

(19)



(11)

EP 3 737 516 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

31.07.2024 Patentblatt 2024/31

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

B22D 17/30 (2006.01) **B22D 17/32** (2006.01)
B22D 39/06 (2006.01) **B22D 46/00** (2006.01)
F27D 3/14 (2006.01) **F27D 21/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19700239.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F27D 3/14; B22D 17/30; B22D 17/32; B22D 39/06; B22D 46/00; F27D 21/0028

(22) Anmeldetag: **11.01.2019**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2019/050706

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2019/138080 (18.07.2019 Gazette 2019/29)

(54) **SCHMELZE-ÜBERFÜHRUNGSSYSTEM ZUM AUFNEHMEN, TRANSPORTIEREN UND FÖRDERN EINER METALLSCHMELZE**

MELT TRANSFER SYSTEM FOR PICKING UP, TRANSPORTING AND CONVEYING A MOLTEN METAL

SYSTÈME DE TRANSFERT DE FUSION PERMETTANT DE RECEVOIR, DE TRANSPORTER ET D'ACHEMINER UN MÉTAL EN FUSION

(84) Benannte Vertragsstaaten:

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

- **VAN DER HOEVEN, Theodoor**
50769 Köln (DE)
- **VIEDENZ, Michael**
51647 Gummersbach (DE)

(30) Priorität: **12.01.2018 EP 18151506**

(74) Vertreter: **Pfenning, Meinig & Partner mbB**
Patent- und Rechtsanwälte
Joachimsthaler Straße 10-12
10719 Berlin (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.11.2020 Patentblatt 2020/47

(73) Patentinhaber: **StrikoWestofen GmbH**
51643 Gummersbach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
JP-B2- 4 190 786

(72) Erfinder:

- **KULAWIK, Florian**
61169 Friedberg (DE)

EP 3 737 516 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 vorliegende Anmeldung betrifft ein Schmelze-Überführungssystem zum Aufnehmen, Transportieren und Fördern einer Metallschmelze. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung ein entsprechendes Verfahren.

[0002] Im Stand der Technik sind transportable Systeme bekannt, mit denen eine Metallschmelze aufgenommen und überführt werden kann. Die JP4190786 zeigt beispielsweise einen Transportbehälter, dem geschmolzenes Metall zugeführt werden kann. In dem Behälter kann das geschmolzene Metall transportiert werden und mittels einer eingestellten Druckdifferenz zwischen dem Inneren des Behälters und der Umgebung aus dem Behälter herausgefördert werden.

[0003] Zum Aufbringen der Druckdifferenz zum Entleeren des Behälters kann beispielsweise Luft in das Innere des Behälters unter Druck eingebracht werden. Dadurch kann die in dem Behälter befindliche Metallschmelze mit einem Druck beaufschlagt werden, sodass die Metallschmelze in einem das Innere des Behälters und die Umgebung verbindenden Strömungskanal, insbesondere einem Steigrohr, aufsteigt und aus dem Behälter gefördert werden kann. Dabei wird der Druck typischerweise stetig erhöht, damit eine Förderung der Metallschmelze durch den Strömungskanal bzw. das Steigrohr nach Außen stattfindet. Zu einem Zeitpunkt, zu dem die in dem Ofen befindliche Metallschmelze bereits größtenteils aus dem Inneren nach außen gefördert wurde, kann sich der nach außen beförderten Metallschmelze beim Entleeren des Behälters Luft beimischen. Durch die beigemischte Luft kann die heiße Metallschmelze stark beschleunigt werden, sodass es an einem Auslass des Warmhalteofens zu einem unkontrollierten Ausspritzen der Metall-Schmelze kommen kann. Derartige heiße Metallschmelze-Spritzer sind insbesondere für Bedienpersonal, aber auch für sensible Geräte, die sich in der Umgebung des transportablen Behälters befinden, gefährlich.

[0004] In der JP4190786 B2 wird der Füllvorgang und der Entleerungsvorgang des Schmelz-Überführungsgeräts von einer Steuereinheit gesteuert, die Gewichtsdaten des Schmelz-Überführungsgeräts analysiert. Anhand des Gewichts des Schmelz-Überführungsgeräts kann festgestellt werden, wie viel Metallschmelze in dem Behälter des Geräts vorhanden ist. Wenn von der Steuereinheit festgestellt wird, dass die Metallschmelze im Inneren des Schmelz-Überführungsgeräts zur Neige geht, wird ein Entleerungsvorgang des Behälters des Schmelz-Überführungsgeräts beendet.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein alternatives Schmelze-Überführungssystem vorzuschlagen. Vorzugsweise liegt der vorliegenden Erfindung dabei unter anderem die Aufgabe zugrunde, ein Schmelze-Überführungssystem vorzuschlagen, das die Arbeitssicherheit für ein Bedienpersonal erhöht und das die Arbeit für ein Bedienpersonal erleichtert. Ferner kann der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde liegen, ein entsprechendes Verfahren vorzuschlagen, das diese Aufgabe löst.

[0006] Die obige Aufgabe wird durch ein Verfahren und/oder ein Schmelze-Überführungssystem gemäß Anspruch 1 bzw. einem nebengeordneten Anspruch gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0007] Mit dem Schmelze-Überführungssystem kann eine heiße Metallschmelze aufgenommen, transportiert und in einen anderen Behälter oder in einen Ofen überführt werden. Das Schmelze-Überführungssystem umfasst dafür einen transportablen Behälter zum Aufnehmen der Metallschmelze, einen auf dem Behälter angeordneten Behälterdeckel zum luftdichten Verschließen des Behälters und einen Strömungskanal. Der Behälterdeckel weist vorzugsweise eine verschließbare Füllöffnung zum Befüllen des Behälters mit der Metallschmelze und einen korrespondierenden Füllöffnungsdeckel auf. Der Behälterdeckel kann alternativ eine Befüllvorrichtung zum Befüllen des Behälters mit Metallschmelze durch ein Füllrohr oder durch den Strömungskanal aufweisen.

[0008] Der Strömungskanal kann beispielsweise als Strömungsleitung oder als Rohr, vorzugsweise als Steigrohr, ausgebildet sein. Der Strömungskanal kann runde oder eckige Querschnitte aufweisen. Der Strömungskanal weist vorzugsweise ein feuerfestes Material auf, sodass heiße Metallschmelze durch den Strömungskanal fließen kann. Der Strömungskanal hat ein erstes im Behälter angeordnetes Ende und ein zweites außerhalb des Behälters angeordnetes Ende zum Herausbringen der Metallschmelze aus dem Metallschmelze-Behälter. Das Schmelze-Überführungssystem umfasst dafür vorzugsweise eine Pneumatik-Einheit zum Einbringen von Luft in den Behälter. Die Luft wird dabei unter Druck in den Behälter eingebracht. Der Druck kann mindestens 0,1 bar, vorzugsweise mindestens 0,2 bar betragen.

[0009] Durch eine Druckdifferenz zwischen einem im Behälter vorherrschenden Druck und einem außerhalb dessen vorherrschenden Umgebungsdruck kann Metallschmelze aus dem Behälter durch den Strömungskanal bzw. das Steigrohr gedrückt und aus dem Behälter gefördert werden. Um den Fördervorgang aufrecht zu erhalten, wenn der Behälter entleert wird, wird die Druckdifferenz typischerweise erhöht. Der Fördervorgang kann unterbrochen oder beendet werden, indem die Druckdifferenz gesenkt oder komplett beseitigt wird. Eine Steuerung der Druckbeaufschlagung und eine Einstellung der Druckdifferenz können von einem Bediener manuell einstellbar sein. Vorzugsweise steuert aber eine Steuereinheit das Entleeren des Behälters durch Einstellen der Druckdifferenz zwischen dem ersten und dem zweiten Ende des Strömungskanals. Dabei steuert die Steuereinheit beispielsweise eine pneumatische Einheit, die ausgebildet ist, das Behälterinnere mit einem Luftdruck zu beaufschlagen.

[0010] Im Gegensatz zur Lehre der JP4190786 kann das Schmelze-Überführungssystem der vorliegenden Anmeldung zusätzlich oder alternativ zur Gewichts-Messeinrichtung, die das Gewicht des Inhalts des Behälters misst, eine Druck-Messeinrichtung zum Messen eines Druckes im Behälter während des Förderns umfassen. Die Druck-Messeinrichtung umfasst

dabei vorzugsweise zumindest einen Drucksensor.

[0011] Ferner umfasst das Schmelze-Überführungssystem der vorliegenden Anmeldung eine Steuereinheit zum Steuern der Förderung der Metallschmelze aus dem Behälter durch den Strömungskanal.

[0012] Die Steuereinheit kann dabei beispielsweise eingerichtet und ausgebildet sein, eine pneumatische Einheit zu steuern, die wiederum ausgebildet ist, das Behälterinnere mit einem Luftdruck zu beaufschlagen.

[0013] Im Gegensatz zur Steuereinrichtung der JP4190786 ist die Steuereinheit der vorliegenden Anmeldung dabei nicht oder nicht ausschließlich dazu ausgebildet und eingerichtet, Gewichtsdaten des Schmelz-Überführungsgeräts zu analysieren und anhand des ermittelten Gewichts den Füllvorgang und den Entleerungsvorgang des Schmelz-Überführungsgeräts zu steuern. Vielmehr kann die Steuereinheit der vorliegenden Anmeldung eingerichtet und ausgebildet sein, die Metallschmelzeförderung anhand von dem durch die Druck-Messeinrichtung gemessenen Druckes zu steuern. Dabei ist sie insbesondere dazu eingerichtet und ausgebildet, die Metallschmelzeförderung bei einem Abfall des gemessenen Druckes anzuhalten.

[0014] Ferner kann die Steuereinheit eingerichtet sein, aus dem von der Messeinheit gemessenen Druck einen zeitlichen Druckverlauf zu bestimmen. Anhand des zeitlichen Druckverlaufes kann beispielsweise der Abfall des gemessenen Druckes ermittelt werden. Dafür kann die Steuereinheit eingerichtet und ausgebildet sein, die Metallschmelzeförderung anzuhalten, wenn eine Druckdifferenz zwischen einem zu einem ersten Zeitpunkt bestimmten Druck und einem zu einem zweiten Zeitpunkt bestimmten Druck negativ ist, wobei vorzugsweise die negative Druckdifferenz betragsmäßig größer ist als ein zuvor festgelegter Schwellenwert. Der erste Zeitpunkt ist gegenüber dem zweiten Zeitpunkt früher, der zweite Zeitpunkt ist entsprechend später als der erste Zeitpunkt.

[0015] Die Steuereinheit kann dabei ausgebildet und eingerichtet sein, die Druckdifferenz zu ermitteln, indem der Druck im ersten Zeitpunkt von dem Druck im zweiten Zeitpunkt subtrahiert wird.

[0016] Zum zumindest teilweisen Entleeren des Schmelze-Überführungssystems kann Metallschmelze aus dem Behälter durch den Strömungskanal gefördert werden. Dazu stellt beispielsweise die Steuereinheit die Druckdifferenz zwischen dem ersten und dem zweiten Ende des Strömungskanals ein. Während des Förderns kann in dem Behälter ein Druck bestimmt werden, vorzugsweise mittels der Steuereinheit und einer zumindest einen Drucksensor umfassenden Messeinheit. Dabei kann der Druck beispielsweise direkt im Behälter oder in der oben genannten Pneumatik-Einheit gemessen werden. Vorzugsweise sind die Drucksensoren derart angeordnet, dass sie den Druck eines Behälter-innenraums messen, in dem sich die Metallschmelze befindet. Dabei kommen die Drucksensoren bevorzugt nicht mit der Metallschmelze in Berührung. Der zumindest eine Drucksensor kann an einer Innenseite des Behälterdeckels, oder in einer pneumatischen Einheit angeordnet sein. Aus dem gemessenen Druck kann von der Steuereinheit der Druck im Behälter bestimmt werden.

[0017] Die Metallschmelzeförderung kann angehalten werden, wenn eine Druckdifferenz zwischen einem zu einem ersten Zeitpunkt bestimmten Druck und einem zu einem zweiten Zeitpunkt bestimmten Druck negativ ist, wobei vorzugsweise die negative Druckdifferenz betragsmäßig größer ist als ein zuvor festgelegter Schwellenwert. Der erste Zeitpunkt ist gegenüber dem zweiten Zeitpunkt früher, der zweite Zeitpunkt ist entsprechend später als der erste Zeitpunkt. Die Druckdifferenz wird dabei ermittelt, indem der Druck zum ersten Zeitpunkt von dem Druck zum zweiten Zeitpunkt subtrahiert wird. Vorzugsweise beträgt der Schwellenwert dabei betragsmäßig zumindest 1 mbar, besonders bevorzugt zumindest 2 mbar, wobei der Schwellenwert abhängig von dem Zeitabstand gewählt werden kann, der zwischen dem ersten und dem zweiten Zeitpunkt liegt.

[0018] Anhand des bestimmten Drucks kann ein zeitlicher Druckverlauf bestimmt werden. Insbesondere kann die Steuereinheit eingerichtet und ausgebildet sein, diesen zeitlichen Druckverlauf zu bestimmen. Dieser zeitliche Druckverlauf kann, beispielsweise von der dazu ausgebildeten und dazu eingerichteten Steuereinheit, aufgezeichnet und beobachtet werden. Die Steuereinheit steuert dabei typischerweise, dass zum fortlaufenden Entleeren des Behälters dem Behälter fortlaufend Luft zugeführt wird, sodass sich der Druck im Behälter erhöht. Bei einem Abfall des gemessenen Drucks im Behälter kann die Metallschmelzeförderung angehalten werden. Die Steuereinheit kann eingerichtet und ausgebildet sein, einen solchen Druckabfall aufzuzeichnen und zu registrieren und daraufhin die Metallschmelzeförderung anzuhalten. Dafür kann die Steuereinheit die Pneumatik-Einheit derart steuern, dass diese den Behälter nicht weiter mit Druck beaufschlagt und/oder entlüftet, sodass die Druckdifferenz gleich bleibt oder abfällt.

[0019] Die Steuereinheit ist ausgebildet und eingerichtet, die folgend beschriebenen Steuerprozessschritte durchzuführen und die Metallschmelzeförderung, insbesondere durch Steuern der Pneumatik-Einheit, anzuhalten. Anhand des zeitlichen Druckverlaufs kann von der Steuereinheit eine Druckdifferenz zwischen zumindest zwei aufeinander folgenden Drücken ermittelt werden. Die Metallschmelzeförderung kann insbesondere dann angehalten werden, wenn die Druckdifferenz negativ ist, wenn also der zeitlich später ermittelte Druck geringer ist als der zeitlich früher ermittelte Druck, oder wenn der Mittelwert von zwei oder mehr zeitlich später ermittelten Drücken geringer ist als der Mittelwert von zwei oder mehr zeitlich früher ermittelten Drücken.

[0020] Die Drücke können in definierten zeitlichen Abständen gemessen werden. Vorzugsweise sind die Abstände gleich. Die zeitlichen Abstände zwischen den Druckmessungen können beispielsweise maximal 500 ms, vorzugsweise maximal 100 ms, besonders bevorzugt maximal 50 ms betragen. Die Steuereinheit kann ausgebildet und eingerichtet

sein, die Druckmessung in den zeitlichen Abständen durchzuführen und die Druckwerte zu registrieren. Die Steuereinheit kann ausgebildet und eingerichtet sein, die zeitlichen Abstände der Messungen einzustellen.

[0021] Aus den in definierten zeitlichen Abständen gemessenen Drücken kann die zeitliche Ableitung dp/dt des Druckverlaufs ermittelt werden. Die Metallschmelzeförderung kann insbesondere dann angehalten werden, wenn die Ableitung dp/dt negativ ist. Vorzugsweise kann vor oder während der Metallschmelzeförderung ein Schwellenwert S bestimmt werden, sodass die Metallschmelzeförderung nur angehalten wird, wenn die Ableitung kleiner ist als der Schwellenwert S , wobei der Schwellenwert S kleiner als Null ist. Ein Kriterium zum Anhalten der Metallschmelzeförderung kann also sein, wenn $dp/dt < 0$ gilt oder wenn zudem $dp/dt < S < 0$ gilt. Der Schwellenwert S kann beispielsweise empirisch ermittelt werden. Ein Schwellenwert hat den Vorteil, dass leichte Druckschwankungen, beispielsweise durch Sogeffekte, Reibungsverluste und/oder Messungenauigkeiten, nicht zwangsläufig zu einer sofortigen Abschaltung der Metallschmelzeförderung führen. Der Schwellenwert sollte einerseits so gewählt werden, dass geringe Druckschwankungen nicht zu einer Abschaltung führen; andererseits soll mit dem Schwellenwert festgestellt werden, dass der Metallschmelzepegel innerhalb des Behälters nahe dem ersten Ende des Strömungskanals ist. Vorzugsweise kann die Metallschmelzeförderung abgeschaltet werden, wenn Luft in das erste Ende des Strömungskanals eindringt und bevor die Luft das zweite Ende des Strömungskanals erreicht. In dem zeitlichen Druckverlauf ist dieser Zeitpunkt, wenn Luft in das erste Ende des Strömungskanals eindringt, durch einen Druckabfall gekennzeichnet. Typischerweise weist der Druckverlauf in eben diesem Zeitpunkt eine zeitliche Ableitung auf, die betragsmäßig größer ist als 1 mbar/s. Ein Schwellenwert kann deshalb vorteilhaft betragsmäßig mindestens 1 mbar/s, vorzugsweise mindestens 5 mbar/s, besonders bevorzugt mindestens 10 mbar/s betragen. Typischerweise auftretende Sogeffekte oder manuelle, kurze Unterbrechungen der Förderung können mit dem Schwellenwert berücksichtigt werden und in eine Schwellenwertermittlung einfließen.

[0022] Eine Abweichung bzw. Toleranz der Abschaltung beträgt vorzugsweise höchstens 4 % von einem Füllgewicht des Behälters mit Metallschmelze. Besonders bevorzugt beträgt eine Abweichung höchstens 2 % von einem Füllgewicht des Behälters mit Metallschmelze.

[0023] Zum Erkennen von Messfehlern kann ein zweiter Druck an einem zweiten Ort gemessen werden. Dabei korreliert der zweite gemessene Druck vorzugsweise mit einem Druck im Behälter, mit einem Druck in der pneumatischen Einheit zum Einstellen einer Druckdifferenz zwischen einem Umgebungsdruck und einem Druck im Behälter und/oder mit einem Druck im Strömungskanal. Der zweite Druck kann beispielsweise mit dem ersten gemessenen Druck auf Übereinstimmung bzw. Korrelation verglichen werden.

[0024] Es können jeweils zumindest zwei, vorzugsweise zumindest drei, zeitlich aufeinanderfolgend gemessene Drücke gemittelt werden. Die zeitliche Ableitung dp/dt kann dann anhand der gemittelten Drücke ermittelt werden. So kann die abgeleitete Druckkurve geglättet werden, sodass Schwankungen und Messwert-Ausreißern entgegenwirkt werden kann. So kann die Funktionssicherheit der Auswertung erhöht werden. Vorzugsweise kann die Steuereinheit eingerichtet und ausgebildet sein, die Messwerte zu mitteln und/oder anhand der gemittelten Messwerte einen zeitlichen Druckverlauf zu bestimmen.

[0025] Der zeitliche Druckverlauf kann auch hinsichtlich seiner Frequenz gefiltert werden. Dafür kann beispielsweise ein Bandpassfilter, insbesondere ein Bandpassfilter mit den mit den Frequenzen 5 Hz und 25 Hz verwendet werden. Die Amplitude des Filterausgangssignals kann als Abschaltkriterium herangezogen werden. Vorzugsweise kann die Steuereinheit eingerichtet und ausgebildet sein, anhand des Ausgangssignals des Bandpassfilters eine Metallschmelzeförderung zu steuern.

[0026] Zum Anhalten der Metallschmelzeförderung kann die Druckdifferenz zwischen einem im Behälter vorherrschenden Druck und einem außerhalb dessen vorherrschenden Umgebungsdruck verringert werden, insbesondere sobald die ermittelte Ableitung des Druckverlaufs negativ ist und vorzugsweise betragsmäßig größer ist als der zuvor festgelegte Schwellenwert. Die Steuereinheit kann eingerichtet und ausgebildet sein, diese Druckdifferenz einzustellen und insbesondere zum Anhalten der Metallschmelzeförderung zu verringern.

[0027] Ferner kann die Steuereinheit ausgebildet und eingerichtet sein, aus dem gemessenen Druck den zeitlichen Druckverlauf $p(t)$ zu bestimmen, die zeitliche Ableitung des Druckverlaufs dp/dt zu ermitteln und die Metallschmelzeförderung anzuhalten, wenn die Ableitung des Druckverlaufs dp/dt negativ ist und vorzugsweise wenn die Ableitung betragsmäßig größer ist als der zuvor festgelegte Schwellenwert.

[0028] Bei dem vorgeschlagenen Schmelze-Überführungssystem verbleibt nach dem beschriebenen Entleer-Verfahren somit typischerweise ein Rest Schmelze in dem Behälter. Dabei kann es sich ergeben, dass dieser Rest Schmelze nach einem Erkalten und Erstarren den Strömungskanal blockiert oder sogar zerstört. Das Blockieren des ersten Endes des Strömungskanals kann insbesondere bei einem erneuten Aufheizen der erstarrten Schmelze problematisch sein, da der Strömungskanal, insbesondere in Form eines Steigrohres, beim Aufheizen des vorgeschlagenen Schmelze-Überführungssystems vorteilhaft als Kamin dienen kann. Es kann demnach eine Aufgabe der Erfindung sein, dieser Problematik vorzubeugen.

[0029] Dafür kann das Schmelze-Überführungssystem eine Schrägstellvorrichtung zum Kippen des Behälters umfassen. Der Behälter kann mit der Schrägstellvorrichtung derart gekippt werden, dass die restliche Schmelze am Boden einer Behälterinnenseite in eine dem ersten Ende des Strömungskanals abgewandte Seite fließt. Das erste Ende des

Strömungskanal kann damit bezüglich einer Ebene, auf dem das Schmelze-Überführungssystem steht, nach oben bewegt werden. So kann die restliche Schmelze das erste Ende des Strömungskanals freigeben und in dem Behälter erstarren. Bei einem erneuten Aufheizen des Behälterinnenraums, beispielsweise mittels eines Gasbrenners, kann der Strömungskanal, insbesondere in Form eines Steigrohres, somit als Kamin verwendet werden. Dies kann insbesondere gegenüber elektrisch vorwärmenden Lösungen des Standes der Technik vorteilhaft sein, da dabei der Strömungskanal, bzw. das Steigrohr, ebenfalls aufgeheizt wird. Dadurch kann einem Erstarren von Schmelze in dem Strömungskanal, bzw. in dem Steigrohr, entgegengewirkt werden. In dem Strömungskanal, bzw. in dem Steigrohr erstarrte Schmelze kann während eines Förderns von Metallschmelze zu zumindest bereichsweisen Verstopfungen des Strömungskanals, bzw. des Steigrohres s führen. Das vorgeschlagene Schmelze-Überführungssystem kann somit die Aufgabe haben, eine Metallschmelze-Überführung zu verbessern.

[0030] Die Schrägstellvorrichtung kann zumindest einen gelenkig mit dem Behälter verbundenen Standfuß und eine behälterseitige Arretiervorrichtung zum Arretieren des Standfußes in einer Funktionsstellung umfassen. Der Standfuß kann unmittelbar oder mittelbar, beispielsweise über zumindest ein mit dem Behälter gekoppeltes Bauteil, mit dem Behälter verbunden sein. Der Standfuß kann aus einer Ruhestellung in Funktionsstellung bringbar sein, wobei der Standfuß in der Funktionsstellung über eine Behälterunterseite hinausragen kann. Das Schmelze-Überführungssystem kann dabei auch mehrere Schrägstellvorrichtungen umfassen. Dabei kann es insbesondere vorteilhaft sein zumindest zwei voneinander beabstandete Schrägstellvorrichtungen zu umfassen, die jeweils zumindest einen Standfuß aufweisen. So kann das Schmelze-Überführungssystem zum Beispiel statisch gekippt werden.

[0031] Die behälterseitige Arretiervorrichtung kann einen Rast-, Klemm- oder Schnappmechanismus oder einen Arretierbolzen umfassen. Selbstverständlich sind auch andere Arretiermechanismen denkbar.

[0032] In einer Ausführungsform kann der Behälter einen ersten Flansch mit einer ersten flanschseitigen Bohrung aufweisen. Der Standfuß kann eine erste standfußseitige Bohrung aufweisen, die in der Funktionsstellung koaxial zur ersten flanschseitigen Bohrung ausgerichtet ist. So kann beispielsweise der Arretierbolzen zum Arretieren des Standfußes in Funktionsstellung durch die erste flanschseitige und die erste standfußseitige Bohrung gesteckt werden. Der Arretierbolzen kann dementsprechend derart ausgebildet sein, dass ein Bolzendurchmesser mit einem Durchmesser der ersten flanschseitigen und der ersten standfußseitigen Bohrung korrespondiert. Ein Durchmesser des Arretierbolzens kann beispielsweise mindestens 10 mm, vorzugsweise mindestens 15 mm betragen. Der Arretierbolzen, der Standfuß und/oder der Flansch sind/ist vorzugsweise aus Stahl.

[0033] Der Flansch kann vorzugsweise an den Behälter angeschweißt sein. Der Flansch kann auch anderweitig, beispielsweise durch eine Schraub- oder Steckverbindung, mit dem Behälter verbunden sein.

[0034] Der Standfuß kann eine zweite standfußseitige Bohrung aufweisen, die in Ruhestellung koaxial zur ersten flanschseitigen Bohrung ausgerichtet ist. Derart kann der Arretierbolzen zum Arretieren des Standfußes in Ruhestellung durch die erste flanschseitige und die zweite standfußseitige Bohrung steckbar sein.

[0035] Der Standfuß kann von der Ruhestellung in die Funktionsstellung und umgekehrt schwenkbar sein. Ein Schwenken kann den Vorteil haben, dass eine definierte Bewegungsmöglichkeit des Standfußes vorgegeben ist, die für einen Bediener leicht verständlich und einfach auszuführen ist. Ferner kann der Standfuß so schwenkbar mit dem Behälter verbunden sein, dass keine losen Einzelteile verloren gehen können. Natürlich kann der Standfuß auch ausschraubbar, ausklappbar oder - beispielsweise teleskopartig - ausziehbar sein.

[0036] In einer Ausführungsform kann die Schrägstellvorrichtung einen Befestigungsbolzen aufweisen, der den Standfuß drehbeweglich mit dem Flansch verbindet. Entlang einer Befestigungsbolzenlängsrichtung kann eine Drehachse definiert sein, um die der Standfuß von der Ruhestellung in die Funktionsstellung und umgekehrt schwenkbar ist. Der Befestigungsbolzen kann in der/den flanschseitigen Bohrung/en einfach eingeschoben sein oder ein Lager, beispielsweise ein Kugellager, aufweisen. Der Befestigungsbolzen kann starr mit dem Flansch oder starr mit dem Standfuß verbunden sein oder jeweils drehbeweglich mit dem Standfuß und dem Flansch verbunden sein.

[0037] Die Schrägstellvorrichtung kann in einer vorteilhaften Ausführung einen zweiten Flansch aufweisen, der vorzugsweise dem ersten Flansch entsprechend ausgebildet ist. Der Standfuß kann dann insbesondere zwischen den beiden Flanschen angeordnet sein. Dies kann eine Stabilität der Schrägstellvorrichtung erhöhen.

[0038] Das Schmelze-Überführungssystem kann in einer Ausführung einen Tragrahmen mit einer Drehgelenkeinheit umfassen. Über die Drehgelenkeinheit kann der Behälter mit dem Tragrahmen derart drehgelenkig verbunden sein, dass der Behälter um eine Drehachse der Drehgelenkeinheit gegenüber dem Tragrahmen kippbar ist. Dabei kann der Behälter durch den in Funktionsstellung arretierten Standfuß in gekippter Position gestützt sein. Dies kann den Vorteil haben, dass der Behälter weitestgehend unabhängig von einem unebenen Boden, auf dem das Schmelze-Überführungssystem steht, um den gleichen Winkel kippbar ist. Der Behälter kann mittels der Schrägstellvorrichtung um einen Winkel von zumindest 1°, vorzugsweise zumindest 3°, besonders bevorzugt zumindest 5° gegenüber dem Tragrahmen gekippt werden. Der Behälter kann mittels der Schrägstellvorrichtung um einen Winkel von höchstens 30°, vorzugsweise höchstens 10°, besonders bevorzugt höchstens 6° gegenüber dem Tragrahmen gekippt werden. So kann gewährleistet werden, dass der Strömungskanal, insbesondere in Form eines Steigrohres, nicht von erkaltender Restschmelze im Behälter verstopft und/ oder zerstört werden kann.

[0039] Der Tragrahmen kann in einer Ausführungsform eine tragrahmenseitige Arretiervorrichtung zum Arretieren des Standfußes in Funktionsstellung umfassen. Wie auch der behälterseitige Arretiermechanismus kann dieser Arretiermechanismus beispielsweise als Rast-, Klemm- oder Schnappmechanismus ausgebildet sein oder beispielsweise einen weiteren Arretierbolzen umfassen. Sowohl für die behälterseitige als auch für die untere, tragrahmenseitige Arretiervorrichtung kann auch eine Kombination von verschiedenen Arretiermechanismen verwendet werden. Durch den tragrahmenseitigen Arretiermechanismus kann der Behälter in gekippter Position transportiert werden. Ferner kann ein sicherer Stand und ein sicherer Transport in Funktionsstellung gewährleistet werden.

[0040] Der Standfuß kann eine dritte Bohrung aufweisen, die ausgebildet sein kann, in Funktionsstellung einen zweiten Arretierbolzen aufzunehmen. Die untere Arretiervorrichtung kann zumindest eine tragrahmenseitige Bohrung aufweisen, die mit der dritten standfußseitigen Bohrung in Funktionsstellung coaxial angeordnet sein kann. So kann der zweite Arretierbolzen zum Befestigen des Standfußes an dem unteren Tragrahmen in die dritte standfußseitige Bohrung sowie die tragrahmenseitige Bohrung der unteren Arretiervorrichtung einschiebbar sein.

[0041] In einer Ausführungsform kann der Tragrahmen zumindest ein Paar, vorzugsweise kastenförmige, Staplerschuhe zum Aufnehmen von Gabelstaplerzinken aufweisen. So kann das Schmelze-Überführungssystem auf einfache Art und Weise transportiert werden. Ferner kann das Schmelze-Überführungssystem auf einfache Weise angehoben werden. In angehobener Position kann die Schrägstellvorrichtung auf einfache Art von einer Ruhestellung in eine Funktionsstellung verbracht werden. Insbesondere kann das Schmelze-Überführungssystem derart auf einfache Art und von einem alleinigen Bediener in eine gekippte Stellung gebracht werden. Vorzugsweise können die Staplerschuhe kastenförmig sein, insbesondere können zumindest zwei Kästen vorgesehen sein. Es kann auch ein Kasten mit Schienen oder einer rippenartigen Trennung vorgesehen sein, um die Staplerzinken beim Einführen in die Staplerschuhe zu führen. Besonders vorteilhaft kann vorgesehen sein, dass die Staplerschuhe derart ausgebildet sind, dass ein Gabelstapler das Schmelze-Überführungssystem von vier Seiten aus anfahren und aufnehmen kann.

[0042] Das Schmelze-Überführungssystem kann ferner eine Ausrichtvorrichtung zum Einstellen einer Behälterneigung und/oder Tragrahmenneigung aufweisen. Vorzugsweise kann diese Ausrichtvorrichtung zusätzlich zu einer Schrägstellvorrichtung vorgesehen sein. Die Ausrichtvorrichtung kann beispielsweise zumindest drei Gewindestangen umfassen, die jeweils Füße umfassen können, die in einer Höhe, vorzugsweise unabhängig voneinander, verstellbar sein können. So kann das Schmelze-Überführungssystem auf einem unebenen Boden ausgerichtet werden, sodass das Schmelze-Überführungssystem beispielsweise bei einem Betrieb gegenüber dem Behälterinnenboden einen gleichmäßigen Schmelzspiegel aufweisen kann.

[0043] Der Behälter des Schmelze-Überführungssystems kann wie folgt gekippt bzw. schrägestellt werden. Zunächst kann das Schmelze-Überführungssystem soweit angehoben werden, dass der Standfuß in eine Funktionsstellung gebracht werden kann. Dabei kann das Schmelze-Überführungssystem zumindest 5 cm, vorzugsweise zumindest 10 cm angehoben werden. Ferner kann ein Anheben von höchstens 30 cm vorteilhaft sein. Um eine Bedienbarkeit für einen Benutzer zu erleichtern, kann die Vorrichtung jedoch auch deutlich höher angehoben werden, sodass sich der Benutzer zum Verbringen des Standfußes in die Funktionsstellung beispielsweise nicht zu bücken braucht. Derart kann eine ergonomische Arbeitsweise verbessert werden. Daraufhin kann der Standfuß aus einer Ruhestellung in eine Funktionsstellung derart gebracht werden, dass der Standfuß über eine Unterseite des Behälters hinausragt. Der Standfuß kann in der Funktionsstellung arretiert werden. Nachfolgend kann das Schmelze-Überführungssystem abgesenkt werden. Vorzugsweise kann das Anheben und Absenken des Schmelze-Überführungssystems mit einem Gabelstapler durchgeführt werden. Vorzugsweise wird vor einem Absenken der Standfuß gegenüber dem Tragrahmen mittels der tragrahmenseitigen Arretiervorrichtung arretiert.

[0044] In bekannten Systemen zum Vorheizen von Transportbehältern muss der gesamte Behälterdeckel zum Vorheizen vom Behälter entfernt werden. Beispielsweise kann anschließend ein relativ schwerer, dem Behälterdeckel in seiner Größe entsprechender Deckel mit integriertem Brenner aufgelegt werden. Bei anderen bekannten Systemen erfolgt das Vorheizen mit elektrischen Heizstäben. Beides ist mit einem hohen Arbeitsaufwand verbunden.

[0045] Das hier vorgeschlagene System hat die Aufgabe, den Transportbehälter mit dem Behälterdeckel und mit dem vorzugsweise kompletten Strömungskanal bzw. Steigrohr vorzuwärmen, wobei der Arbeitsaufwand zum Einrichten der Heizung vergleichsweise gering ist. Dazu kann der Behälterdeckel des Schmelze-Überführungssystems eine Heizöffnung mit einem die Heizöffnung umgebenden Anschlussflansch zum Anflanschen einer Vorheizvorrichtung und zum Anflanschen eines Heizöffnungsdeckels und einen Heizöffnungsdeckel zum luftdichten Verschließen der Heizöffnung umfassen. Zur Vorheizen von Transportbehälter und Strömungskanal bzw. Steigrohr werden heiße Gase durch die Heizöffnung in den Behälter eingebracht, wobei die heißen Gase beispielsweise durch einen Gasbrenner erzeugt werden. Die heißen Gase werden durch den Strömungskanal bzw. das Steigrohr in die Umgebung abgeführt und heizen somit auch den Strömungskanal bzw. das Steigrohr vor. Der Heizöffnungsdeckel kann dabei lösbar an dem Behälterdeckel befestigt sein, beispielsweise mittels Schrauben oder Klemmen und kann die Heizöffnung luftdicht abdichten. Eine derartige Heizöffnung hat den Vorteil, dass eine Vorheizvorrichtung auf einfache Weise an dem Behälter montiert werden kann und dann eine im Behälter erstarrte Schmelze erhitzen und/oder einen Behälterinnenraum vorheizen kann.

[0046] Zudem kann es derart zum Vorheizen ausreichend sein, den vergleichsweise kleinen und gegenüber dem

EP 3 737 516 B1

Behälterdeckel gewichtsmäßig leichten Heizöffnungsdeckel zu entfernen, um den Behälterinnenraum zu heizen. Ein Demontieren des großen Behälterdeckels kann somit vermieden werden.

[0047] Die Heizöffnung kann rund, rechteckig oder mehreckig sein. Ihr lichter Durchmesser bzw. hydraulischer Durchmesser ($4 \times$ Querschnittfläche geteilt durch den Umfang) kann mindestens 4 cm, vorzugsweise mind. 6 cm betragen, besonders bevorzugt ca. 9 cm. Er kann maximal die Hälfte des lichten Durchmessers der Behälteröffnung betragen, vorzugsweise maximal 20 cm.

[0048] Die Heizöffnung kann beispielsweise maximal halb so groß wie die Befüllöffnung sein. Die Heizöffnung kann vorzugsweise etwa $1/3$ der Größe der Füllöffnung, besonders bevorzugt etwa $1/6$ der Größe der Füllöffnung aufweisen.

[0049] Die folgenden Zahlenwertangaben sind rein beispielhaft und nicht einschränkend zu verstehen und bilden lediglich mögliche Ausführungsformen des Schmelze-Überführungssystems ab. Die Füllöffnung kann einen Durchmesser von mindestens 20 cm, vorzugsweise mindestens 30 cm und/oder einen Durchmesser von maximal 100 cm, vorzugsweise maximal 80 cm aufweisen. Der Behälterdeckel kann einen Durchmesser von mindestens 50 cm, vorzugsweise mindestens 70 cm und/oder einen Durchmesser von maximal 250 cm, vorzugsweise maximal 175 cm aufweisen.

[0050] Der Behälterdeckel, der Füllöffnungsdeckels und/oder der Heizöffnungsdeckel können insbesondere Stahl aufweisen. Ferner können der Behälterdeckel, der Füllöffnungsdeckels und/oder der Heizöffnungsdeckel auch wärmeisolierende Schichten aus Feuerfestmaterialien wie beispielsweise Fasermatten und/oder Feuerfestbeton umfassen. Der Behälterdeckel, der Füllöffnungsdeckels und/oder der Heizöffnungsdeckel können die gleichen oder unterschiedliche Materialien aufweisen. Der Heizöffnungsdeckel kann zum Verschließen der Heizöffnung beispielsweise einen Blindflansch aufweisen. Der Heizöffnungsdeckel kann mittels Klammern und/oder Schrauben an dem Behälterdeckel befestigt sein. Dies hat den Vorteil, dass der Heizöffnungsdeckel auf einfache Weise an den Behälterdeckel montiert und abmontiert werden kann.

[0051] In einer Ausführungsform kann der Anschlussflansch an einer Deckeloberseite derart auskragen, dass eine Flanschebene zur Deckeloberseite beabstandet ist. Ein auskragender Flansch kann insbesondere eine Montage des Brenners an dem Flansch erleichtern. Ferner kann der Flanschbau besser isoliert werden.

[0052] Die Flanschebene kann mit der Deckeloberseite einen Winkel bilden (angewinkelte Anflanschebene). Der Winkel kann so gebildet sein, dass die gedachte Verlängerung der Achse des angeflanschten Brenners auf die Oberfläche des erstarrten Restmetalls im Behälter auftrifft. Sie kann auch so gebildet sein, dass sie den Boden des Behälters etwa in seinem Mittelpunkt trifft. Sie kann auch so gebildet sein, dass sie auf etwa der halben Höhe des Behälters den maximalen Abstand zu den Behälterwänden aufweist (d.h. Ausrichtung auf den Mittelpunkt des Behälter-Innenraums).

[0053] Die Flanschebene kann mit der Deckeloberseite einen Winkel von mindestens 10° , vorzugsweise mindestens 20° , besonders bevorzugt mindestens 30° und/oder von höchstens 90° , vorzugsweise höchstens 80° , besonders bevorzugt höchstens 70° einschließen. In einer Ausführung kann die Flanschebene mit der Deckeloberseite auch einen Winkel von mindestens 40° oder von mindestens 50° einschließen. Eine angewinkelte Anflanschebene kann den Vorteil haben, dass ein an den Anschlussflansch angeflanschter Brenner in Richtung einer Behälterinnenraummitte oder in Richtung einer Behälterseite, beispielsweise in einen Bereich, in dem erkaltete Restschmelze angeordnet ist, ausgerichtet werden kann.

[0054] In einer Ausführungsform kann der Heizöffnungsdeckel zur besseren Handhabbarkeit einen Griff aufweisen. Dieser Griff kann beispielsweise wärmeisoliert sein, sodass der Deckel auch nach einem Erhitzen des Behälterinnenraums von einem Bediener bedient werden kann.

[0055] In einer Ausführungsform kann der Anschlussflansch derart ausgebildet sein, dass ein korrespondierender Flansch einer Vorheizvorrichtung, insbesondere eines Gasbrenners oder eines elektronischen Heizstabs, zum Vorheizen des Behälterinnenraums an den Flansch mittels Klemmen oder Schrauben anflanschbar ist. Dies hat den Vorteil, dass die Vorheizvorrichtung auf einfache Weise an den Behälterdeckel montiert und abmontiert werden kann.

[0056] Das Schmelze-Überführungssystem kann einen Brennerdeckel aufweisen, der eine Vorheizvorrichtung, vorzugsweise einen Gasbrenner und einen Montageflansch umfasst, der mit dem Anschlussflansch der Heizöffnung korrespondiert.

[0057] Vorteilhafte Ausführungsbeispiele sind in den Figuren gezeigt. Lediglich in den Ausführungsbeispielen offenbarte Merkmale der verschiedenen Ausführungsformen können miteinander kombiniert und einzeln beansprucht werden.

[0058] Vorteilhafte Ausführungsbeispiele sind in den Figuren gezeigt. Lediglich in den Ausführungsbeispielen offenbarte Merkmale der verschiedenen Ausführungsformen können miteinander kombiniert und einzeln beansprucht werden.

[0059] Es zeigen

Fig. 1 (a) bis (d) vier perspektivische Ansichten eines Schmelze-Überführungssystems,

Fig. 2 eine schematische Schnittansicht des Schmelze-Überführungssystems der Figur 1,

Fig. 3 eine schematische Schnittansicht des fast entleerten Behälters mit einem im Behälter befindlichen Rest Metallschmelze,

EP 3 737 516 B1

- Fig. 4 (a) und (b) ein Luft-Metallschmelze-Gemisch im Steigrohr,
- Fig. 5 einen Druckverlauf im Behälter während der Metallschmelze-Förderung,
- 5 Fig. 6 einen weiteren Druckverlauf im Behälter während der Metallschmelze-Förderung sowie eine zeitliche Ableitung des Druckverlaufs,
- Fig. 7 den Druckverlauf der Figur 5, wobei die zeitliche Ableitung mit gemittelten Drücken geglättet wurde,
- 10 Fig. 8 den Druckverlauf der Figur 5, wobei zusätzlich die Zeit berücksichtigt wurde,
- Fig. 9 eine schematische Schnittdarstellung des Schmelze-Überführungssystems ,
- Fig. 10 (a) und (b) die Schrägstellvorrichtung in zwei perspektivischen Ansichten,
- 15 Fig. 11 einen Ausschnitt des Behälters mit einem Tragrahmen in perspektivischer Ansicht,
- Fig. 12 den Tragrahmen in einer weiteren perspektivischen Ansicht,
- 20 Fig. 13 den Behälter mit Teilen der behälterseitigen Schrägstellvorrichtung in einer Seitenansicht,
- Fig. 14 (a) bis (f) eine schematische Darstellung der Verfahrensschritte zum Schrägstellen des Behälters mit Hilfe eines Gabelstaplers
- 25 Fig. 15 die Brenneinheit in einer perspektivischen Ansicht.

[0060] Figur 1 zeigt ein Schmelze-Überführungssystem 1 mit einem Behälter 2 zum Aufnehmen einer Metallschmelze, einem Behälterdeckel 3 zum luftdichten Abdichten des Behälters 2, einer Füllöffnung 4 und einem Füllöffnungsdeckel 5. Die Figuren 1 (a) und 1 (b) zeigen das Schmelze-Überführungssystem 1 aus zwei unterschiedlichen perspektivischen Ansichten. Figur 1 (c) zeigt die gleiche Ansicht wie Fig. 1 (b), wobei der Füllöffnungsdeckel 5 geöffnet dargestellt ist. Der Behälter 2 kann durch die Füllöffnung 4 mit heißer Metallschmelze befüllt werden. Nach einem Befüllvorgang kann die Füllöffnung 4 von dem Füllöffnungsdeckel 5 luftdicht verschlossen werden. Über eine Pneumatikeinheit 6 kann ein Behälterinnenraum 7 des Behälters 2 mit einem Druck beaufschlagt werden. Dafür wird Luft aus der Pneumatikeinheit 6 unter einem Druck von beispielsweise 0,4 bar durch eine Pneumatikleitung 6.1 in den Behälterinnenraum 7 geleitet. Das Schmelze-Überführungssystem 1 umfasst ferner einen Strömungskanal in Form eines Steigrohres 8. Bei einer Druckbeaufschlagung des Behälterinnenraums 7 durch die Pneumatikeinheit 6 kommt es zu einer Druckdifferenz zwischen einem ersten Ende 8.1 des Steigrohres 8, das in dem Behälter 2 angeordnet ist und einem zweiten Ende 8.2 des Steigrohres 8, das außerhalb des Behälters 2 angeordnet ist. Durch diese Druckdifferenz wird die in dem Behälter 2 befindliche Schmelze vom ersten Ende 8.1 zum zweiten Ende 8.2 befördert und der Behälter 2 kann entleert werden. An dem Behälterdeckel 3 ist ferner ein Thermoelement 9 zum Überwachen der Temperatur der Metallschmelze angeordnet, das in den Behälterinnenraum ragt. Der Behälterdeckel 3 weist zudem eine Heizöffnung 10 mit einem darauf angeordneten Heizöffnungsdeckel 10.1 auf. Das Schmelze-Überführungssystem 1 umfasst zudem Staplerschuhe 11, in die Gabelstaplerzinken eingreifen können. Die Staplerschuhe 11 sind kastenförmig ausgebildet und derart ausgebildet, dass sie von 4 Seiten anfahrbar sind. Das Schmelze-Überführungssystem weist ferner eine Schrägstellvorrichtung 12 auf, umfassend einen Standfuß 12.2 und einen Tragrahmen 12.1 mit einer Drehgelenkeinheit 12.1.1.

[0061] Figur 2 zeigt ein Schmelze-Überführungssystem 1 der Figur 1 in einer Schnittansicht entlang einer xy-Ebene. Wiederkehrende Merkmale sind in dieser und den folgenden Figuren mit identischen Bezugszeichen versehen. Der Behälter 2 weist eine Innenauskleidung mit Feuerfestmasse 13 auf. Von außen nach innen betrachtet weist der Behälter 2 dann eine Isolationsschicht 14 auf. Die Außenverkleidung 15 des Behälters 2 ist aus Stahl. In Figur 2 ist anstelle des Heizöffnungsdeckels 10.1 eine Brenneinheit 10.2 auf einem Anschlussflansch 10.3 montiert. Vorzugsweise ist die Brenneinheit 10.2 durch Klemmen an dem Behälterdeckel 3 fixiert. Der Anschlussflansch 10.3 kragt aus dem Behälterdeckel 3 aus und ist gegenüber der xz-Ebene geneigt. Das Schmelze-Überführungssystem 1 umfasst ferner eine Steuereinheit 16, die mit dem Schmelze-Überführungssystem 1, insbesondere mit der Pneumatikeinheit 6 kommunizieren kann.

[0062] In Figur 3 ist eine schematische Schnittansicht eines fast entleerten Behälters mit einem im Behälter befindlichen Rest von Metallschmelze 17 gezeigt. Die Metallschmelze kann beispielsweise Aluminium sein. Der Behälter ist ferner mit Luft 18 gefüllt. Durch einen Spalt 19 zwischen dem ersten Ende 8.1 des Steigrohres und dem Metallschmelzespiegel 17 mit einer Spalthöhe 19.1 kann Luft 18 in das Steigrohr 8 eindringen. Dieses Luft-Schmelze-Gemisch im Steigrohr 8

ist in der Figur 4 (b) gezeigt. Während eines Schmelzeüberföhrvorgangs zu einem Zeitpunkt zu dem das erste Ende 8.1 des Steigrohrs 8 vollständig in Metallschmelze 17 eingetaucht ist, befindet sich nur Metallschmelze 17 im Steigrohr 8, wie Figur 4 (a) zeigt. Dringt Luft 18 durch den Spalt 19.1 in das Steigrohr ein, so beschleunigt die Luft 18 die Metallschmelze 17 im Steigrohr 8 in Figur 4 (b) derart, dass es zu geföhrlichen Metall-Spritzern am zweiten Ende 8.2 des Steigrohrs kommt.

[0063] In den Figuren 5 bis 8 sind exemplarische Druckverläufe 20 über die Zeit während einer Metallschmelzeförderung dargestellt. Anhand derartiger Druckverläufe 20 kann die Steuereinheit 16 ein Anhalten der Metallschmelze-Förderung, also ein Anhalten des Entleerungsvorganges des Behälters 2, veranlassen und damit die oben beschriebenen Metall-Spritzer vermeiden. Zu Beginn einer Entleerung des Behälters bewirkt die Pneumatikeinheit 6 einen Druckanstieg im Behälter. Dabei misst eine Messeinheit, also zumindest ein Drucksensor, den Druck im Behälter 2. Dafür kann der Drucksensor beispielsweise an einer Behälterdeckelunterseite 3.1 (vgl. Fig. 2) montiert sein. Die Steuereinheit 16 ermittelt aus den gemessenen Drücken den Druckverlauf 20 p(t).

[0064] Die Figur 5 zeigt einen Druckverlauf während dem Überföhren der Metallschmelze durch das Steigrohr 8 vom ersten Ende 8.1 zum zweiten Ende 8.2. Am Ende des Bereiches I, im Übergang zum Bereich II, beginnt die Überföhrung und Metall fließt aus dem zweiten Ende 8.2 des Steigrohrs 8. Der Bereich II entspricht dabei einem Sogeffekt. In den Bereichen III und V ist ein normaler Druckanstieg beim Fördern gezeigt. Der Bereich IV stellt einen Druckabfall durch eine kurzzeitige Überföhrungsunterbrechung von einem Bediener dar. Am Beginn des Bereiches VI ist der Entleerungspunkt erreicht, was zu einem starken Druckabfall und einer negativen Druckdifferenz föhrt: $\Delta p = p_i - p_{i-1} \leq 0$.

[0065] In den Bereichen II, IV sowie VI entstehen durch die kurzzeitigen oder längeren andauernde Druckabfälle negative Ableitungen dp/dt des Druckverlaufs p(t). In Figur 6 ist zusätzlich zum Druckverlauf 20 die zeitliche Ableitung 21 des Druckverlaufs 20 dargestellt. Diese wird von der Steuereinheit bestimmt und ist im Bereich VI kleiner Null.

[0066] Für eine funktionssichere Auswertung der Druckwerte kann eine Glättung der zeitlichen Ableitungskurve 21 vorteilhaft sein, damit falsche Auswertergebnisse durch Druckschwankungen möglichst vermieden werden können. Wenn ein einfacher Vergleich von p_i und p_{i-1} durchgeführt wird, oszilliert der Verlauf der zeitlichen Ableitung. Für eine Glättung des Druckgradienten ist es vorteilhaft, eine Mittelung aus den letzten drei oder mehr Druckmesswerten zu bilden, sodass die vom Drucksensor gemessenen Messwerte gefiltert werden. Die Steuereinheit 16 ist eingerichtet und ausgebildet, diese Mittelung durchzuführen. In Figur 7 ist die zeitliche Ableitung dp/dt gefiltert gezeigt und mit der Bezugsnummer 21f versehen. Dabei kann die Steuereinheit ausgebildet sein, die gefilterte Ableitung wie folgt zu bestimmen:

Umso mehr Werte zur Filterung herangezogen werden, umso glatter wird der Verlauf der zeitlichen Ableitung. Ein glatterer Verlauf hat jedoch auch zur Folge, dass Reaktionszeit länger wird. Dabei ist die Reaktionszeit diejenige Zeit, die die Steuereinheit benötigt, um den Druckabfall zu erkennen.

[0067] Die Steuereinheit kann ausgebildet sein, die gefilterte Ableitung wie folgt zu bestimmen:

$$\frac{dp}{dt} = \frac{p_t - p_{t-1}}{\Delta t}$$

$$\Delta t = t_{p_t} - t_{p_{t-1}}$$

mit

$$p_{t-1} = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^1 p_i = \frac{p_0 + p_1}{2}$$

$$p_t = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^2 p_i = \frac{p_1 + p_2}{2}$$

$$\Delta p_t = p_{t-1} - p_t$$

[0068] Dieser Verlauf ist in Figur 8 dargestellt. Die Steuereinheit ist ausgebildet und eingerichtet die zeitliche Ableitung des Druckverlaufs 20 zu ermitteln und ein Fördern von Metallschmelze durch das Steigrohr 8 abzuschalten, sobald die

Ableitung kleiner Null ist. Insbesondere kann die Steuereinheit eingerichtet sein, das Fördern von Metallschmelze durch das Steigrohr 8 erst abzuschalten, wenn die Ableitung kleiner Null ist und die Ableitung betragsmäßig größer ist als ein Schwellenwert. Dieser Schwellenwert kann beispielsweise 12 mbar/s betragen.

[0069] Nach einem Abschalten der Förderung von Metallschmelze 17 verbleibt typischerweise ein Rest Metallschmelze 17 in dem Behälter 2. Damit diese nach einem Erkalten nicht das erste Ende 8.1 des Steigrohrs 8 verstopft, ist das Schmelze-Überführungssystem 1 vorteilhafterweise mit einer Schrägstellvorrichtung 12 ausgestattet. In Figur 9 ist eine schematische Schnittdarstellung des Schmelze-Überführungssystems 1 gezeigt, das mittels der Schrägstellvorrichtung derart schräg gestellt ist, dass die Metallschmelze 17 in einen dem Steigrohr 8 gegenüberliegenden Bereich geflossen ist und damit das erste Ende 8.1 des Steigrohrs freigibt.

[0070] In Figur 10 ist die Schrägstellvorrichtung 12 (zumindest teilweise) gezeigt. Die Schrägstellvorrichtung 12 umfasst einen Standfuß 12.2 der an zwei behälterseitigen Flanschen 12.3 schwenkbar angelenkt ist. Der Standfuß 12.2 kann so von einer Funktionsstellung in eine Ruhestellung geschwenkt werden. In der Figur 10 ist der Standfuß in einer Ruhestellung gezeigt. Die behälterseitigen Flansche 12.3 weisen jeweils eine erste Bohrung 12.3.1 auf, die in der Funktionsstellung koaxial zu einer ersten standfußseitigen Bohrung 12.2.1 positioniert sind. In Fig. 10 (b) ist ferner ein Arretierbolzen 12.4 gezeigt, der den Standfuß 12.2 in Ruhestellung arretiert. Die behälterseitigen Flansche 12.3 können jeweils eine zweite Bohrung 12.3.2 aufweisen, durch die der Arretierbolzen 12.2 zum Arretieren des Standfußes in Ruhestellung geschoben ist. Wie in der Figur 10 (b) ersichtlich ist, kann der behälterseitige Flansch mehrere Flanschbereiche, bspw. in Form von einzelnen Flanschen, umfassen. Der Begriff "behälterseitige Flansch" wird dabei als Oberbegriff für einen oder mehrere Flansche, die mit dem Behälter verbunden sind, verwendet. Der Standfuß 12.2 weist ferner eine dritte standfußseitige Bohrung 12.2.3 auf zum Arretieren des Standfußes an einem Tragrahmen mittels eines weiteren Arretierbolzens.

[0071] In Figur 11 ist der Behälter 2 mit einem Tragrahmen 12.1 gezeigt. Der Tragrahmen 12.1 umfasst eine Drehgelenkeinheit 12.1.1, über die der Behälter 2 mit dem Tragrahmen 12.1 derart drehgelenkig verbunden ist, dass der Behälter 2 um eine Drehachse Ader Drehgelenkeinheit 12.1.1 gegenüber dem Tragrahmen 12.1 kippbar ist, wobei der Behälter 2 durch den in Funktionsstellung arretierten Standfuß 12.2 in gekippter Position gestützt werden kann.

[0072] In Figur 12 ist der Tragrahmen in einer perspektivischen Ansicht gezeigt. Der Tragrahmen umfasst neben der Drehgelenkeinheit 12.1.1 eine untere Arretiervorrichtung 12.1.2, die zwei Flansche mit je einer Bohrung 12.1.2.1 aufweist. Die Bohrungen sind koaxial ausgerichtet, sodass der Standfuß 12.2 durch den Arretierbolzen in Funktionsstellung an dem Tragrahmen 12.1 befestigt werden kann. Dafür kann ein weiterer Arretierbolzen 12.4 durch die dritte standfußseitige Bohrung 12.2.3 und die beiden Bohrungen 12.1.2.1 der unteren Arretiervorrichtung geschoben werden. Figur 13 zeigt die korrespondierenden Elemente der Drehgelenkeinheit 12.1.1, die an dem Behälter befestigt, vorzugsweise angeschweißt, sind. Die behälterseitige Drehgelenkeinheit 12.1.1 ist an einer Außenseite an dem Behälter 2 gegenüber der Standfußanbringung in Form der behälterseitigen Flansche 12.3 angeordnet. Der Tragrahmen weist zwei gekreuzt angeordnete kastenförmige Staplerschuhe 11 zum Aufnehmen von Gabelstaplerzinken auf. Ferner weist der Tragrahmen eine Ausrichtvorrichtung zum Einstellen einer Tragrahmenneigung gegenüber einer Bodenfläche, auf der der Tragrahmen angeordnet ist, auf. Diese ist in der Figur jedoch nicht dargestellt.

[0073] In Figur 14 (a) ist das Schmelze-Überführungssystem 1 der obigen Figuren schematisch auf einem Gabelstapler dargestellt. Dabei sind die Zinken des Gabelstaplers in den Staplerschuhen 11 positioniert. Zum Schrägstellen des Behälters 2 wird das Schmelze-Überführungssystem 1 mit dem Gabelstapler beispielsweise 200 mm vom Boden angehoben. Der Standfuß 12.2 wird von einem Bediener 23 von einer Ruhestellung in eine Funktionsstellung entlang des Pfeils 24 geschwenkt (vgl. Fig. 14 (b)). Der Standfuß 12.2 wird in der Funktionsstellung mittels des Arretierbolzens 12.4 arretiert (vgl. Fig. 14 (c)).

[0074] Fig. 14 (d) zeigt die schematische Darstellung des Gabelstaplers 22 mit dem Schmelze-Überführungssystem 1 mit ausgeklapptem Standfuß 12.2 in Funktionsstellung. In Figur 14 (e) ist das Überführungssystem 1 der Figur 14 (d) abgeseht, sodass der Behälter 2 mit ausgeklapptem Standfuß 12.2, wobei das Schmelze-Überführungssystem 1 abgeseht ist, sodass der Behälter gegenüber einer Bodenfläche 25 um 5 ° geneigt ist. Nach dem Absenken des Schmelze-Überführungssystems 1 kann der Standfuß 12.2 mittels der unteren Arretiervorrichtung 12.1.2 an dem Tragrahmen 12.1 mit einem weiteren Arretierbolzen 12.4 wie oben beschrieben arretiert werden (vgl. Fig. 14 (f)).

[0075] In Figur 1 (d) ist das Schmelze-Überführungssystem 1 in einer perspektivischen Ansicht gezeigt. Das Schmelze-Überführungssystem 1 entspricht dem der obigen Figuren. Die Brenneinheit 10.2 ist mittels Klemmen an einem Anschlussflansch 10.3 befestigt, sodass der Brenner 10.2.2 in den Behälterinnenraum 7 ragt. Der Brenner ist vorzugsweise ein Gasbrenner, mit dem der Behälterinnenraum vorgeheizt werden kann. Der Anschlussflansch 10.3 krägt aus einer Oberseite des Behälterdeckels 3 nach oben aus und ist so angeordnet, dass der Brenner 10.2.2 nicht unmittelbar das Steigrohr 8 anfeuert. Das Steigrohr 8 wird beim Vorheizen als Kamin verwendet und wird somit vorteilhaft erwärmt.

[0076] In Figur 1 (a) ist das Schmelze-Überführungssystem 1 in einer perspektivischen Ansicht gezeigt. Das Schmelze-Überführungssystem 1 entspricht dem der obigen Figuren. In Figur 1 (a) ist die Heizöffnung luftdicht durch den Heizöffnungsdeckel 10.1 verschlossen. Dafür ist der Heizöffnungsdeckel mittels Klemmen an dem Anschlussflansch 10.3 befestigt. Die Heizöffnung hat einen Durchmesser von 9 cm und ist rund ausgebildet. Die Füllöffnung hat einen Durch-

EP 3 737 516 B1

messer von 60 cm und der Behälterdeckel hat einen Durchmesser von 110 cm. Der Behälterdeckel und der Füllöffnungsdeckel sind aus Stahl gefertigt und mit feuerfester Masse zugestellt.

[0077] Die Figur 15 zeigt die Brenneinheit 10.2 in einer perspektivischen Ansicht.

[0078] Die Brenneinheit 10.2 weist einen Stecker zum Versorgen des Brenners mit Strom auf. Ferner weist die Brenneinheit 10.2 einen Gasanschlussstutzen 10.5 zum Anschließen von Gas und einen Luftanschlussstutzen 10.6 zum Anschließen einer Luftversorgung auf. Ein Brennerrohr 10.7 ist durch einen Brenneranschlussflansch 10.2.1 räumlich von den Anschlüssen 10.4, 10.5 und 10.6 getrennt angeordnet, sodass das Brennerrohr 10.7 in den Behälter 2 hineinragt, wenn die Brenneinheit 10.2 an dem Anschlussflansch 10.3 montiert ist, während die Anschlüsse für einen Bediener gut erreichbar außerhalb des Behälterinnenraums 7 an einer Behälterdeckeloberseite 3.2 angeordnet sind.

| | | |
|----|----------|--|
| 10 | 1 | Schmelze-Überführungssystem |
| | 2 | Behälter |
| | 3 | Behälterdeckel |
| | 3.1 | Behälterdeckelunterseite |
| 15 | 3.2 | Behälterdeckeloberseite |
| | 4 | Füllöffnung |
| | 5 | Füllöffnungsdeckel |
| | 5.1 | Gaszugfedern |
| | 6 | Pneumatikeinheit |
| 20 | 6.1 | Pneumatikleitung |
| | 7 | Behälterinnenraum |
| | 8 | Steigrohr |
| | 8.1 | Erstes Ende des Steigrohrs |
| | 8.2 | Zweites Ende des Steigrohrs |
| 25 | 9 | Thermoelement |
| | 10 | Heizöffnung |
| | 10.1 | Heizöffnungsdeckel |
| | 10.2 | Brenneinheit |
| | 10.2.1 | Flansch der Brenneinheit |
| 30 | 10.2.2 | Brenner |
| | 10.3 | Anschlussflansch |
| | 10.4 | Stecker |
| | 10.5 | Gasanschlussstutzen |
| | 10.6 | Luftanschlussstutzen |
| 35 | 10.7 | Brennerrohr |
| | 11 | Staplerschuhe |
| | 12 | Schrägstellvorrichtung |
| | 12.1 | Tragrahmen |
| | 12.1.1 | Drehgelenkeinheit |
| 40 | 12.1.2 | Untere Arretiervorrichtung |
| | 12.1.2.1 | Bohrung in der unteren Arretiervorrichtung |
| | 12.2 | Standfuß |
| | 12.2.1 | Erste standfußseitige Bohrung |
| | 12.2.2 | Zweite standfußseitige Bohrung |
| 45 | 12.2.3 | Dritte standfußseitige Bohrung |
| | 12.3 | Behälterseitiger Flansch |
| | 12.3.1 | Erste Bohrung am behälterseitigen Flansch |
| | 12.3.2 | Zweite Bohrung am behälterseitigen Flansch |
| | 12.4 | Arretierbolzen |
| 50 | 12.5 | Schwenkbolzen |
| | 13 | Feuerfestmasse |
| | 14 | Isolationsschicht |
| | 15 | Außenverkleidung |
| | 16 | Steuereinheit |
| 55 | 17 | Metallschmelze |
| | 17.1 | Metallschmelzespiegel |
| | 18 | Luft |
| | 19 | Spalt |

- 19.1 Spalthöhe
- 20 Druckverlauf $p(t)$
- 21 Zeitliche Ableitung dp/dt
- 21f Zeitliche Ableitung dp/dt gefiltert
- 5 22 Gabelstapler
- 23 Bediener
- 24 Schwenkrichtung
- 25 Bodenfläche
- 26 Vertikaler Abstand zwischen Bodenfläche und Schmelz-Überführungsgerät
- 10 A Drehachse

Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zum Entleeren eines Schmelze-Überführungssystems enthaltend einen Behälter zum Aufnehmen einer Metallschmelze, einen Strömungskanal, insbesondere ein Steigrohr, zum Fördern der Metallschmelze aus einem Behälter durch den Strömungskanal, einen Behälterdeckel zum luftdichten Verschließen des Behälters, umfassend die folgenden Schritte
- 20
 - i. Fördern der Metallschmelze aus dem Behälter durch den Strömungskanal,
 - ii. Bestimmen eines Druckes im Behälter während des Förderns,
 - iii. Anhalten der Metallschmelzeförderung bei einem Abfall des gemessenen Drucks.
- 25 2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metallschmelzeförderung angehalten wird, wenn eine Druckdifferenz zwischen einem zu einem ersten Zeitpunkt bestimmten Druck und einem zu einem zweiten Zeitpunkt bestimmten Druck negativ ist, wobei vorzugsweise die negative Druckdifferenz betragsmäßig größer ist als ein zuvor festgelegter Schwellenwert.
- 30 3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zeitlicher Druckverlauf anhand des gemessenen Druckes bestimmt wird und anhand des zeitlichen Druckverlaufs eine zeitliche Ableitung dp/dt des Druckverlaufs ermittelt wird und die Metallschmelzeförderung angehalten wird, wenn die Ableitung dp/dt negativ ist, wobei vorzugsweise die negative Ableitung betragsmäßig größer ist als ein zuvor festgelegter Schwellenwert.
- 35 4. Verfahren gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schwellenwert betragsmäßig mindestens 1 mbar/s, vorzugsweise mindestens 5 mbar/s, besonders bevorzugt mindestens 10 mbar/s beträgt.
- 40 5. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein zweiter Druck an einem zweiten Ort gemessen wird, wobei der zweite gemessene Druck mit einem Druck im Behälter, mit einem Druck in einer pneumatischen Einheit zum Einstellen einer Druckdifferenz zwischen einem Umgebungsdruck und einem Druck im Behälter und/oder mit einem Druck im Strömungskanal korreliert.
- 45 6. Verfahren gemäß einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zeitliche Druckverlauf anhand von Druckmessungen in definierten zeitlichen Abständen gemessen wird.
- 50 7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, sofern dieser auf Anspruch 3 rückbezogen ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils zumindest zwei, vorzugsweise zumindest drei, zeitlich aufeinanderfolgend gemessene Drücke gemittelt werden und die zeitliche Ableitung anhand der gemittelten Drücke ermittelt wird und/oder dass eine Frequenz des zeitlichen Druckverlaufs gefiltert wird, vorzugsweise mit einem Bandpassfilter.
- 55 8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Druckdifferenz zwischen dem ersten, behälterseitigen Ende und dem zweiten Ende des Strömungskanals zum Anhalten der Metallschmelzeförderung verringert wird, sobald die ermittelte Ableitung des Druckverlaufs negativ ist und vorzugsweise betragsmäßig größer ist als ein zuvor festgelegter Schwellenwert.
- 9. Schmelze-Überführungssystem zum Speichern und Transportieren einer Metallschmelze, umfassend

einen Behälter zum Aufnehmen der Metallschmelze,
 einen auf dem Behälter angeordneten Behälterdeckel zum luftdichten Verschließen des Behälters, aufweisend
 eine verschließbare Füllöffnung zum Befüllen des Behälters mit der Metallschmelze,
 einen Strömungskanal, aufweisend ein erstes im Behälter angeordnetes Ende und ein zweites außerhalb des
 5 Metallschmelze-Behälters angeordnetes Ende zum Ausbringen der Metallschmelze aus dem Metallschmelze-
 Behälter,
 eine Messeinheit mit zumindest einem Drucksensor zum Messen eines Druckes im Behälter während des
 Förderns,
 10 eine Steuereinheit zum Steuern der Förderung der Metallschmelze aus dem Behälter durch den Strömungs-
 kanal, wobei die Steuereinheit eingerichtet und ausgebildet ist, die Metallschmelzeförderung bei einem Abfall
 des gemessenen Druckes anzuhalten.

10. Schmelze-Überführungssystem gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit ausgebildet
 und eingerichtet ist, aus dem gemessenen Druck einen zeitlichen Druckverlauf $p(t)$ zu bestimmen, eine zeitliche
 15 Ableitung des Druckverlaufs dp/dt zu ermitteln und die Metallschmelzeförderung anzuhalten, wenn die Ableitung
 des Druckverlaufs dp/dt negativ ist und vorzugsweise wenn die Ableitung betragsmäßig größer ist als ein zuvor
 festgelegter Schwellenwert.

11. Schmelze-Überführungssystem gemäß Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinheit
 20 ausgebildet und eingerichtet ist, zum Anhalten der Metallschmelzeförderung eine Druckdifferenz zwischen dem
 ersten, behälterseitigen Ende und dem zweiten Ende des Strömungskanals zu verringern.
 und/oder
 dass der Schwellenwert betragsmäßig mindestens 1 mbar/s, vorzugsweise mindestens 5 mbar/s, besonders be-
 vorzugt mindestens 10 mbar/s beträgt.

12. Schmelze-Überführungssystem gemäß einem der Ansprüche 10 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steu-
 25 ereinheit ausgebildet und eingerichtet ist, jeweils zumindest zwei, vorzugsweise zumindest drei, zeitlich aufeinander-
 folgend von der Messeinheit gemessene Drücke zu mitteln und die Ableitung anhand der gemittelten Drücke zu
 ermitteln.

13. Schmelze-Überführungssystem gemäß einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zu-
 30 mindest eine Drucksensor an einer Innenseite des Behälterdeckels und/oder in einer pneumatischen Einheit ange-
 ordnet ist.

14. Schmelze-Überführungssystem gemäß einem der Ansprüche 9 bis 13, **gekennzeichnet durch** eine Schrägstell-
 35 vorrichtung zum Kippen des Behälters, wobei die Schrägstellvorrichtung zumindest einen gelenkig mit dem Schmel-
 ze-Überführungssystem verbundenen Standfuß und eine behälterseitige Arretiervorrichtung zum Arretieren des
 Standfußes in einer Funktionsstellung umfasst, wobei der Standfuß aus einer Ruhestellung in Funktionsstellung
 bringbar ist und in der Funktionsstellung über eine Behälterunterseite hinausragt.

15. Schmelze-Überführungssystem gemäß einem der Ansprüche 9 bis 14, **gekennzeichnet dadurch, dass** der Be-
 40 hälterdeckel eine Füllöffnung zum Befüllen des Behälters mit einer Metallschmelze, einen Füllöffnungsdeckel zum
 luftdichten Verschließen der Füllöffnung, eine Heizöffnung, mit einem die Heizöffnung umgebenden Anschluss-
 flansch zum Anflanschen einer Vorheizvorrichtung und zum Anflanschen eines Heizungsöffnungsdeckels und einen
 45 Heizöffnungsdeckel zum luftdichten Verschließen der Heizöffnung aufweist, wobei der Heizöffnungsdeckel an dem
 Behälterdeckel lösbar befestigt ist und die Heizöffnung luftdicht abdichtet.

Claims

50 1. A method for emptying a melt transfer system, comprising a vessel for receiving molten metal, a flow duct, in particular
 a riser, for feeding the molten metal from a vessel through the flow duct, and a vessel cover for closing the vessel
 in an air-tight manner, comprising the following steps:

- 55 I. feeding the molten metal from the vessel through the flow duct;
 II. determining a pressure in the vessel during feeding; and
 III. halting the feeding of the molten metal in the event of a drop of the measured pressure.

- 5
2. The method according to claim 1, **characterized in that** the feeding of the molten metal is halted when a pressure difference between a pressure determined at a first point in time and a pressure determined at a second point in time is negative, the negative pressure difference preferably being greater, in absolute terms, than a previously established threshold value.
- 10
3. The method according to claim 1 or 2, **characterized in that** a time profile over time is determined based on the measured pressure, and a time derivative dp/dt of the pressure profile is ascertained based on the time profile over time, and the feeding of the molten metal is halted when the derivative dp/dt is negative, the negative derivative, in absolute terms, preferably being greater than a previously established threshold value.
- 15
4. The method according to claim 3, **characterized in that** the threshold value, in absolute terms, is at least 1 mbar/s, preferably at least 5 mbar/s, and particularly preferably at least 10 mbar/s.
- 20
5. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a second pressure is measured at a second location, the second measured pressure correlating with a pressure in the vessel, with a pressure in the pneumatic unit for setting a pressure difference between an ambient pressure and a pressure in the vessel and/or with a pressure in the flow duct.
- 25
6. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the pressure profile over time is measured based on pressure measurements at defined time intervals.
- 30
7. The method according to any one of the preceding claims, provided the claim has a back-reference to claim 3, **characterized in that** in each case at least two, and preferably at least three, consecutively measured pressures are averaged and the time derivative is ascertained based on the averaged pressures and/or a frequency of the pressure profile over time is filtered, preferably using a bandpass filter.
- 35
8. The method according to any one of the preceding claims, **characterized in that** a pressure difference between the first, vessel-side end and the second end of the flow duct is reduced for halting the feeding of the molten metal, as soon as the ascertained derivative of the pressure profile is negative and preferably, in absolute terms, is greater than a previously established threshold value.
- 40
9. A melt transfer system for storing and transporting molten metal, comprising:
- 45
- a vessel for receiving the molten metal;
 - a vessel cover, arranged on the vessel, for closing the vessel in an air-tight manner, comprising a closable filling opening for filling the vessel with the molten metal;
 - a flow duct, comprising a first end arranged in the vessel, and a second end arranged outside the molten metal vessel for feeding the molten metal from the molten metal vessel;
 - 40 a measuring unit comprising at least one pressure sensor for measuring a pressure in the vessel during the feeding; and
 - a control unit for controlling the feeding of the molten metal out of the vessel through the flow duct, the control unit being configured and designed to halt the feeding of the molten metal in the event of a drop of the measured pressure.
- 50
10. The melt transfer system according to claim 9, **characterized in that** the control unit is designed and configured to determine the time profile over time $p(t)$ from the measured pressure, to ascertain a time derivative of the pressure profile dp/dt , and to halt the feeding of the molten metal when the derivative of the pressure profile dp/dt is negative, and preferably when the derivative, in absolute terms, is greater than a previously established threshold value.
- 55
11. The melt transfer system according to claim 9 or 10, **characterized in that** the control unit is designed and configured to reduce a pressure difference between the first, vessel-side end and the second end of the flow duct for halting the feeding of the molten metal, and/or the threshold value, in absolute terms, is at least 1 mbar/s, preferably at least 5 mbar/s, and particularly preferably at least 10 mbar/s.
12. The melt transfer system according to any one of claims 10 to 11, **characterized in that** the control unit is designed

and configured to average in each case at least two, and preferably at least three, pressures measured consecutively by the measuring unit and to ascertain the derivative based on the averaged pressures.

5 13. The melt transfer system according to any one of claims 9 to 12, **characterized in that** the at least one pressure sensor is arranged on an inner side of the vessel cover and/or in a pneumatic unit.

10 14. The melt transfer system according to any one of the preceding claims 9 to 13, **characterized by** an oblique positioning device for tilting the vessel, the oblique positioning device comprising at least one base connected to the melt transfer system in an articulated manner and a vessel-side locking device for locking the base in a functional position, the base being movable from an idle position into a functional position, and protruding over a vessel underside in the functional position.

15 15. The melt transfer system according to any one of claims 9 to 14, **characterized in that** the vessel cover includes a filling opening for filling the vessel with molten metal, a filling opening cover for closing the filling opening in an air-tight manner, a heating opening, comprising a connecting flange surrounding the heating opening for flange-mounting a preheating device and for flange-mounting a heating opening cover, and a heating opening cover for closing the heating opening in an air-tight manner, the heating opening cover being detachably fastened to the vessel cover and closing the heating opening in an air-tight manner.

20 **Revendications**

25 1. Procédé pour vider un système de transfert de bain de fusion contenant un contenant pour recevoir un bain de fusion de métal, un canal d'écoulement, en particulier un tube de montée, pour transporter le bain de fusion de métal à partir d'un contenant à travers le canal d'écoulement, un couvercle de contenant pour fermer hermétiquement le contenant, comprenant les étapes suivantes consistant à

- 30 I. acheminer le bain de fusion de métal à partir du contenant à travers le canal d'écoulement,
 II. déterminer une pression dans le contenant lors de l'acheminement,
 III. arrêter l'acheminement de bain de fusion de métal si la pression mesurée chute.

35 2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'acheminement du bain de fusion de métal est arrêté lorsqu'une différence de pression entre une pression déterminée à un premier instant et une pression déterminée à un second instant est négative, dans lequel la différence de pression négative est de préférence plus grande en amplitude qu'une valeur de seuil déterminée précédemment.

40 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**une courbe de pression dans le temps est déterminée sur la base de la pression mesurée et une dérivée temporelle dp/dt de la courbe de pression est déterminée sur la base de la courbe de pression dans le temps, et l'acheminement de bain de fusion de métal est arrêté si la dérivée dp/dt est négative, la dérivée négative présentant de préférence une amplitude supérieure à une valeur de seuil déterminée précédemment.

45 4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la valeur de seuil est d'au moins 1 mbar/s, de préférence d'au moins 5 mbar/s, de manière particulièrement préférée d'au moins 10 mbar/s.

50 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une seconde pression est mesurée en un second endroit, la seconde pression mesurée étant corrélée avec une pression dans le contenant, avec une pression dans une unité pneumatique pour régler une différence de pression entre une pression ambiante et une pression dans le contenant et/ou à une pression dans le canal d'écoulement.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la courbe de pression dans le temps est mesurée à l'aide de mesures de pression à des intervalles de temps définis.

55 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, lorsqu'elle dépend de la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**on fait la moyenne d'au moins deux, de préférence au moins trois, pressions mesurées successivement et **en ce que** la dérivée temporelle est déterminée sur la base des pressions moyennées, et/ou **en ce qu'**une fréquence de la courbe de pression dans le temps est filtrée, de préférence avec un filtre passe-bande.

EP 3 737 516 B1

- 5
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**une différence de pression entre la première extrémité côté contenant et la seconde extrémité du canal d'écoulement est réduite pour arrêter l'acheminement du bain de fusion de métal dès que la dérivée déterminée de la courbe de pression est négative et est de préférence supérieure à une valeur de seuil préalablement définie.
- 10
9. Système de transfert de bain de fusion pour stocker et transporter un bain de fusion de métal, comprenant
- un contenant pour recevoir le bain de fusion de métal,
- un couvercle de contenant agencé sur le contenant pour une fermeture hermétique du contenant, comportant une ouverture de remplissage pouvant être fermée pour remplir le contenant avec le bain de fusion de métal, un canal d'écoulement présentant une première extrémité agencée dans le contenant et une seconde extrémité agencée à l'extérieur du contenant de bain de fusion de métal pour évacuer le bain de fusion de métal du contenant de bain de fusion de métal,
- 15
- une unité de mesure avec au moins un capteur de pression pour mesurer une pression dans le contenant pendant l'acheminement, et
- une unité de commande pour commander l'acheminement du bain de fusion depuis le contenant à travers le canal d'écoulement, l'unité de commande étant configurée et conçue pour arrêter l'acheminement du bain de fusion si la pression mesurée chute.
- 20
10. Système de transfert de bain de fusion selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'unité de commande est conçue et réalisée pour déterminer une courbe de pression dans le temps $p(t)$ à partir de la pression mesurée, pour déterminer une dérivée temporelle de la courbe de pression dp/dt et pour arrêter l'acheminement de bain de fusion de métal si la dérivée de la courbe de pression dp/dt est négative et de préférence si la dérivée est supérieure à une valeur de seuil préalablement définie.
- 25
11. Système de transfert de bain de fusion selon la revendication 9 ou 10, **caractérisé en ce que** l'unité de commande est conçue et réalisée pour réduire une différence de pression entre la première extrémité côté contenant et la seconde extrémité du canal d'écoulement afin d'arrêter l'acheminement de bain de fusion de métal,
- 30
- et/ou
- en ce que** la valeur de seuil est d'au moins 1 mbar/s, de préférence d'au moins 5 mbar/s, de manière particulièrement préférée d'au moins 10 mbar/s.
- 35
12. Système de transfert de bain de fusion selon l'une quelconque des revendications 10 à 11, **caractérisé en ce que** l'unité de commande est conçue et réalisée pour faire la moyenne d'au moins deux, de préférence au moins trois, pressions successives mesurées par l'unité de mesure et pour déterminer la dérivée sur la base des pressions moyennées.
- 40
13. Système de transfert de bain de fusion selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, **caractérisé en ce que** le au moins un capteur de pression est agencé à l'intérieur du couvercle du contenant et/ou dans une unité pneumatique.
- 45
14. Système de transfert de bain de fusion selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, **caractérisé par** un dispositif d'inclinaison pour faire basculer le contenant, le dispositif d'inclinaison comprenant au moins un socle articulé au système de transfert de bain de fusion et un dispositif de verrouillage côté contenant pour verrouiller le socle dans un position fonctionnelle, le socle pouvant être amené d'une position de repos en position fonctionnelle et dépasse au-delà de la face inférieure du contenant dans la position fonctionnelle.
- 50
15. Système de transfert de bain de fusion selon l'une quelconque des revendications 9 à 14,
- caractérisé en ce que** le couvercle de contenant présente une ouverture de remplissage pour remplir le contenant avec du bain de fusion de métal, un couvercle d'ouverture de remplissage pour fermer hermétiquement l'ouverture de remplissage, une ouverture de chauffage, avec une bride de raccordement entourant l'ouverture de chauffage pour brider un dispositif de préchauffage et pour brider un couvercle d'ouverture de chauffage, et un couvercle d'ouverture de chauffage pour fermer l'ouverture de chauffage d'une manière étanche à l'air, le couvercle d'ouverture de chauffage étant fixé de manière amovible au couvercle de contenant, et fermant hermétiquement l'ouverture de
- 55
- chauffage.

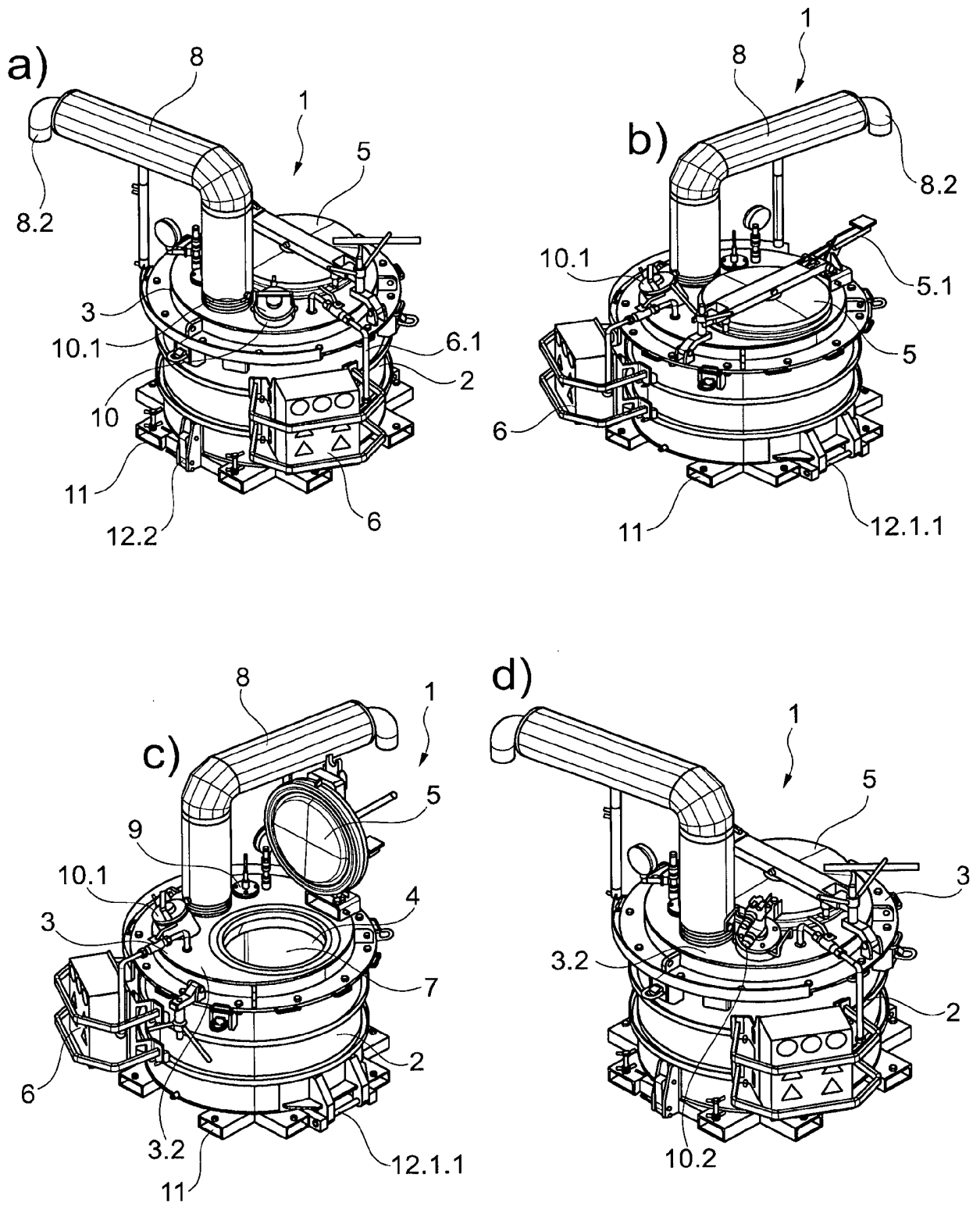


Fig. 1

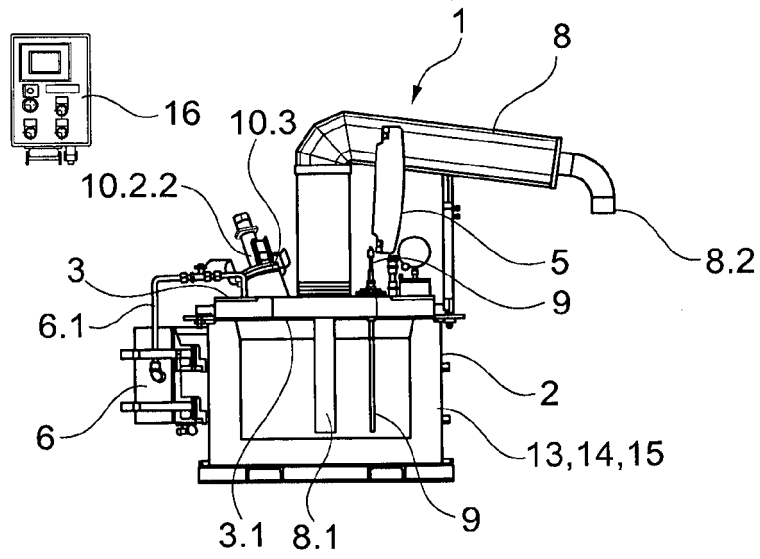


Fig. 2

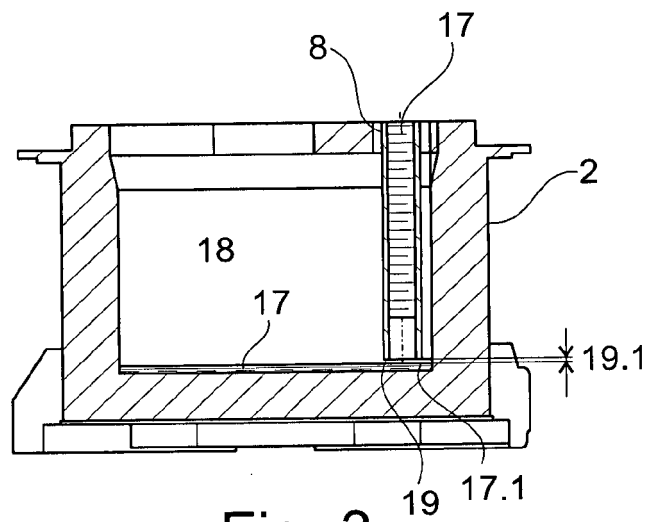


Fig. 3

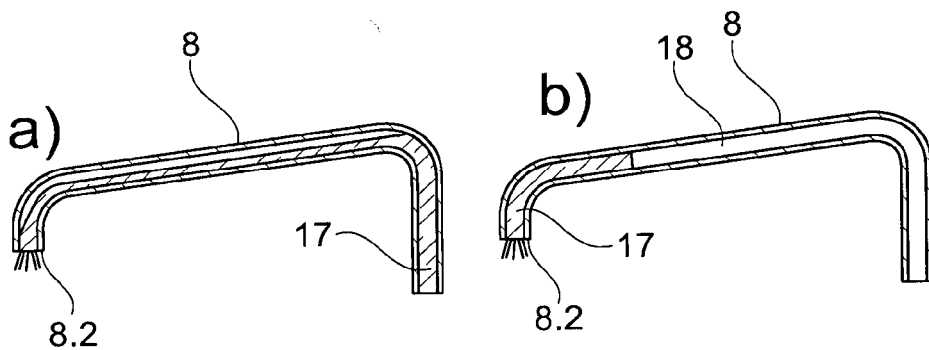


Fig. 4

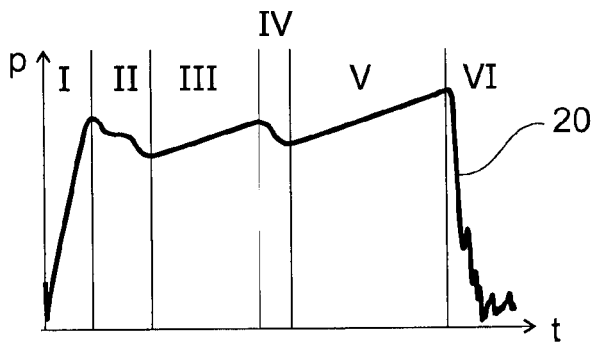


Fig. 5

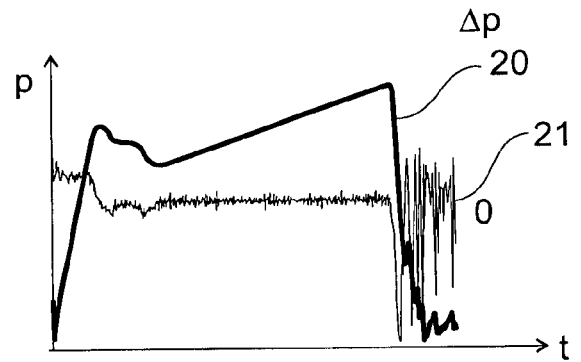


Fig. 6

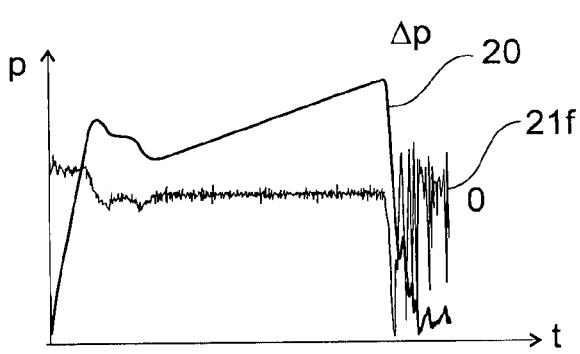


Fig. 7

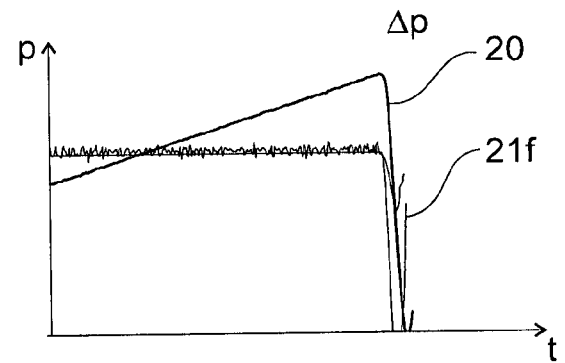


Fig. 8

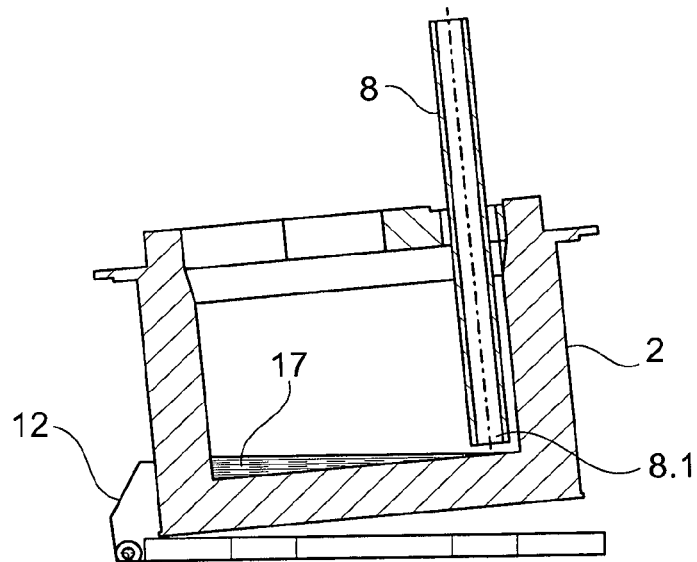


Fig. 9

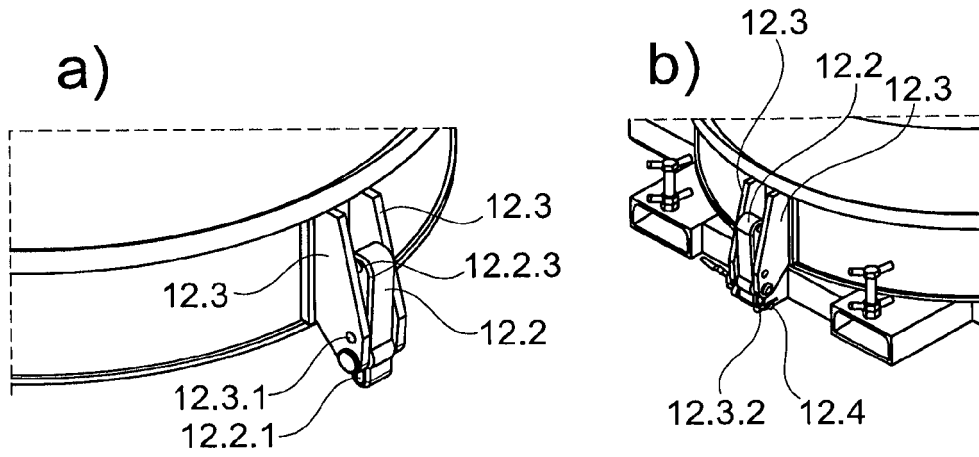


Fig. 10

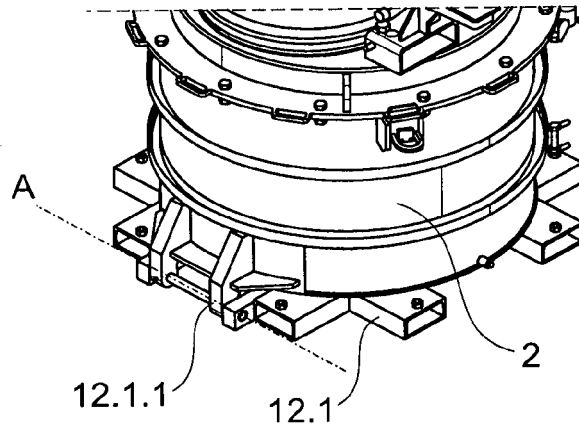


Fig. 11

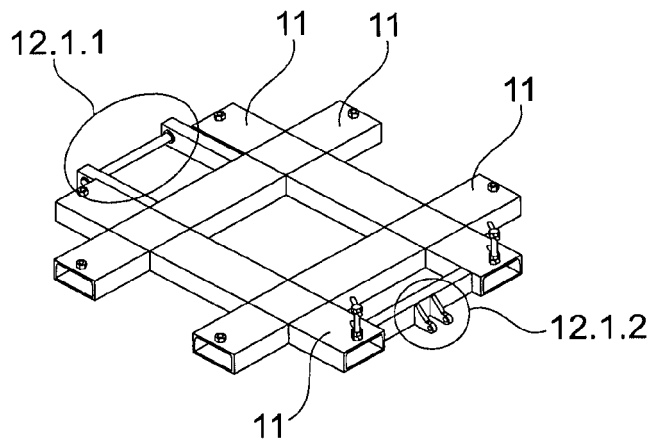


Fig. 12

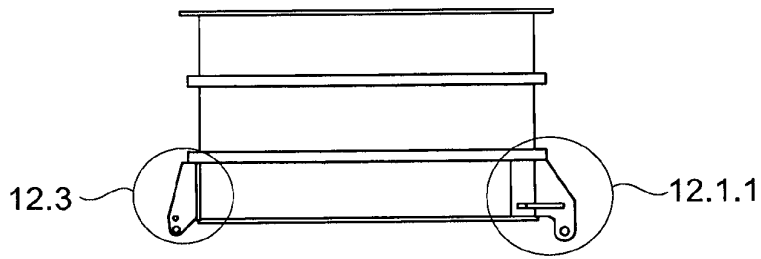


Fig. 13

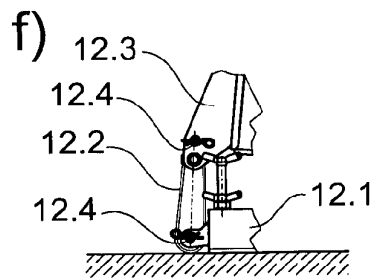
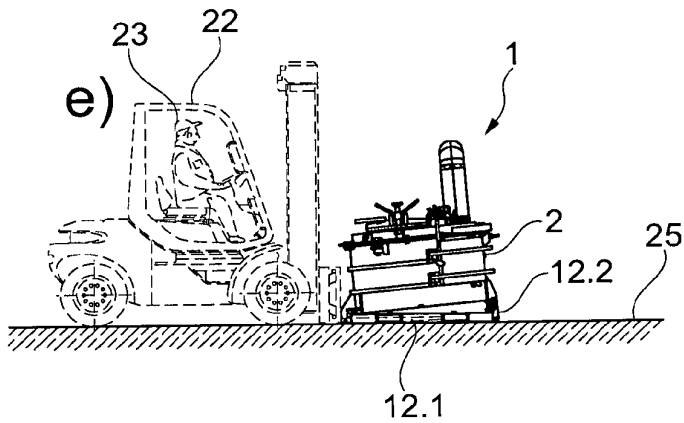
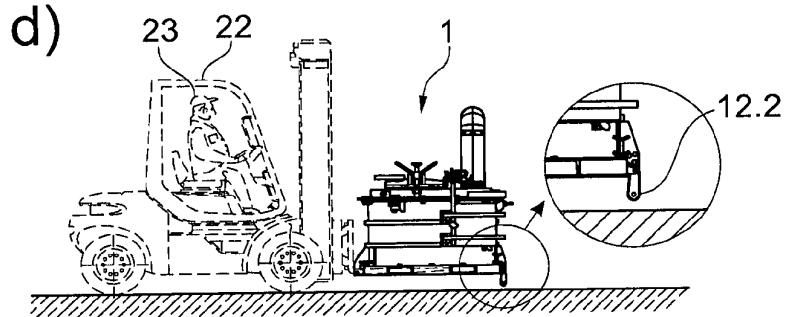
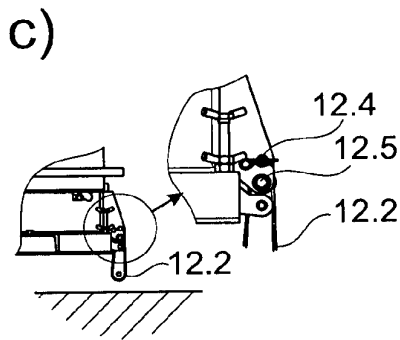
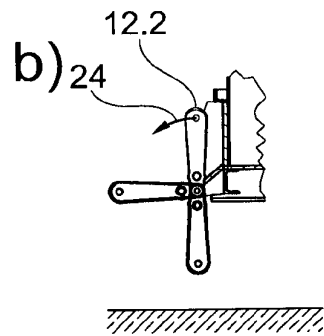
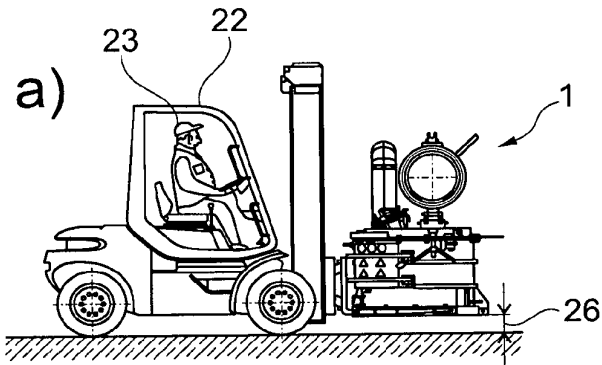


Fig. 14

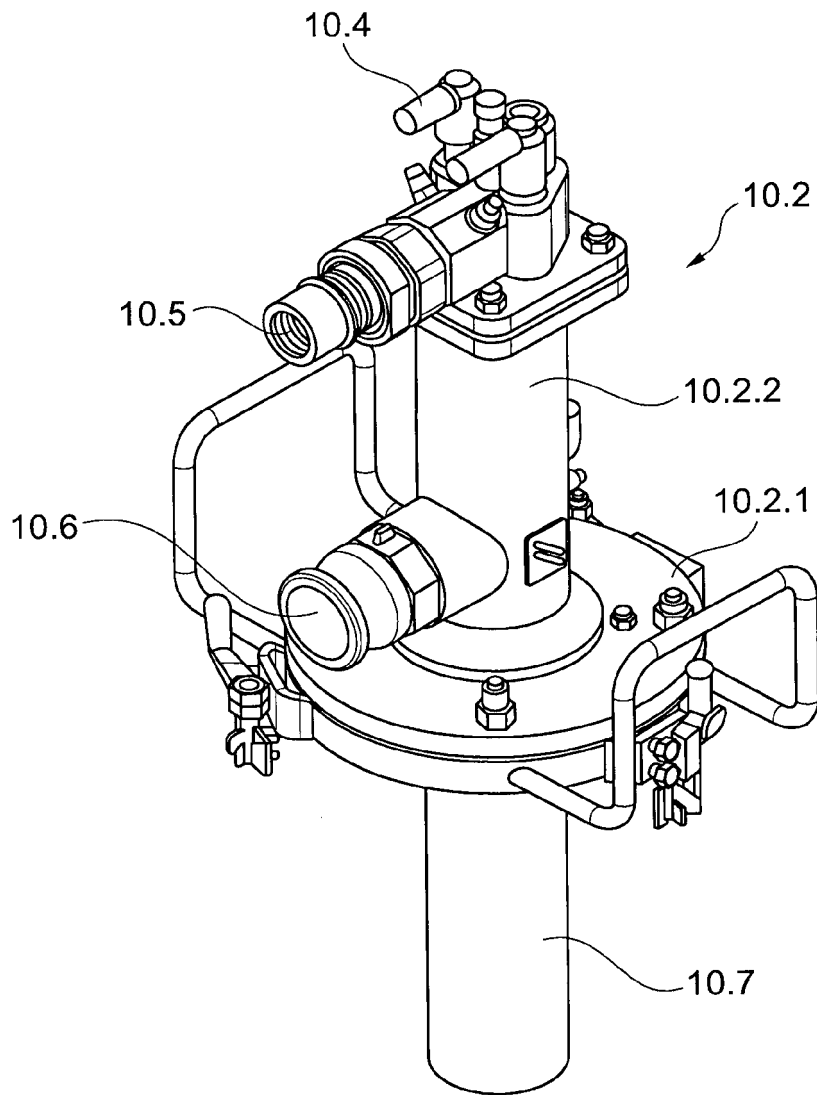


Fig. 15

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

- JP 4190786 B [0002] [0004] [0010] [0013]