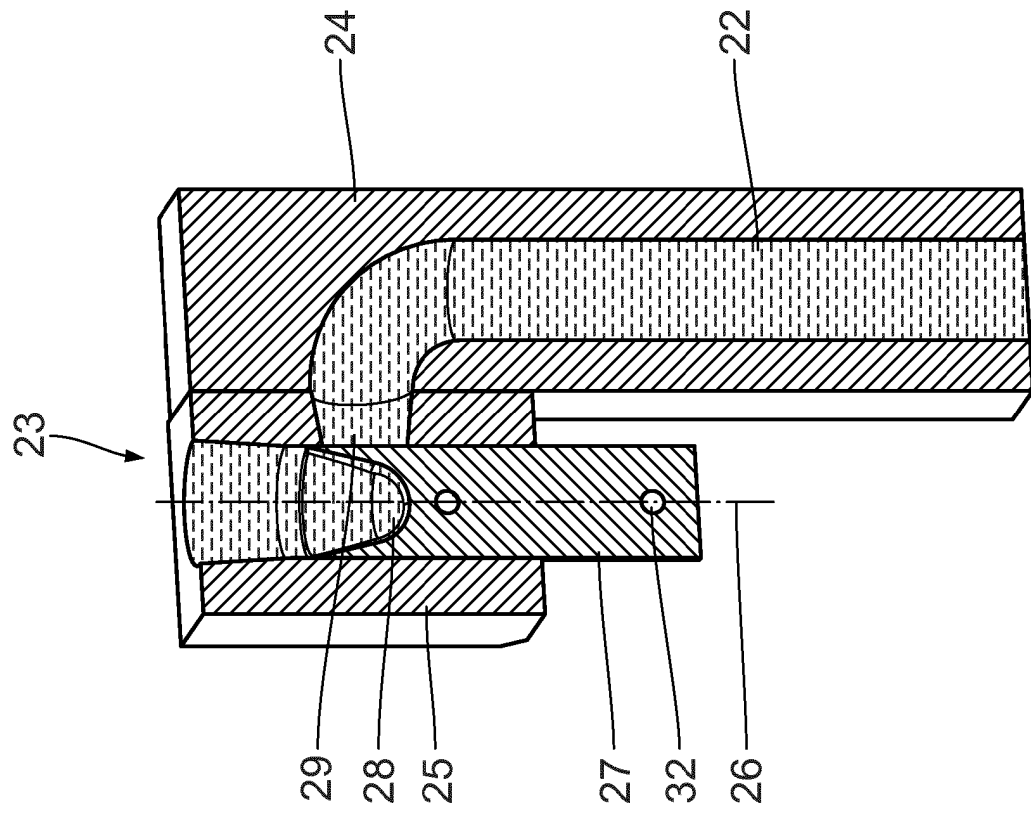


Fig. 4

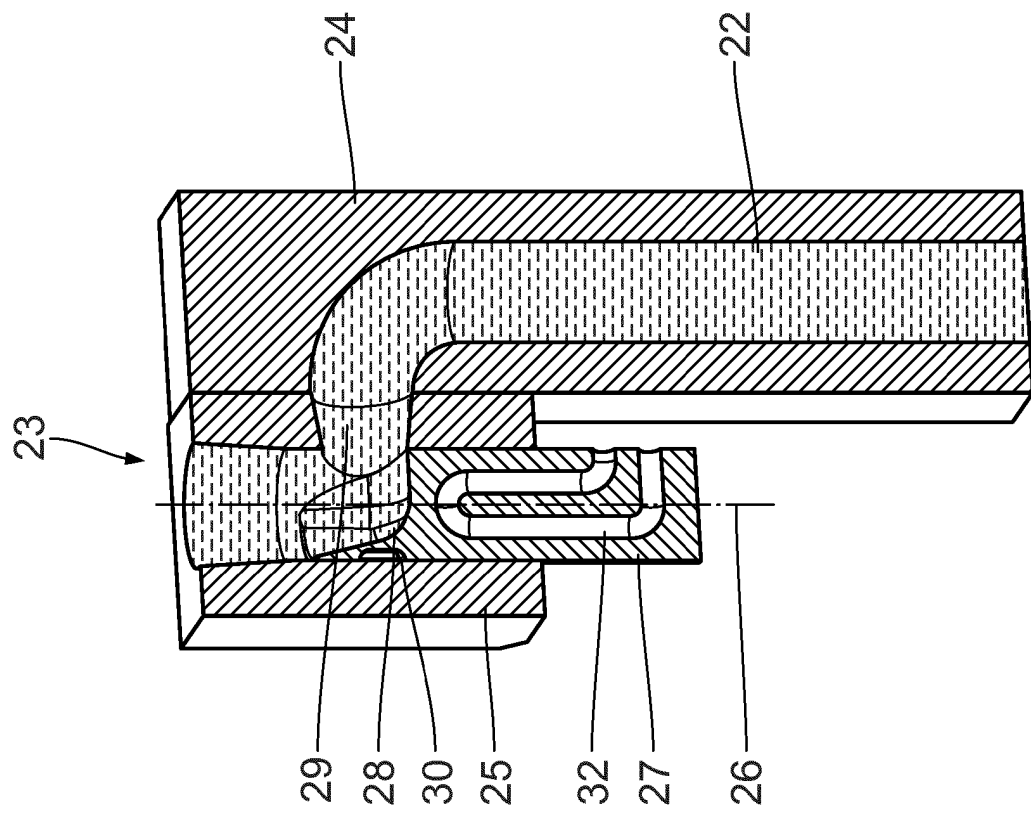


Fig. 3

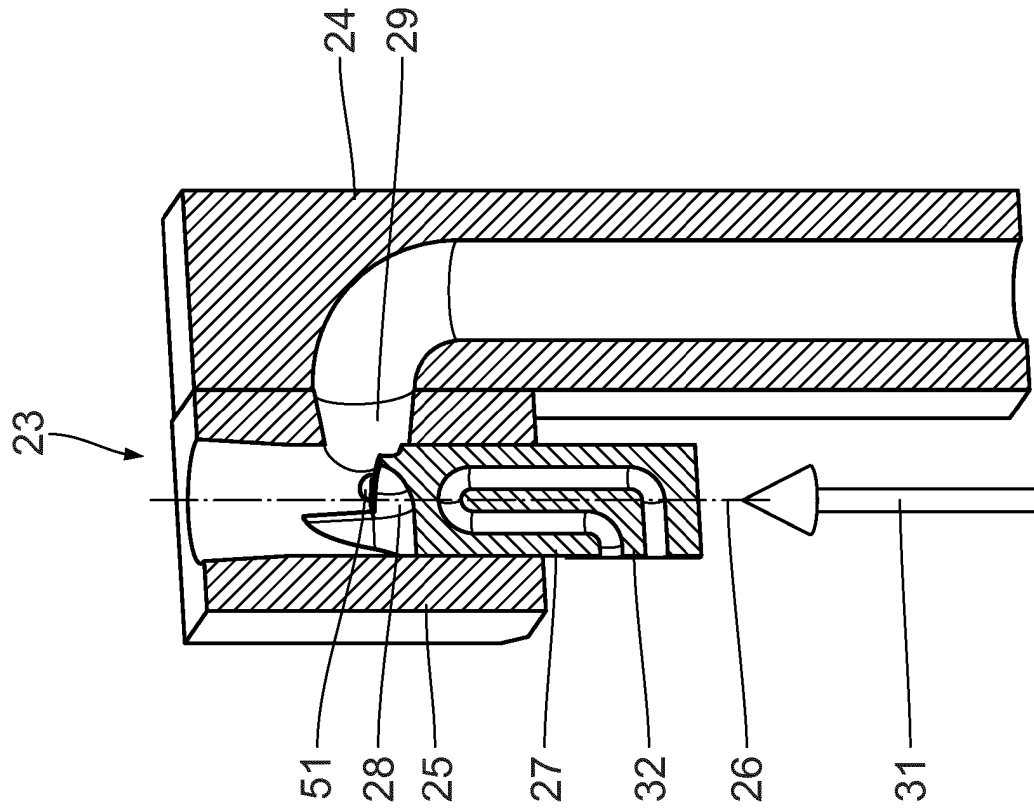


Fig. 6

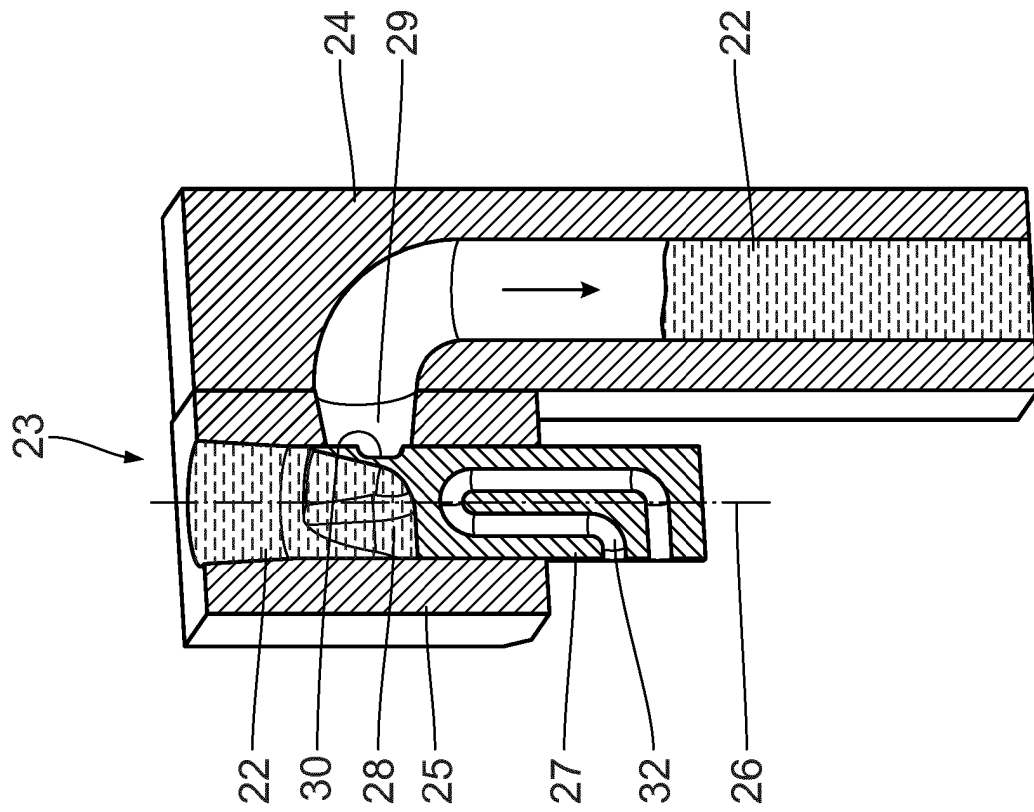


Fig. 5

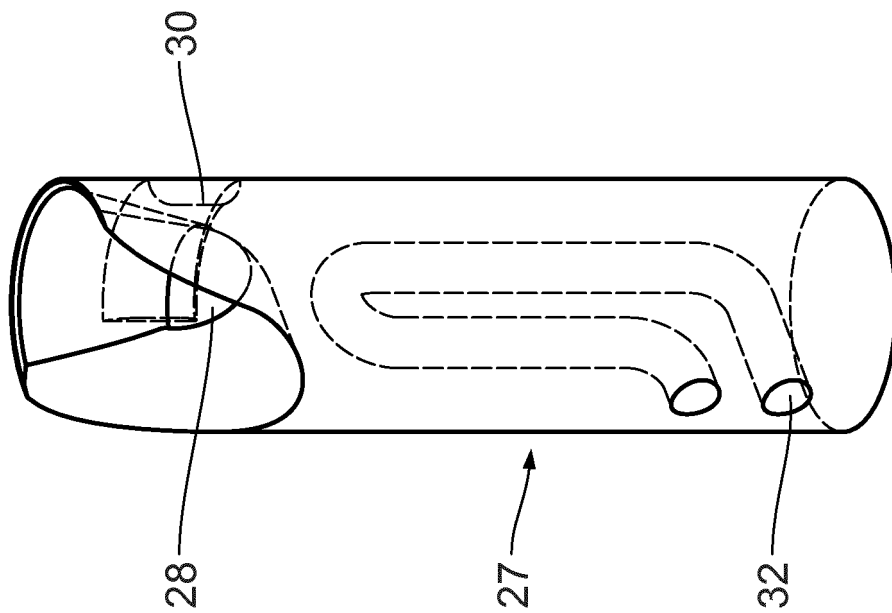


Fig. 7

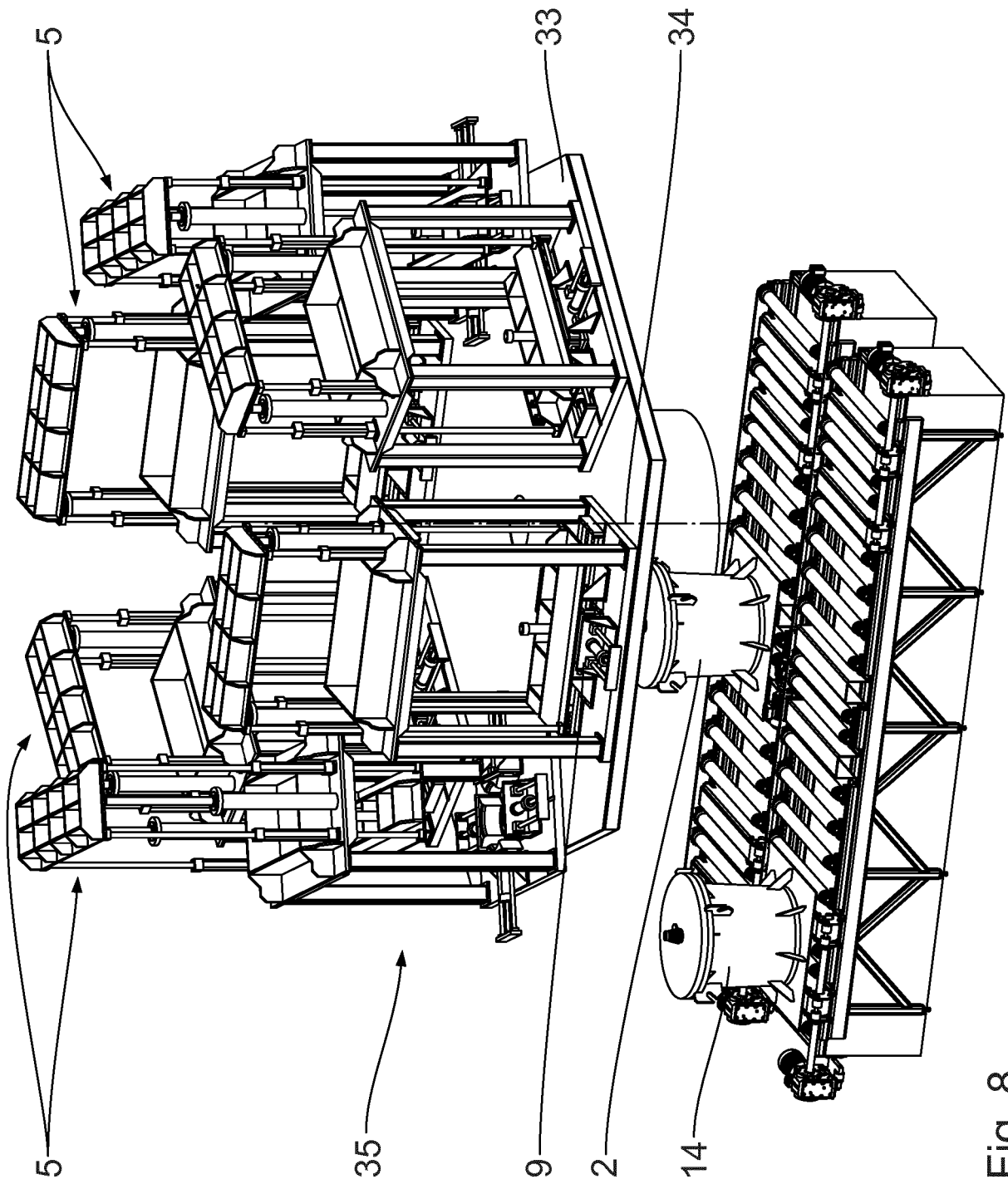


Fig. 8

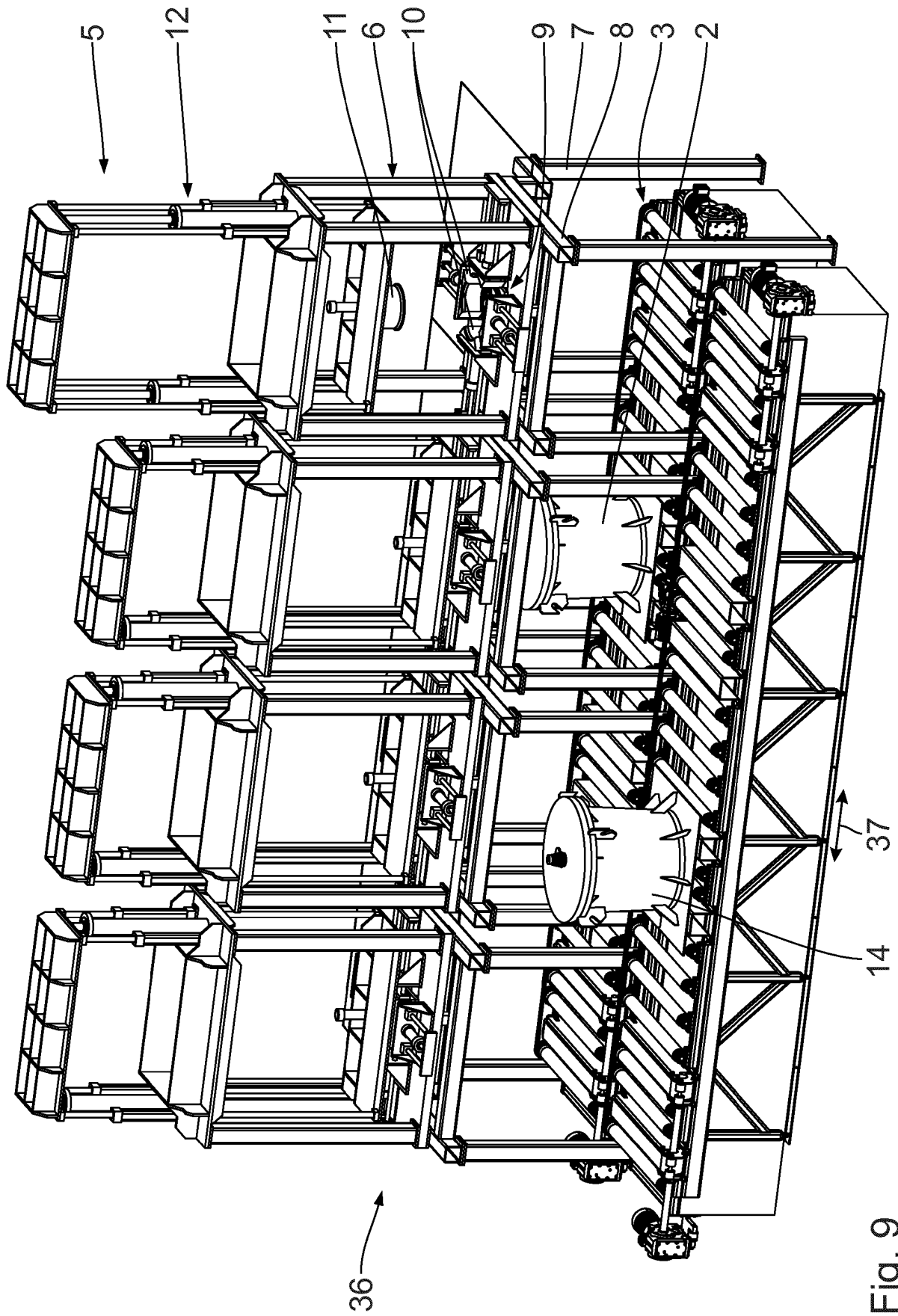


Fig. 9

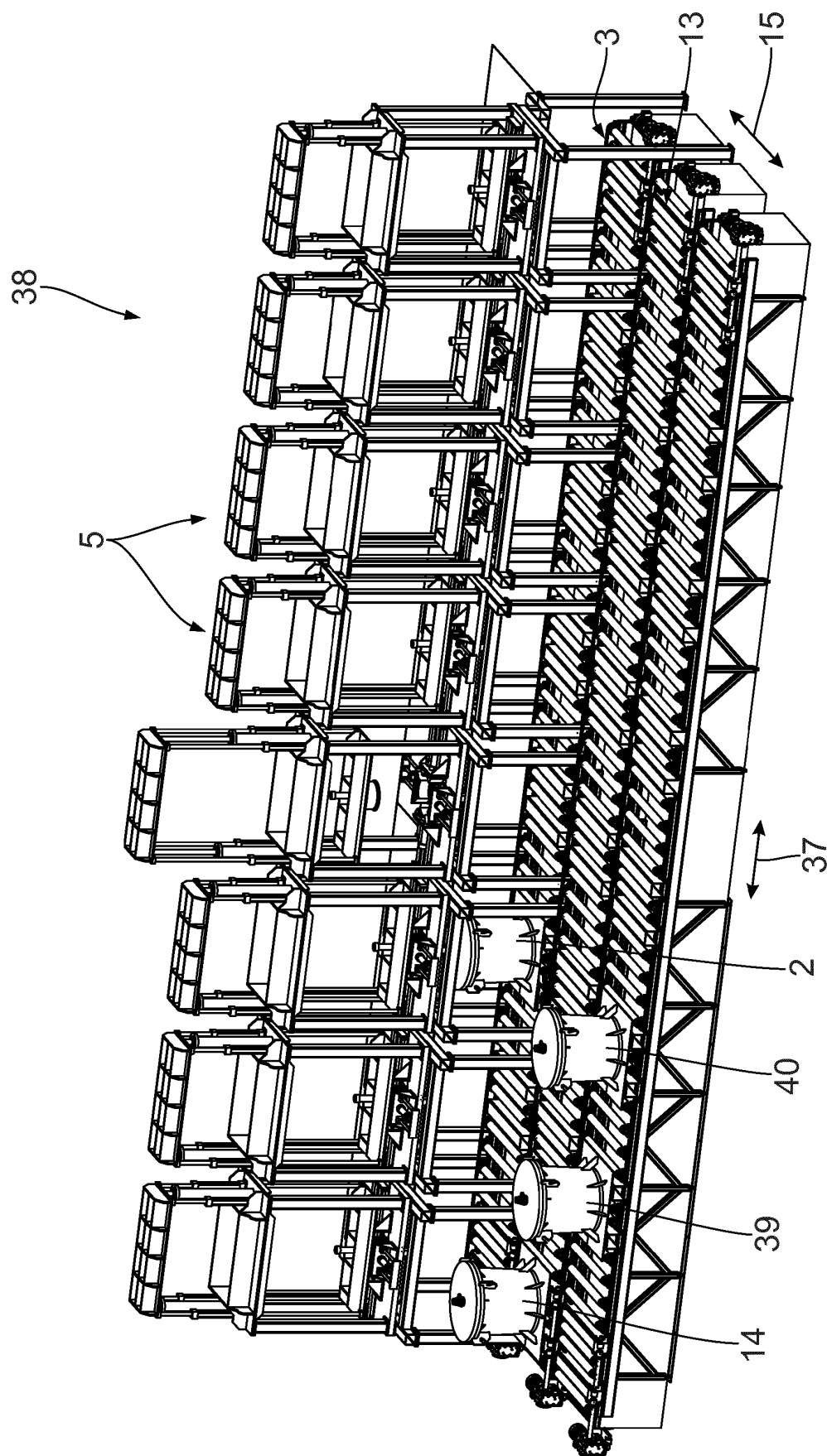


Fig. 10

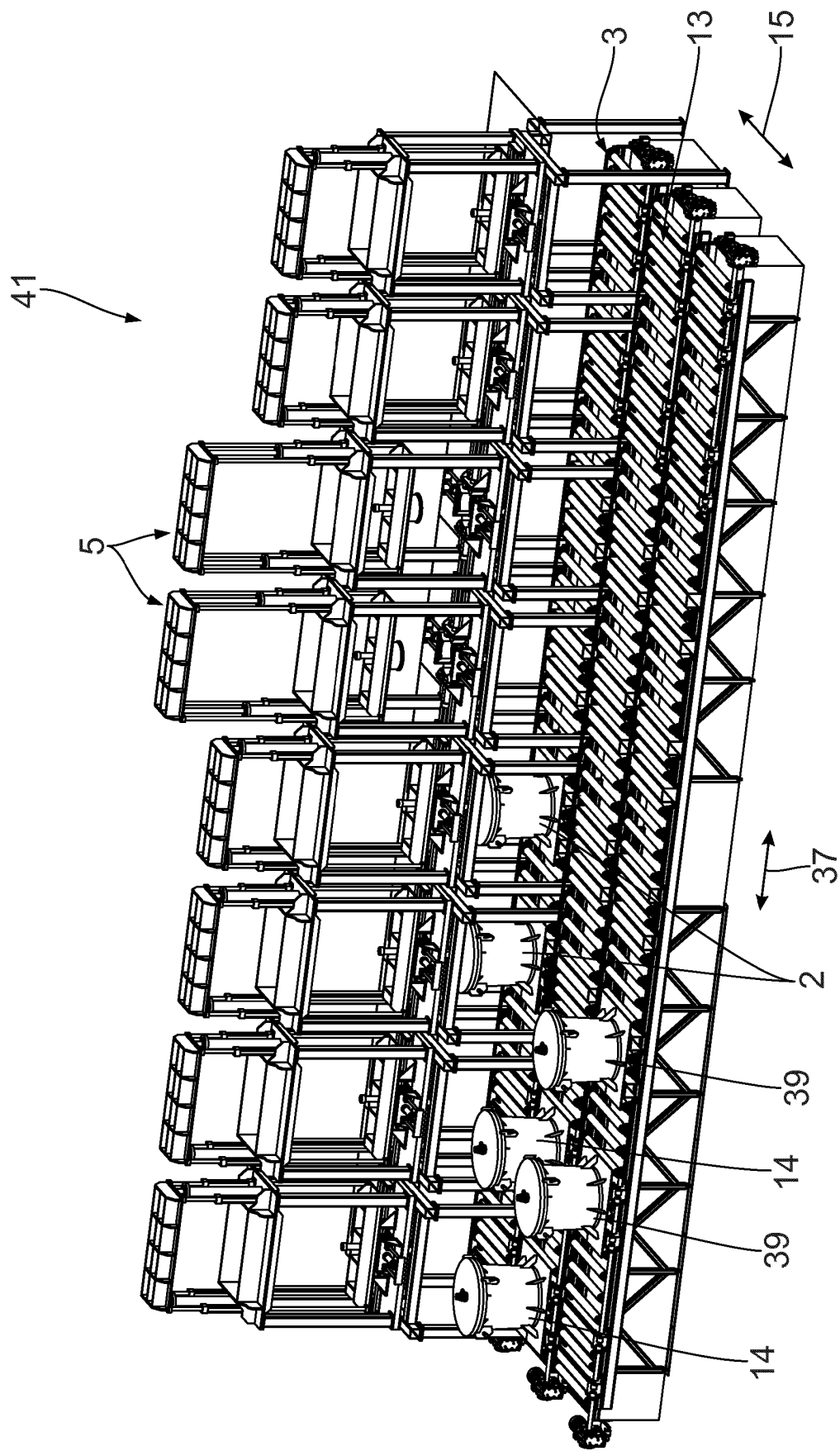


Fig. 11

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 202005010125 U1 [0002]
- DE 102012101055 A1 [0003]
- DE 10233962 A1 [0004] [0021]
- DE 19821419 A1 [0005]
- DE 19812068 A1 [0006] [0021]
- DE 4332760 A1 [0007] [0011]
- DE 102004043444 B3 [0017]