



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.02.2024 Patentblatt 2024/09

(21) Anmeldenummer: **23188880.1**

(22) Anmeldetag: **01.08.2023**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B22D 11/11 ^(2006.01) **B22D 11/113** ^(2006.01)
B22D 11/117 ^(2006.01) **C21C 5/56** ^(2006.01)
C21C 7/10 ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B22D 11/113; B22D 11/11; B22D 11/117;
C21C 5/567; C21C 7/10

(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 ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **24.08.2022 DE 102022208751**
21.09.2022 DE 102022209958

(71) Anmelder: **SMS Group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder:
• **Demirci, Cihangir**
47807 Krefeld (DE)

- **Weyer, Axel**
42349 Wuppertal (DE)
- **Feldhaus, Stephan**
8610 Uster (CH)
- **Wans, Jochen**
40667 Meerbusch (DE)
- **Fröhling, Christian**
40625 Düsseldorf (DE)

(74) Vertreter: **Klüppel, Walter**
Hemmerich & Kollegen
Patentanwälte
Hammerstraße 2
57072 Siegen (DE)

(54) **METALLURGISCHE ANLAGE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER SCHMELZFLÜSSIGEN METALLISCHEN ZUSAMMENSETZUNG**

(57) Die vorliegende Anmeldung betrifft eine metallurgische Anlage (1) zur Herstellung einer schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung, welche nach einem Entgasungs- und/oder Raffinationsschritt einer Stranggießanlage (2) bereitstellbar ist, umfassend:

i) zumindest ein elektrisch betriebenes Einschmelzaggregat (4) zum Einschmelzen eines metallischen Roh- und/oder Werkstoffs (5);

ii) zumindest ein elektrisch betriebenes sekundärmetallurgisches Aggregat (7) zum sekundärmetallurgischen Behandeln des zu einer schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung erschmolzenen metallischen Roh- und/oder Werkstoffs (5); sowie

iii) eine Entgasungsvorrichtung (3) zum Entgasen und/oder Raffinieren eines die schmelzflüssige metallische Zusammensetzung (2) umfassenden Gießstrahls (14), wobei die Entgasungsvorrichtung (3) zumindest einen teilweise mit Feuerfestmaterial ausgekleideten Vakuumbehälter (8) umfasst, der zumindest einen Vakuumanschluss (15) sowie in seiner Vakuumbehälter-Decke (9) eine Eingangsöffnung (10) zum vakuumdichten Verbinden mit einer Pfanne (6) und in seinem Vakuumbehälter-Boden (11) eine in einer Flucht zu der Eingangsöffnung (10) angeordnete Ausgangsöffnung (12) auf-

weist, über die die entgaste und/oder raffinierte schmelzflüssige metallische Zusammensetzung der Stranggießanlage (2) bereitstellbar ist.

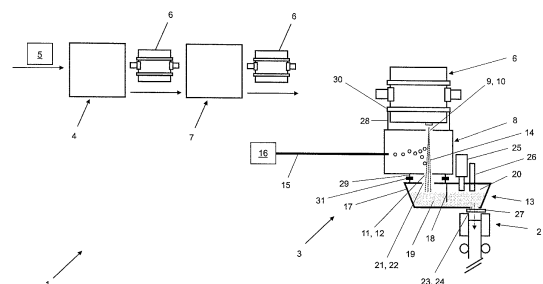


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine metallurgische Anlage zur Herstellung einer schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung, welche nach einem Entgasungs- und/oder Raffinationsschritt einer Stranggießanlage bereitstellbar ist, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung, vorzugsweise mittels der erfindungsgemäßen metallurgischen Anlage, welche nach einem Entgasungs- und/oder Raffinationsschritt einer Stranggießanlage bereitgestellt wird.

[0002] Die Elektro-Stahlerzeugung, insbesondere über die Direktreduktionstechnologie gewinnt aufgrund ihrer niedrigeren CO₂-Bilanz immer mehr an Bedeutung. Bei der Direktreduktionstechnologie wird Eisenerz nicht aufgeschmolzen, sondern direkt in festem Zustand zu metallischem Eisen reduziert, welches sodann in Form eines sog. DRI ("Direct Reduced Iron") oder in Form von HBI ("Hot Briquetted Iron") bei der Elektro-Stahlerzeugung eingesetzt wird. Derartige Verfahren und Anlagen sind aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt. So offenbart beispielsweise die WO 2017/207472 A1 ein Verfahren und eine Anlage zur Herstellung von flüssigem Roheisen aus einem solchen direkt reduzierten Eisenprodukt (DRI), das anschließend in einem Lichtbogenofen (EAF) aufgeschmolzen wird.

[0003] Das gemäß einer solchen Route hergestellte flüssige Roheisen wird üblicherweise vor dem Vergießen einer sekundärmetallurgischen sowie anschließend einer Vakuumbehandlung unterzogen. Ziel einer solchen Vakuumbehandlung ist primär den Gehalt an Wasserstoff, Stickstoffgehalt sowie Sauerstoff in der Schmelze zu reduzieren. Aus dem Stand der Technik sind hierzu das sog. Ruhrstahl-Heraeus-Verfahren ("RH-Verfahren") sowie das Vakuumentgasen ("Vacuum Degassing") seit langem bekannt. Um die sodann vakuumbehandelte Schmelze während des Transports zu der Stranggießanlage gegen eine erneute Kontamination durch Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff zu schützen, wird diese typischerweise mit einem Abdeckpulver abgedeckt. Allerdings zeigt sich hierbei, dass die Konzentration von Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff - trotz Verwendung von Abdeckpulver - während des Transports in der Schmelze wieder zunimmt.

[0004] Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte metallurgische Anlage sowie ein gegenüber dem Stand der Technik verbessertes Verfahren zur Herstellung einer schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung bereitzustellen, insbesondere eine metallurgische Anlage sowie ein Verfahren zur Herstellung einer schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung bereitzustellen, die neben einer effizienteren sowie nachhaltigen Entgasung von Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff zusätzlich eine Reduzierung von nichtmetallischen Einschlüssen ermöglicht.

Beschreibung der Erfindung

[0005] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gemäß einem ersten Aspekt durch eine metallurgische Anlage mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0006] Die erfindungsgemäße metallurgische Anlage ist zur Herstellung einer schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung vorgesehen, welche nach einem Entgasungs- und/oder Raffinationsschritt einer Stranggießanlage bereitstellbar ist, und umfasst:

i) zumindest ein elektrisch betriebenes Einschmelzaggregat zum Einschmelzen eines metallischen Roh- und/oder Werkstoffs;

ii) zumindest ein elektrisch betriebenes sekundärmetallurgisches Aggregat zum sekundärmetallurgischen Behandeln des zu einer schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung erschmolzenen metallischen Roh- und/oder Werkstoffs; sowie

iii) eine Entgasungsvorrichtung zum Entgasen und/oder Raffinieren eines die schmelzflüssige metallische Zusammensetzung umfassenden Gießstrahls, wobei die Entgasungsvorrichtung zumindest einen teilweise mit Feuerfestmaterial ausgekleideten Vakuumbehälter umfasst, der zumindest einen Vakuumanschluss sowie in seiner Vakuumbehälter-Decke eine Eingangsöffnung zum vakuumdichten Verbinden mit einer Pfanne und in seinem Vakuumbehälter-Boden eine in einer Flucht zu der Eingangsöffnung angeordnete Ausgangsöffnung aufweist, über die die entgaste und/oder raffinierte schmelzflüssige metallische Zusammensetzung der Stranggießanlage bereitstellbar ist.

[0007] In erfinderischer Weise wird somit eine Anlage vorgeschlagen, die den Prozess der Vakuumbehandlung sowie die anschließende Bereitstellung der entgasten und/oder raffinierten schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung der Stranggießanlage vereint, und somit das Risiko der erneuten Kontamination der Schmelze durch den Eintrag von Wasserstoff sowie ggf. Stickstoff und/oder Sauerstoff verhindert. Durch die in die Stranggießanlage integrierte Entgasungsvorrichtung kann somit auf den technisch aufwendigen Transport der Pfanne von der konventionellen Entgasungsvorrichtung zu der Stranggießanlage verzichtet werden. Dies wirkt sich besonders vorteilhaft auf die Prozesszeiten aus, die um bis zu eine Stunde pro Pfanne reduziert werden können. Neben der damit verbundenen deutlichen Reduzierung der Betriebskosten, können zudem die Investitionskosten erheblich gesenkt werden.

[0008] Ein weiterer Vorteil der Anlage besteht darin, dass über die Entgasungsvorrichtung gleichzeitig auch der Reinheitsgrad der Schmelze deutlich erhöht werden kann, wodurch die Produktivität der metallurgischen Anlage gesteigert wird. Die dabei in einer Flucht angeord-

neten Öffnungen der Entgasungsvorrichtung ermöglichen einen freien Durchtritt für den Gießstrahl, der sich von der Pfanne in Richtung der Stranggießanlage erstreckt und mittels des Vakuums somit über eine größere, maximale Länge aufgefächert werden kann, die zu einer erheblichen Oberflächenvergrößerung des Gießstrahls führt. Somit können die in der metallischen Schmelze gelösten flüchtigen Bestandteile wie Wasserstoff, Stickstoff und/oder Sauerstoff nahezu quantitativ abgetrennt werden.

[0009] Zudem ermöglicht die Entgasungsvorrichtung während des Entgasungs- und/oder Raffinationsschritts die Entfernung von schädlichen Spurenelementen, die einen hohen Dampfdruck aufweisen wie beispielsweise Blei, Arsen Bismut, Zinn, Zink und Kupfer.

[0010] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängig formulierten Ansprüchen angegeben. Die in den abhängig formulierten Ansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale sind in technologisch sinnvoller Weise miteinander kombinierbar und können weitere Ausgestaltungen der Erfindung definieren. Darüber hinaus werden die in den Ansprüchen angegebenen Merkmale in der Beschreibung näher präzisiert und erläutert, wobei weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung dargestellt werden.

[0011] Das elektrisch betriebene Einschmelzaggregat kann in Form eines Elektrolichtbogenofens (EAF), eines Submerged Arc Furnaces (SAF) oder eines Induktionsofens (IF) ausgebildet sein.

[0012] Das elektrisch betriebene sekundärmetallurgische Aggregat hingegen kann in Form eines Pfannenofens (LF) oder eines Induktionsofens (IF) ausgebildet sein.

[0013] Die Pfanne kann aus einem Stahlgehäuse bestehen und/oder aus einem Verbundmaterial gebildet sein, insbesondere aus einem glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK).

[0014] Unter dem Begriff "metallischer Rohstoff" wird im Sinne der vorliegenden Erfindung ein direkt reduziertes Eisenprodukt (DRI-Produkt) verstanden, welches einen Eisengehalt von mindestens 75,0 Gew.-% aufweist. In einer bevorzugten Ausführungsvariante kann das direkt reduzierte Eisenprodukt (DRI-Produkt) einen Eisengehalt von mindestens 80,0 Gew.-%, mehr bevorzugt einen Eisengehalt von mindestens 85,0 Gew.-% aufweisen. Dieses kann dem Einschmelzaggregat grundsätzlich in heißer Form als HDRI-Produkt, in kalter Form als CDRI-Produkt, in heißer Brikkettform als HBI-Produkt und/oder in partikulärer Form, vorzugsweise mit einem mittleren Partikeldurchmesser von maximal 20,0 mm, zugeführt werden. Ein solches DRI-Produkt wird typischerweise, wie bereits im Stand der Technik beschrieben, in einer Direktreduktionsanlage hergestellt und kann dem Einschmelzaggregat beispielsweise über eine Fördereinrichtung unter Schutzatmosphäre direkt zugeführt werden.

[0015] Unter dem Begriff "metallischer Werkstoff" wird im Sinne der vorliegenden Erfindung ein Werkstoff ver-

standen, welcher aus einem nichteisenhaltigen metallischen Werkstoff gebildet wird. Der nichteisenhaltige metallische Werkstoff kann vorzugsweise ausgewählt sein aus der Reihe umfassend einen Nickelbasiswerkstoff, einen Kobaltbasiswerkstoff, einen Kupferbasiswerkstoff, einen Aluminiumbasiswerkstoff und/oder Kombinationen hiervon. Solche Werkstoffe werden beispielsweise über galvanische Herstellungsprozesse erzeugt und weisen eine Reinheit von mindestens 98 Gew.-% auf.

[0016] In einer vorteilhaften Weiterbildung umfasst die Entgasungsvorrichtung einen Zwischenbehälter, über den die entgaste und/oder raffinierte schmelzflüssige metallische Zusammensetzung der Stranggießanlage bereitstellbar ist, wobei der Zwischenbehälter unterhalb der Ausgangsöffnung der Entgasungsvorrichtung angeordnet und mit dieser vakuumdicht verbunden ist. Der Zwischenbehälter kann vorzugsweise eine Behälterwanne mit zwei über ein Damm-Wehrsystem voneinander getrennten Bereichen umfassen, wobei weiter bevorzugt der erste Bereich einen Vakuumbereich ausbildet und eine in seiner Behälterwannen-Decke angeordnete Eingangsöffnung umfasst, die mit der Entgasungsvorrichtung vakuumdicht verbindbar ist. Hierdurch wird vorteilhafterweise erzielt, dass der Zwischenbehälter (Tundish) nicht wie im Stand der Technik üblich nur als Vorratsbehälter zwischen der Pfanne und der Stranggießanlage verwendet wird, sondern zusätzlich als metallurgisches Gefäß zum Entgasen und Raffinieren eingesetzt werden kann.

[0017] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass auch der Zwischenbehälter zumindest teilweise mit Feuerfestmaterial ausgekleidet ist. Hierzu können dem Fachmann bekannte Feuerfestmaterialien, wie Al₂O₃ (sog. Würstchen) verwendet werden.

[0018] Im Gegensatz zu dem ersten Bereich, der als Vakuumbereich ausgebildet ist, kann der zweite Bereich offen ausgebildet sein, so dass die entgaste und/oder raffinierte schmelzflüssige metallische Zusammensetzung mit einer Schlacke sowie ggf. zusätzlich mit einem Abdeck- und/oder Isolierpulver bedeckt werden kann. Dabei ist das Damm-Wehrsystem des Zwischenbehälters vorzugsweise derart ausgebildet, dass die Vakuumabdichtung gegenüber dem zweiten offenen Bereich erst ab einem Füllstand oberhalb ihres Durchlasses erzielbar ist. In einer alternativen vorteilhaften Ausführungsvariante kann der zweite Bereich gegenüber der äußeren Umgebung auch gasdicht verschließbar ausgebildet sein und einen Inertgas-Bereich ausbilden. Diese alternative Lösung erlaubt es auf den Einsatz von Abdeckpulver zu verzichten sowie die Kontaminierung der vakuumbehandelten Schmelze durch das Abdeckpulver und der Wirkung der Atmosphäre zu verhindern.

[0019] Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass der zweite Bereich einen weiteren Vakuumbereich ausbildet und zumindest eine Ausgangsöffnung umfasst, die in einem Behälterwannen-Boden des zweiten Bereichs angeordnet und mit der Stranggießanlage verbindbar ist. Hierdurch wird ein komplett vakuumkompatibler Zwi-

schenbehälter geschaffen, so dass auf den Einsatz von Abdeckpulver und/oder Schutzgas für den gesamten Tundish verzichtet werden kann. Vorzugsweise ist hierbei vorgesehen, dass der Zwischenbehälter über eine integrierte (vakuumkompatible) Regelungseinheit für die Ausgangsöffnung verfügt.

[0020] Um eine Dosierung der entgasten und/oder raffinierten schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung in die Stranggießanlage zu ermöglichen, ist vorzugsweise vorgesehen, dass die zumindest eine Ausgangsöffnung des Zwischenbehälters mit einem Stopfen und/oder Schieber regel- und/oder steuerbar verschließbar bzw. offenbar ist.

[0021] Die beiden Bereiche können innerhalb des Zwischenbehälters grundsätzlich gleichgroß ausgebildet sein. Bevorzugt ist jedoch vorgesehen, dass der erste Bereich ein zu dem zweiten Bereich kleineres Raumvolumen aufweist, wodurch sodann ein effektiveres Entgasen und/oder Raffinieren des Gießstrahls ermöglicht und zusätzlich das Risiko an Leckagen bei geringer Vakuumkapazität verringert wird.

[0022] Bevorzugt ist in diesem Zusammenhang vorgesehen, dass der erste als Vakuumbereich ausgebildete Bereich bezogen auf das gesamte Raumvolumen des Zwischenbehälters ein Raumvolumen im Bereich von 5 bis 50 % aufweist.

[0023] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante kann der Vakuumbehälter in seinem Inneren zwei über einen Inneren zwei über einen Zwischenboden voneinander getrennte Vakuumkammern aufweisen, die jeweils mit zumindest einem Vakuumanschluss versehen sind, wobei der Zwischenboden eine in einer Flucht zu der Eingangs- sowie Ausgangsöffnung angeordnete Durchgangsöffnung umfasst, die über eine Verschlussvorrichtung offen- und verschließbar ist. Durch die Teilung des Vakuumbehälters in zwei separate Vakuumkammern, in denen voneinander unabhängige Drücke eingestellt werden können, wird eine Schleusenfunktion ermöglicht, die zu einem kürzeren Evakuierungsprozess, beispielsweise bei einem Pfannenwechsel, führt und dementsprechend den Entgasungs- und/oder Raffinationsvorgang im Vergleich zu aus dem Stand der Technik bekannten Anlagen erheblich verkürzt.

[0024] Die beiden Vakuumkammern können innerhalb der Entgasungsvorrichtung grundsätzlich gleichgroß ausgebildet sein. Bevorzugt ist jedoch vorgesehen, dass die obere der beiden Vakuumkammern (Schleusenkammer) ein zu der unteren Vakuumkammer kleineres Raumvolumen aufweist, wodurch der Evakuierungsprozess, insbesondere bei einem Pfannenwechsel, nochmals reduziert werden kann. Besonders bevorzugt ist in diesem Zusammenhang vorgesehen, dass die obere Vakuumkammer bezogen auf das gesamte zu evakuierende Raumvolumen der Entgasungsvorrichtung ein Raumvolumen von maximal 40 %, noch mehr bevorzugt maximal 20 %, und am meisten bevorzugt maximal 5 % aufweist.

[0025] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass die Verschlussvorrichtung einen Deckel mit einem Schlackentopf umfasst. Über diesen kann der Schiebersand, der bei einem Pfannenwechsel anfällt, aufgefangen werden, bevor die entgaste und/oder raffinierte schmelzflüssige metallische Zusammensetzung als Gießstrahl dem Zwischenbehälter zugeführt wird. Hierdurch können die Ausbringungsverluste reduziert werden, wodurch die Produktivität der Anlage nochmals gesteigert werden kann. In diesem Zusammenhang ist besonders bevorzugt vorgesehen, dass die Entgasungsvorrichtung einen in der oberen Vakuumkammer angeordneten Schlackensammeltopf umfasst, über den die vom Schlackentopf aufgenommene Schlacke zwischenlagerbar und aus der Entgasungsvorrichtung ausführbar ist. Hierzu kann der Schlackentopf beispielsweise mit einem Ausguss versehen sein, über den der aufgefangene Schiebersand sodann in den Schlackensammeltopf während des Deckel-Öffnungsvorgangs abgegossen werden kann.

[0026] Um im Betrieb eine variable Abstands- und Höheneinstellung von der Entgasungsvorrichtung zu der Pfanne zu ermöglichen, ist vorteilhafterweise vorgesehen, dass diese eine erste außenseitig an der Vakuumbehälter-Decke angeordnete, vorzugsweise elastisch ausgebildete, Dichteinheit umfasst, über die die Pfanne vakuumdicht an der Entgasungsvorrichtung anschließbar ist. Die Dichteinheit kann vorzugsweise durch Mittel derart vorgespannt sein, dass durch die Anlage einer Pfanne an die Dichteinheit eine temporäre, d.h. im Wesentlichen für die Dauer der Entleerung der entgasten und/oder raffinierten schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung, vakuumdichte Verbindung entsteht. Die Dichteinheit kann hierbei derart ausgebildet sein, dass sie die Auslassdüse der Pfanne, den gesamten Pfannenschieber, oder zumindest einen Teil oder den gesamten Pfannenboden, oder einen Anschlussflansch der Pfanne räumlich umfasst. Insofern kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass die Pfanne, beispielsweise an der äußeren Zylindermantelfläche, einen Anschlussflansch aufweist.

[0027] Ferner kann die Entgasungsvorrichtung eine zweite außenseitig an dem Vakuumbehälter-Boden angeordnete, vorzugsweise elastisch ausgebildete, Dichteinheit umfassen, über die die Entgasungsvorrichtung vakuumdicht mit dem Zwischenbehälter verbindbar ist und über die eine variable Abstands- und Höheneinstellung ermöglicht wird. Auch die zweite Dichteinheit kann vorzugsweise durch Mittel vorgespannt sein.

[0028] Weiterhin kann die erste Dichteinheit an ihrem zum Vakuumbehälter-Deckel gegenüberliegenden Ende und/oder die zweite Dichteinheit an ihrem zum Vakuumbehälter-Boden gegenüberliegenden Ende jeweils einen Anschlussflansch aufweisen, der ggf. ein Dichtmittel, wie beispielsweise eine hochtemperaturresistente Dichtung, umfasst. Der Anschlussflansch kann zudem wassergekühlt sein, um das ggf. vorhandene Dichtmittel zu kühlen. Ergänzend hierzu kann auch die Pfanne und der Zwischenbehälter vorzugsweise jeweils einen, ggf. wasser-

gekühlten, Anschlussflansch umfassen, über den die Pfanne mit der Eingangsöffnung der Entgasungsvorrichtung, insbesondere der ersten Dichteinheit, und/oder über den der Zwischenbehälter mit der Ausgangsöffnung der Entgasungsvorrichtung, insbesondere der zweiten Dichteinheit, vakuumdicht verbindbar ist.

[0029] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass die erste und/oder die zweite, vorzugsweise elastisch ausgebildete, Dichteinheit in Form eines metallischen Faltenbalgs ausgebildet ist.

[0030] In einem weiteren Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung zudem ein Verfahren zur Herstellung einer schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung, vorzugsweise mittels der erfindungsgemäßen metallurgischen Anlage, welche nach einem Entgasungs- und/oder Raffinationsschritt einer Stranggießanlage bereitgestellt wird. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst hierbei die Schritte:

i) Bereitstellen eines metallischen Roh- und/oder Werkstoffs);

ii) Einschmelzen des metallischen Roh- und/oder Werkstoffs, ggf. in Gegenwart weiterer metallhaltiger- und/oder kohlenstoffhaltiger-Komponenten, in einem elektrisch betriebenen Einschmelzaggregat, so dass eine schmelzflüssige metallische Zusammensetzung gebildet wird;

iii) Überführen der schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung, vorzugsweise mittels einer Pfanne, in ein elektrisch betriebenes sekundärmetallurgisches Aggregat, in dem die schmelzflüssige metallische Zusammensetzung sekundärmetallurgisch behandelt wird; und

iv) Überführen der sekundärmetallurgisch behandelten schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung, vorzugsweise mittels einer Pfanne, in eine Entgasungsvorrichtung, mittels derer die sekundärmetallurgisch behandelte schmelzflüssige metallische Zusammensetzung in Form eines innerhalb der Entgasungsvorrichtung ausgebildeten Gießstrahls unter Vakuum entgast und/oder raffiniert sowie anschließend der Stranggießanlage bereitgestellt wird.

[0031] In einer vorteilhaften Ausführungsvariante wird die gemäß Schritt ii) gebildete schmelzflüssige metallische Zusammensetzung in dem elektrisch betriebenen Einschmelzaggregat auf einen Kohlenstoffgehalt von maximal 1000 ppm, auf einen Phosphorgehalt von maximal 250 ppm und auf einen Schwefelgehalt von maximal 100 ppm eingestellt, wodurch sodann die vorteilhafterweise Entphosphorung und Entschwefelung in dem nachfolgenden elektrisch betriebenen sekundärmetallurgischen Aggregat entfällt. Die ggf. erforderliche Entkohlung kann sodann über die Reaktion von gelöstem

Sauerstoff in der Schmelze mit Kohlenstoff während der Gießstrahlentgasung durchgeführt werden.

[0032] Unter dem Begriff "metallhaltige- und/oder kohlenstoffhaltige-Komponenten" werden im Sinne der vorliegenden Erfindung sämtliche einem Metallurgen bekannten Schrotte verstanden, wie beispielsweise Stahlschrotte, Kupferschrotte, Elektroschrotte, etc.

[0033] Wie bereits erläutert, können die flüchtigen Bestandteile mittels der erfindungsgemäßen Anlage bzw. die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens nahezu quantitativ abgetrennt werden. Der Entgasungsschritt und/oder der Raffinationsschritt ist daher vorzugsweise derart ausgeführt, dass die schmelzflüssige metallische Zusammensetzung einen Wasserstoffgehalt von maximal 2 ppm, mehr bevorzugt einen Wasserstoffgehalt von maximal 1,5 ppm, und am meisten bevorzugt einen Wasserstoffgehalt von maximal 1,0 ppm und einen Stickstoffgehalt von maximal 60 ppm aufweist.

[0034] Um den Entgasungs- und/oder Raffinationsschritt zu verbessern, kann dieser vorteilhafterweise mittels eines inerten Gases, insbesondere Argon, unterstützt werden.

[0035] Weiterhin kann in vorteilhafterweise während des Entgasungs- und/oder Raffinationsschrittes zumindest ein metallisches Spurenelement, welches vorzugsweise ausgewählt ist aus der Reihe umfassend Arsen, Blei, Zinn, Zink, Bismut, Kupfer und/oder Kombinationen hiervon, aus dem Gießstrahl entfernt werden.

[0036] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante des Verfahrens kann während des Entgasungs- und/oder Raffinationsschritts zumindest ein oxidhaltiger-Einschluss, welcher vorzugsweise ausgewählt ist aus der Reihe umfassend Calciumoxid, Aluminiumoxid, Siliziumdioxid, Titandioxid, Manganoxid, Chromoxid, Nickeloxid und/oder Kombinationen hiervon, aus dem Gießstrahl entfernt werden.

[0037] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante des Verfahrens kann während des Entgasungs- und/oder Raffinationsschritts ferner zumindest ein sulfidhaltiger-Einschluss, welcher vorzugsweise ausgewählt ist aus der Reihe umfassend Zinksulfid, Zinnsulfid, Bleisulfid, Quecksilbersulfid, Arsensulfid, Antimonsulfid, Eisensulfid, Mangansulfid, Nickelsulfid, Kobaltsulfid, Molybdänsulfid und/oder Kombinationen hiervon, aus dem Gießstrahl entfernt werden.

[0038] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante des Verfahrens kann während des Entgasungs- und/oder Raffinationsschritts zudem zumindest ein nitridhaltiger-Einschluss, welcher vorzugsweise ausgewählt ist aus der Reihe umfassend Aluminiumnitrid, Chromnitrid, Titanitrid, Vanadiumnitrid, Niobnitrid und/oder Kombinationen hiervon, aus dem Gießstrahl entfernt werden.

55 Figurenbezeichnung

[0039] Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert.

Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die gezeigten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und Erkenntnissen aus der vorliegenden Beschreibung und/oder Figuren zu kombinieren. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren und insbesondere die dargestellten Größenverhältnisse nur schematisch sind. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen gleiche Gegenstände, so dass ggf. Erläuterungen aus anderen Figuren ergänzend herangezogen werden können. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen metallurgischen Anlage in einer schematischen Darstellung,

Fig. 2 eine zweite Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen metallurgischen Anlage in einer schematischen Darstellung, und

Fig. 3 eine Ausführungsvariante der in Figur 2 gezeigten Entgasungsvorrichtung in einer schematischen Darstellung.

[0040] In Figur 1 ist eine erste Ausführungsvariante der metallurgischen Anlage 1 gezeigt, die eine in einer Stranggießanlage 2 integrierte Entgasungsvorrichtung 3 aufweist. Die Anlage 1 umfasst in der vorliegenden Ausführungsvariante ein elektrisch betriebenes Einschmelzaggregat 4, welches beispielsweise in Form eines Elektrolichtbogenofens ausgebildet sein kann und zum Einschmelzen eines metallischen Roh- und/oder Werkstoffs 5 dient. Der metallische Roh- und/oder Werkstoff 5, beispielsweise ein DRI-Produkt kann hierbei entsprechend der gewünschten zu gießenden Materialgüte mit anderen Komponenten metallhaltiger- und/oder kohlenstoffhaltiger-Art als Gemisch eingeschmolzen werden. So kann ein vorteilhaftes Gemisch beispielsweise 80 - 90 Gew.-% eines DRI-Produkts sowie 10 - 20 Gew.-% eines üblichen Stahlschrottes enthalten. Sobald die Einsatzmaterialien eingeschmolzen und die jeweilige Schmelzanalyse im Einschmelzaggregat 4 eingestellt worden ist, beispielsweise dahingehend, dass die schmelzflüssige metallische Zusammensetzung einen Kohlenstoffgehalt von 600 ppm, einen Stickstoffgehalt von 200 ppm und einen Schwefelgehalt von 800 ppm aufweist, wird diese abgestochen und mittels einer Pfanne 6 zur nächsten Station transportiert.

[0041] In der vorliegenden Ausführungsvariante umfasst die Anlage 1 als nächste Station ein elektrisch betriebenes sekundärmetallurgisches Aggregat 7, welches in Form eines Pfannenofens ausgebildet ist. In dem Pfannenofen 7 wird die schmelzflüssige metallische Zusammensetzung sodann sekundärmetallurgisch behandelt, beispielsweise indem der Schwefelgehalt reduziert wird, so dass die sodann sekundärmetallurgisch behandelte

schmelzflüssige metallische Zusammensetzung einen Kohlenstoffgehalt von 600 ppm, einen Stickstoffgehalt von 200 ppm und einen Schwefelgehalt von 100 ppm aufweist. Diese wird anschließend wieder abgestochen und mittels der Pfanne 6 zu der Entgasungsvorrichtung 3 transportiert, die vorliegend in die Stranggießanlage 2 integriert ist und mittels derer die sekundärmetallurgisch behandelte schmelzflüssige metallische Zusammensetzung, nachfolgend Schmelze genannt, unter Vakuum entgast und/oder raffiniert werden kann.

[0042] Hierzu umfasst die in Figur 1 dargestellte Entgasungsvorrichtung 3 einen Vakuumbehälter 8, der teilweise, insbesondere an den Stellen, die mit der heißen Schmelze in Kontakt kommen können, mit Feuerfestmaterial ausgekleidet ist. Der Vakuumbehälter 8 weist eine in seiner Vakuumbehälter-Decke 9 angeordnete Eingangsöffnung 10 auf, über die die Schmelze der Entgasungsvorrichtung 3 zugeführt wird. Der Vakuumbehälter-Decke 9 axial gegenüberliegend weist der Vakuumbehälter 8 ferner eine in seinem Vakuumbehälter-Boden 11 angeordnete Ausgangsöffnung 12 auf, über die die Schmelze nach dem Entgasungs- und/oder Raffinationsvorgang sodann aus der Entgasungsvorrichtung 3 aus- und einem Zwischenbehälter 13 zugeführt wird. Wie anhand der Figur 1 weiterhin erkennbar, sind die beiden Öffnungen 10, 12 in einer gemeinsamen Flucht angeordnet, so dass ein freier Durchtritt für einen offenen Gießstrahl 14 zwischen der Pfanne 6, über die die Schmelze der Entgasungsvorrichtung 3 zum Entgasen und/oder Raffinieren zugeführt wird, und dem Zwischenbehälter 13 ermöglicht wird. Der Entgasungsschritt und/oder Raffinationsschritt kann vorzugsweise derart ausgeführt werden, dass die Schmelze einen Wasserstoffgehalt von maximal 2 ppm und einen Stickstoffgehalt von maximal 60 ppm aufweist. Um den Vakuumbehälter 8 zu evakuieren, ist dieser mit einem Vakuumschluss 15 versehen, der an eine Vakuumpumpe 16 angeschlossen ist.

[0043] Der Zwischenbehälter 13, im Fachjargon auch Verteiler oder Verteilerrinne oder engl. Tundish genannt, umfasst in der vorliegenden Ausführungsvariante eine gegenüber der äußeren Umgebung verschließbare Behälterwanne 17 mit zwei über ein Damm-Wehrsystem 18 voneinander getrennten Bereichen 19, 20. Beide Bereiche 19, 20 des Zwischenbehälters 13, die mit der entgasten und/oder raffinierten Schmelze in Kontakt stehen, sind mit Feuerfestmaterial ausgekleidet. Der erste Bereich 19 bildet innerhalb des Zwischenbehälters 13 einen Vakuumbereich aus, der über eine in einer Behälterwannen-Decke 21 des ersten Vakuumbereichs 19 angeordnete Eingangsöffnung 22 mit der Entgasungsvorrichtung 3 verbunden ist. Der zweite Bereich 20, der über das Damm-Wehrsystem 18 von dem ersten Bereich 19 getrennt ist, bildet in der vorliegenden Ausführungsvariante ebenfalls einen Vakuumbereich aus. Der zweite Vakuumbereich 20 umfasst eine in einem Behälterwannen-Boden 23 angeordnete Ausgangsöffnung 24, die wiederum mit der Stranggießanlage 2 verbunden ist. Damit der

zweite Vakuumbereich 20 ebenfalls evakuiert werden kann, weist dieser ferner einen Vakuumanschluss 25 auf. Um eine Dosierung der entgasten und/oder raffinierten Schmelze in die Stranggießanlage 2 zu ermöglichen kann der Zwischenbehälter 13 ferner mittels eines regel- und/oder steuerbaren Stopfens 26 und/oder eines regel- und/oder steuerbaren Schiebers 27 verschlossen und geöffnet werden.

[0044] Des Weiteren umfasst die Entgasungsvorrichtung 3 in der vorliegenden Ausführungsvariante eine erste und eine zweite jeweils in Form eines metallischen Faltenbalgs ausgebildete Dichteinheit 28, 29, die eine variable Abstands- und Höheneinstellung zu der Pfanne 6 und zu dem Zwischenbehälter 13 ermöglicht. Der erste metallische Faltenbalg 28 ist hierbei außenseitig an der Vakuumbehälter-Decke 9 angeordnet und weist an seinem zum Vakuumbehälter-Deckel 9 axial gegenüberliegenden Ende einen Anschlussflansch 30 auf, über den eine vakuumdichte Verbindung zwischen der Entgasungsvorrichtung 3 und der Pfanne 6 erzielt wird. Der zweite metallische Faltenbalg 29 ist hingegen außenseitig an dem Vakuumbehälter-Boden 11 angeordnet und weist ebenfalls einen Anschlussflansch 31 auf, über den die vakuumdichte Verbindung zwischen der Entgasungsvorrichtung 3 und dem Zwischenbehälter 13 erzielt wird.

[0045] In Figur 2 ist eine zweite Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen metallurgischen Anlage 1 in einer schematischen Darstellung gezeigt, die im Unterschied zu der vorhergehenden Ausführungsvariante einen Vakuumbehälter 8 aufweist, der in seinem Inneren zwei über einen Zwischenboden 32 voneinander getrennte Vakuumkammern 33, 34 umfasst. Beide Vakuumkammer 33, 34 sind über eine in dem Zwischenboden 32 eingelassene Durchgangsöffnung 35 miteinander verbunden, die ebenfalls in einer Flucht zu der Eingangs- sowie Ausgangsöffnung 10, 12 positioniert und mittels einer in der oberen der beiden Vakuumkammern 33, 34 angeordneten Verschlussvorrichtung 36 vakuumdicht verschließbar ist.

[0046] Um eine möglichst kurze Pfannenwechselzeit gewährleisten zu können, sind die beiden Vakuumkammern 33, 34 unterschiedlich groß ausgebildet und mit jeweils einem eigenen Vakuumanschluss 15, 37 versehen, der jeweils an eine Vakuumpumpe (16, 38) angeschlossen ist. Hierbei ist vorgesehen, dass die obere der beiden Vakuumkammern 33, 34 ein zu der unteren Vakuumkammer 34 kleineres Raumvolumen aufweist und demnach in der Entgasungsvorrichtung 3 eine Schleusenfunktion ausbildet. Ferner kann die Entgasungsvorrichtung 3 eine Steuereinrichtung (nicht dargestellt) umfassen, über die das Druckniveau in der jeweiligen Vakuumkammer 33, 34 individuell steuer- und/oder regelbar ist.

[0047] Figur 3 zeigt die in Figur 2 gezeigte Ausführungsvariante der Entgasungsvorrichtung 3 in einer vergrößerten schematischen Darstellung. Wie anhand der Figur 3 erkennbar, weist die Verschlussvorrichtung 36

einen Deckel 39 auf, der über einen Klappmechanismus 40 auf- und zuklappbar ist. In einer alternativ Ausführungsvariante kann die Verschlussvorrichtung 36 auch mit einem verfahrbaren und/oder verschiebbaren Deckelelement (nicht dargestellt) ausgestattet sein, über den die Durchgangsöffnung 35 vakuumdicht verschlossen werden kann. Wie anhand der gestrichelten Darstellung weiterhin erkennbar ist, kann der Deckel 39 in einer weiteren Ausführungsvariante einen Schlackentopf 41 umfassen, der unterhalb der Eingangsöffnung 10 der Entgasungsvorrichtung 3 positioniert ist. Über den Schlackentopf 41 kann beispielsweise der aus der Pfanne 6 in einer ersten Fraktion auslaufende Schiebersand aufgefangen werden, sofern dies seitens des Anlagenbetreibers gewünscht ist. Weiterhin kann der Vakuumbehälter 8 einen in der oberen Vakuumkammer 33 angeordneten Schlackensammeltopf 42 umfassen, über den der vom Schlackentopf 41 aufgenommene Schiebersand zwischenlagerbar und aus der Entgasungsvorrichtung 3 ausführbar ist. Hierzu kann der Schlackentopf 41 mit einem Ausguss (nicht dargestellt) versehen sein, über den der aufgefangene Schiebersand sodann in den Schlackensammeltopf 42 während des Deckel-Öffnungsvorgangs abgegossen werden kann.

Bezugszeichen

[0048]

- 1 metallurgische Anlage
- 2 Stranggießanlage
- 3 Entgasungsvorrichtung
- 4 Einschmelzaggregat
- 5 metallischer Roh- und/oder Werkstoff / DRI-Produkt
- 6 Pfanne
- 7 sekundärmetallurgisches Aggregat / Pfannenofen
- 8 Vakuumbehälter
- 9 Vakuumbehälter-Decke
- 10 Eingangsöffnung
- 11 Vakuumbehälter-Boden
- 12 Ausgangsöffnung
- 13 Zwischenbehälter
- 14 Gießstrahl
- 15 (erster) Vakuumanschluss
- 16 Vakuumpumpe
- 17 Behälterwanne
- 18 Damm-Wehrsystem
- 19 erster Bereich / Vakuumbereich
- 20 zweiter Bereich / Vakuumbereich
- 21 Behälterwannen-Decke
- 22 Eingangsöffnung
- 23 Behälterwannen-Boden
- 24 Ausgangsöffnung
- 25 (zweiter) Vakuumanschluss
- 26 Stopfen
- 27 Schieber
- 28 erste Dichteinheit / Faltenbalg

29 zweite Dichteinheit / Faltenbalg
 30 Anschlussflansch
 31 Anschlussflansch
 32 Zwischenboden
 33 erste Vakuumkammer
 34 zweite Vakuumkammer
 35 Durchgangsöffnung
 36 Verschlussvorrichtung
 37 (dritter) Vakuumanschluss
 38 Vakuumpumpe
 39 Deckel
 40 Klappenmechanismus
 41 Schlackentopf
 42 Schlackensammeltopf

Patentansprüche

1. Metallurgische Anlage (1) zur Herstellung einer schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung, welche nach einem Entgasungs- und/oder Raffinationsschritt einer Stranggießanlage (2) bereitstellbar ist, umfassend:

i) zumindest ein elektrisch betriebenes Einschmelzaggregat (4) zum Einschmelzen eines metallischen Roh- und/oder Werkstoffs (5);
 ii) zumindest ein elektrisch betriebenes sekundärmetallurgisches Aggregat (7) zum sekundärmetallurgischen Behandeln des zu einer schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung erschmolzenen metallischen Roh- und/oder Werkstoffs (5); sowie
 iii) eine Entgasungsvorrichtung (3) zum Entgasen und/oder Raffinieren eines die schmelzflüssige metallische Zusammensetzung (2) umfassenden Gießstrahls (14), wobei die Entgasungsvorrichtung (3) zumindest einen teilweise mit Feuerfestmaterial ausgekleideten Vakuumbehälter (8) umfasst, der zumindest einen Vakuumanschluss (15) sowie in seiner Vakuumbehälter-Decke (9) eine Eingangsöffnung (10) zum vakuumdichten Verbinden mit einer Pfanne (6) und in seinem Vakuumbehälter-Boden (11) eine in einer Flucht zu der Eingangsöffnung (10) angeordnete Ausgangsöffnung (12) aufweist, über die die entgaste und/oder raffinierte schmelzflüssige metallische Zusammensetzung der Stranggießanlage (2) bereitstellbar ist.

2. Metallurgische Anlage (1) nach Anspruch 1, wobei die Entgasungsvorrichtung (3) einen Zwischenbehälter (13) umfasst, über den die entgaste und/oder raffinierte schmelzflüssige metallische Zusammensetzung der Stranggießanlage (2) bereitstellbar ist, wobei der Zwischenbehälter (13) unterhalb der Ausgangsöffnung (12) der Entgasungsvorrichtung (3) angeordnet und mit dieser vakuumdicht verbunden

ist.

3. Metallurgische Anlage (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Vakuumbehälter (8) in seinem Inneren zwei über einen Zwischenboden (32) voneinander getrennte Vakuumkammern (33, 34) aufweist, die jeweils mit zumindest einem Vakuumanschluss (15, 37) versehen sind; und wobei der Zwischenboden (32) eine in einer Flucht zu der Eingangs- sowie Ausgangsöffnung (10, 12) angeordnete Durchgangsöffnung (35) umfasst, die über eine Verschlussvorrichtung (36) öffnen- und verschließbar ist.

4. Metallurgische Anlage (1) nach Anspruch 3, wobei die obere der beiden Vakuumkammern (33) ein zu der unteren Vakuumkammer (34) kleineres Raumvolumen aufweist.

5. Metallurgische Anlage (1) nach einem der Ansprüche 3 oder 4, wobei die Verschlussvorrichtung (36) einen Deckel (39) mit einem Schlackentopf (41) aufweist.

6. Metallurgische Anlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 bis 5, weiter umfassend einen in der oberen Vakuumkammer (33) angeordneten Schlackensammeltopf (42), über den der vom Schlackentopf (41) aufgenommene Schiebersand zwischenlagerbar und aus der Entgasungsvorrichtung (3) ausführbar ist.

7. Metallurgische Anlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, weiter umfassend eine erste außenseitig an der Vakuumbehälter-Decke (9) angeordnete, vorzugsweise elastisch ausgebildete, Dichteinheit (28), über die die Pfanne (6) vakuumdicht an der Entgasungsvorrichtung (3) anschließbar ist.

8. Metallurgische Anlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 7, weiter umfassend eine zweite außenseitig an dem Vakuumbehälter-Boden (11) angeordnete, vorzugsweise elastisch ausgebildete, Dichteinheit (29), über die die Entgasungsvorrichtung (3) vakuumdicht mit dem Zwischenbehälter (13) verbunden ist.

9. Metallurgische Anlage (1) nach Anspruch 7 oder 8, wobei die erste Dichteinheit (28) an ihrem zur Vakuumbehälter-Decke (9) gegenüberliegenden Ende und/oder die zweite Dichteinheit (29) an ihrem zum Vakuumbehälter-Boden (11) gegenüberliegenden Ende jeweils einen Anschlussflansch (30, 31) aufweist.

10. Metallurgische Anlage (1) nach Anspruch 9, wobei der Anschlussflansch (30, 31) wassergekühlt ist.

11. Metallurgische Anlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das elektrisch betriebene Einschmelzaggregat (4) in Form eines Elektrolichtbogenofens (EAF), eines Submerged Arc Furnaces (SAF) oder eines Induktionsofens (IF) ausgebildet ist. 5
12. Metallurgische Anlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das elektrisch betriebene sekundärmetallurgisches Aggregat (7) in Form eines Pfannenofens (LF) oder eines Induktionsofens (IF) ausgebildet ist. 10
13. Metallurgische Anlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche 2 bis 11, wobei der Zwischenbehälter (13) eine Behälterwanne (17) mit zwei über ein Damm-Wehrsystem (18) voneinander getrennten Bereichen (19, 20) umfasst. 15
14. Metallurgische Anlage (1) nach Anspruch 13, wobei der erste Bereich (19) einen Vakuumbereich ausbildet und eine in seiner Behälterwannen-Decke (21) angeordnete Eingangsöffnung (22) umfasst, die mit der Entgasungsvorrichtung (3) vakuumdicht verbindbar ist. 20 25
15. Metallurgische Anlage (1) nach Anspruch 13 oder 14, wobei der zweite Bereich (20), der vorzugsweise einen weiteren Vakuumbereich (20) ausbildet, zumindest eine Ausgangsöffnung (24) umfasst, die in einem Behälterwannen-Boden (23) des zweiten Bereichs (20) angeordnet und mit der Stranggießanlage (2) verbindbar ist. 30
16. Metallurgische Anlage (1) nach Anspruch 15, wobei der erste Bereich (19) ein zu dem zweiten Bereich (20) gleiches oder kleineres Raumvolumen aufweist. 35
17. Metallurgische Anlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Pfanne (6) aus einem Stahlgehäuse und/oder aus einem Verbundmaterial, insbesondere aus einem glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) besteht. 40
18. Verfahren zur Herstellung einer schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung, vorzugsweise mittels einer metallurgischen Anlage (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welche nach einem Entgasungs- und/oder Raffinationsschritt einer Stranggießanlage (2) bereitgestellt wird, umfassend die Schritte: 45 50
- i) Bereitstellen eines metallischen Roh- und/oder Werkstoffs (5);
 - ii) Einschmelzen des metallischen Roh- und/oder Werkstoffs (5), ggf. in Gegenwart weiterer metallhaltiger- und/oder kohlenstoffhaltiger-Komponenten, in einem elektrisch betriebenen Einschmelzaggregat (4), so dass eine schmelzflüssige metallische Zusammensetzung gebildet wird;
 - iii) Überführen der schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung, vorzugsweise mittels einer Pfanne (6), in ein elektrisch betriebenes sekundärmetallurgisches Aggregat (7), in dem die schmelzflüssige metallische Zusammensetzung sekundärmetallurgisch behandelt wird; und
 - iv) Überführen der sekundärmetallurgisch behandelten schmelzflüssigen metallischen Zusammensetzung, vorzugsweise mittels einer Pfanne (6), in eine Entgasungsvorrichtung (3), mittels derer die sekundärmetallurgisch behandelte schmelzflüssige metallische Zusammensetzung in Form eines innerhalb der Entgasungsvorrichtung (3) ausgebildeten Gießstrahls (14) unter Vakuum entgast und/oder raffiniert sowie anschließend der Stranggießanlage (2) bereitgestellt wird.
19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die gemäß Schritt ii) gebildete schmelzflüssige metallische Zusammensetzung in dem elektrisch betriebenen Einschmelzaggregat (4) auf einen Kohlenstoffgehalt von maximal 1000 ppm, auf einen Phosphorgehalt von maximal 250 ppm und auf einen Schwefelgehalt von maximal 100 ppm eingestellt wird.
20. Verfahren nach Anspruch 18 oder 19, wobei der Entgasungsschritt und/oder Raffinationsschritt gemäß Schritt iv) derart ausgeführt wird, dass die schmelzflüssige metallische Zusammensetzung einen Wasserstoffgehalt von maximal 2 ppm und einen Stickstoffgehalt von maximal 60 ppm aufweist.
21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 18 bis 20, wobei der Entgasungs- und/oder Raffinationsschritt mittels eines inerten Gases, insbesondere Argon, unterstützt wird.
22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 18 bis 21, wobei während des Entgasungs- und/oder Raffinationsschrittes zumindest ein metallisches Spurenelement, welches vorzugsweise ausgewählt ist aus der Reihe umfassend Arsen, Blei, Zinn, Zink, Bismut, Kupfer und/oder Kombinationen hiervon, aus dem Gießstrahl (8) entfernt wird.
23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 18 bis 22, wobei während des Entgasungs- und/oder Raffinationsschrittes zumindest ein oxidhaltiger-Einschluss, welcher vorzugsweise ausgewählt ist aus der Reihe umfassend Calciumoxid, Aluminiumoxid, Siliziumdioxid, Titandioxid, Manganoxid, Chromoxid, Nickeloxid und/oder Kombinationen hiervon, aus dem Gießstrahl (8) entfernt wird.

24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 18 bis 23, wobei während des Entgasungs- und/oder Raffinationsschritts zumindest ein sulfidhaltiger-Einschluss, welcher vorzugsweise ausgewählt ist aus der Reihe umfassend Zinksulfid, Zinnsulfid, Bleisulfid, Quecksilbersulfid, Arsensulfid, Antimonsulfid, Eisensulfid, Mangansulfid, Nickelsulfid, Kobaltsulfid, Molybdänsulfid und/oder Kombinationen hiervon, aus dem Gießstrahl (8) entfernt wird. 5
10
25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 18 bis 24, wobei während des Entgasungs- und/oder Raffinationsschritts zumindest ein nitridhaltiger-Einschluss, welcher vorzugsweise ausgewählt ist aus der Reihe umfassend Aluminiumnitrid, Chromnitrid, Titanitrid, Vanadiumnitrid, Niobnitrid und/oder Kombinationen hiervon, aus dem Gießstrahl (8) entfernt wird. 15
26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 18 bis 25, wobei der metallische Roh- und/oder Werkstoff (5) aus einem direkt reduzierten Eisenprodukt und/oder aus einem nichteisenhaltigen metallischen Werkstoff gebildet wird. 20
25
27. Verfahren nach Anspruch 26, wobei das direkt reduzierte Eisenprodukts (DRI-Produkt) einen Eisengehalt von mindestens 75,0 Gew.-% aufweist.
28. Verfahren nach Anspruch 26 oder 27, wobei das direkt reduzierte Eisenprodukt dem Einschmelzaggregat (4) in heißer Form als HDRI-Produkt, in kalter Form als CDRI-Produkt, in heißer Brikkettform als HBI-Produkt und/oder in partikulärer Form, vorzugsweise mit einem mittleren Partikeldurchmesser von maximal 20,0 mm, zugeführt wird. 30
35
29. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 26 bis 28, wobei das DRI-Produkt in einer Direktreduktionsanlage hergestellt und über eine Fördereinrichtung unter Schutzatmosphäre direkt dem Einschmelzaggregat (4) zugeführt wird. 40
30. Verfahren nach Anspruch 26, wobei der nichteisenhaltige metallische Werkstoff ausgewählt ist aus der Reihe umfassend einen Nickelbasiswerkstoff, einen Kobaltbasiswerkstoff, einen Kupferbasiswerkstoff, einen Aluminiumbasiswerkstoff und/oder Kombinationen hiervon 45
50

55

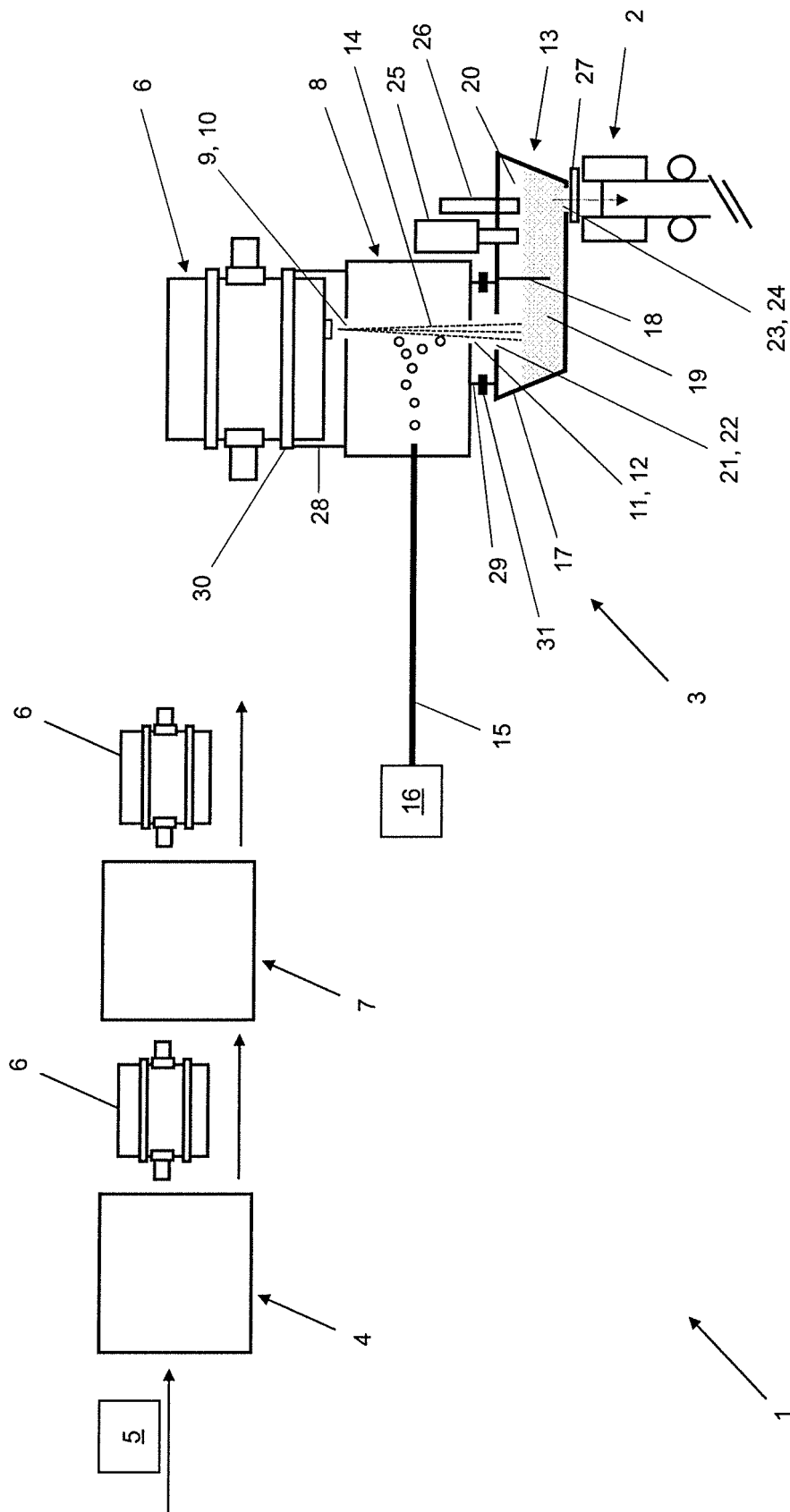
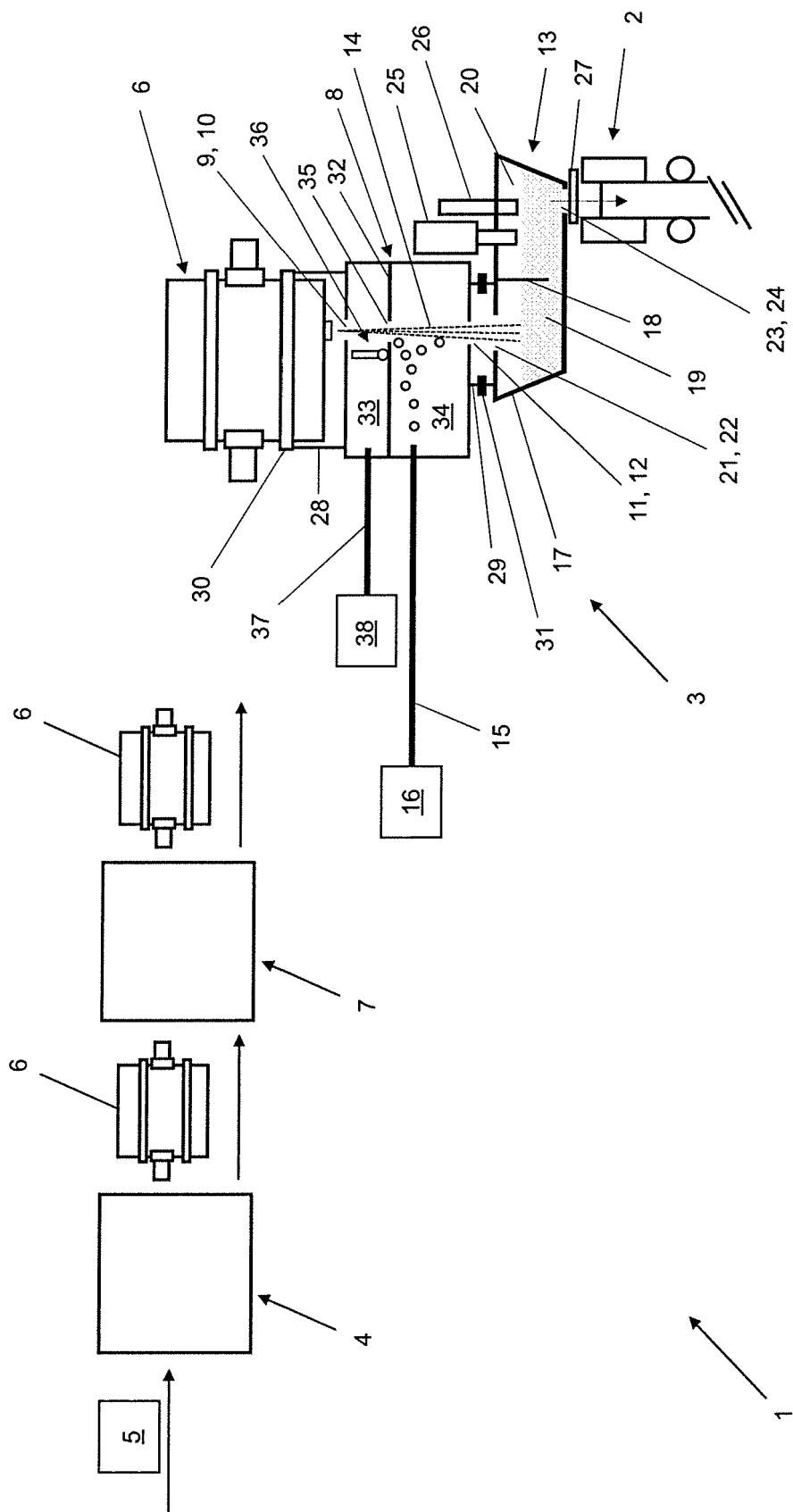


Fig. 1



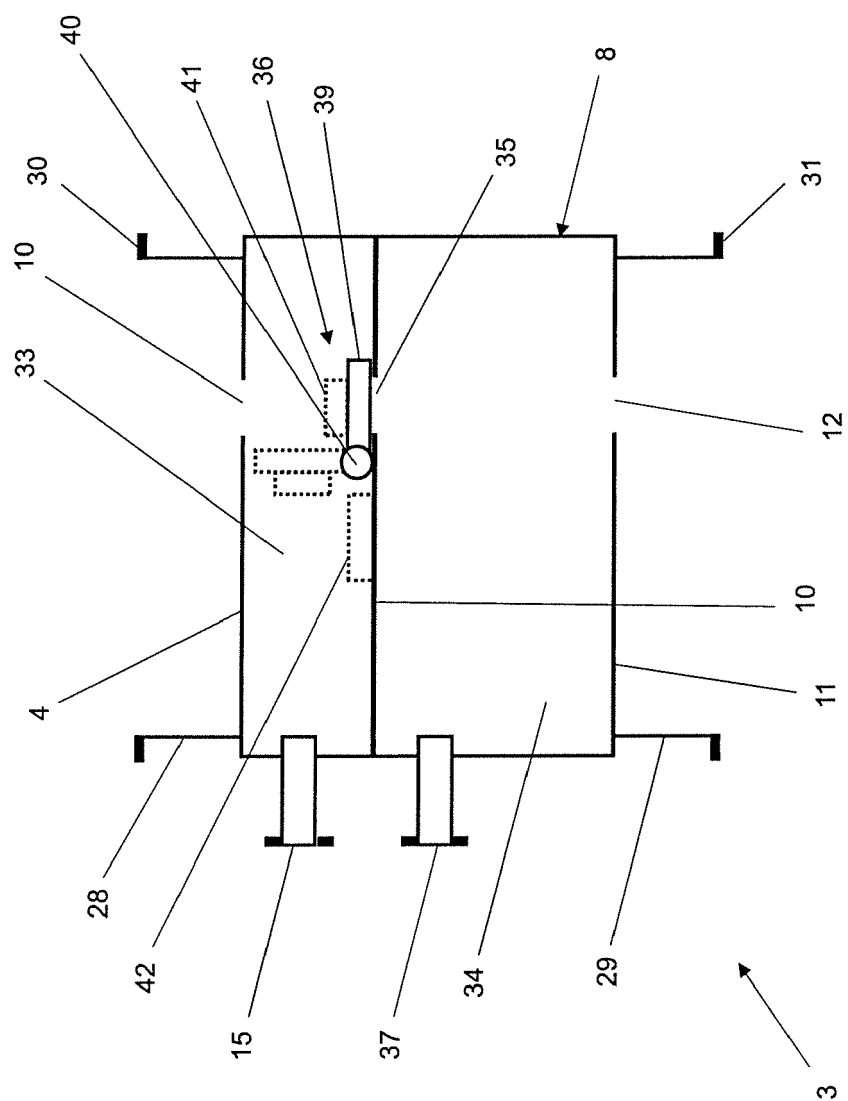


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 18 8880

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 0 233 404 A1 (BLAW KNOX CO [US]) 26. August 1987 (1987-08-26)	1, 2, 7-14, 17-30	INV. B22D11/11 B22D11/113 B22D11/117
A	* Abbildung 1 * * Spalte 4, Zeile 29 - Zeile 37 * -----	3-6, 15, 16	C21C5/56 C21C7/10
Y	WO 2011/156858 A1 (BLUESCOPE STEEL LTD [AU]; IHI CORP [JP] ET AL.) 22. Dezember 2011 (2011-12-22)	1, 2, 7-14, 17-30	
A	* Abbildung 1 * * Zusammenfassung * -----	3-6, 15, 16	
Y	SMIRNOV A A: "HEIGHT OF FALL OF JET OF METAL DURING CONTINUOUS DEGASSING IN PROCESS OF CONTINUOUS CASTING OF STEEL", STEEL IN THE USSR, METALS SOCIETY, LONDON, GB, Bd. 21, Nr. 12, 1. Dezember 1991 (1991-12-01), Seiten 564-565, XP000297459, ISSN: 0038-9218	1, 2, 7-14, 17-30	
A	* Abbildung 1 * -----	3-6, 15, 16	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B22D C21C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 19. Januar 2024	Prüfer Peis, Stefano
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 18 8880

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-01-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
15	EP 0233404	A1	26-08-1987	AT	E54947 T1	15-08-1990
CA				1305862 C	04-08-1992	
EP				0233404 A1	26-08-1987	
JP				S62187553 A	15-08-1987	
US				4664701 A	12-05-1987	
20	WO 2011156858	A1	22-12-2011	AU	2011267833 A1	13-12-2012
CN				103080342 A	01-05-2013	
CN				105586465 A	18-05-2016	
MY				163415 A	15-09-2017	
RU				2013102288 A	27-07-2014	
US				2010276102 A1	04-11-2010	
WO				2011156858 A1	22-12-2011	
25	-----					
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2017207472 A1 [0002]