

(19)



(11)

EP 2 097 543 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
17.08.2016 Patentblatt 2016/33

(51) Int Cl.:
C21C 5/00 (2006.01) C21C 7/068 (2006.01)
C21C 7/06 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07856192.5**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2007/010013

(22) Anmeldetag: **20.11.2007**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2008/064798 (05.06.2008 Gazette 2008/23)

(54) **VERFAHREN ZUR ROSTFREISTAHLERZEUGUNG OHNE ELEKTRISCHE ENERGIEZUFUHR AUF DER BASIS VON IN EINER DDD-ANLAGE VORBEHANDELTEM ROHEISEN**

METHOD FOR PRODUCING STAINLESS STEEL WITHOUT USING A SUPPLY OF ELECTRICAL ENERGY, BASED ON PIG-IRON THAT HAS BEEN PRE-TREATED IN A DDD INSTALLATION

PROCÉDÉ POUR PRODUIRE DE L'ACIER INOXYDABLE SANS ALIMENTATION ÉLECTRIQUE, À BASE DE FONTE BRUTE QUI A ÉTÉ PRÉTRAITÉE DANS UNE INSTALLATION DDD

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **30.11.2006 DE 102006056671**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.09.2009 Patentblatt 2009/37

(73) Patentinhaber: **SMS group GmbH**
40237 Düsseldorf (DE)

(72) Erfinder: **REICHEL, Johann**
40489 Düsseldorf (DE)

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

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-03/106716 WO-A-2006/050963
DE-A1- 2 014 339 DE-A1- 19 621 143
DE-B1- 1 508 284 US-A- 3 231 369

EP 2 097 543 B1

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

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Rostfreistahlerzeugung ohne elektrische Energiezufuhr auf der Basis von flüssigem Roheisen und FeCr-Feststoffen, wobei das flüssige Roheisen nach einer Vorbehandlung im Hochofen und einer DDD-Behandlung (Entphosphorung, Entsilizierung, Entschwefelung) in einer DDD-Vorrichtung anschließend in einem AOD-Konverter auf-
 5 geheitzt, veredelt bzw. legiert, reduziert und abschließend eine Anpassung/Einstellung der behandelten Stahlschmelze in einem Pfannenofen durchgeführt wird.

[0002] Die Verwendung eines AOD-Konverters zur Herstellung von Edelstählen ist bereits bekannt. So wird in der WO 02/075003 eine Kontrollmethode beschrieben, basierend auf einer kontinuierlichen Abgasmessung in Kombination mit einem Rechner und einem dynamischen Modell, mit deren Hilfe die erforderlichen Blasraten von Sauerstoff und Inertgas sowie die Stoffzusätze gesteuert werden.

[0003] Aus der EP 1 310 573 A2 ist ein Verfahren zur Herstellung einer Metallschmelze, insbesondere zum Frischen einer Metallschmelze zur Herstellung von z. B. legiertem rostfreien Stahl oder Edelstahl in einem AOD-Konverter bekannt, wobei das Verfahren auf einer nach einem Prozessmodell ablaufenden und die hüttentechnische Anlage steuernden Rechentechnik fußt, in der das Prozessmodell das Verhalten für mindestens einen variablen Prozessparameter zwischen einer Ist-Prozessgröße, einer Stellgröße und einer Prozessendgröße beschreibt. An einem Beispiel wird der Prozessablauf für die Herstellung für einen Stahl der Güteklasse AISI 304 beschrieben.

[0004] Rostfreistähle der ferritischen Stahlgruppe AISI 4xx werden konventionell prinzipiell aus arteigenem Schrott im EAF hergestellt und später dann im AOD Konverter zusätzlich legiert und entkohlt. Um die Anwendung von Roheisen hier zu nutzen, wird in einem Stahlwerk vorbehandeltes Roheisen mit eingeschmolzenem Schrott und Legierung außerhalb des Ofens in einer Pfanne vermischt und danach in den Konverter chargiert.

[0005] In der WO 2006/050963 A2 wird zur Herstellung von Rostfreistahl der ferritischen Stahlgruppe AISI 4xx, insbesondere der Stahlgruppe AISI 430 auf der Grundlage von flüssigem Roheisen und FeCr-Feststoffen ein Verfahren mit einer DDD-Verfahrenslinie und dem AOD-Konverter mit den hintereinander durchgeführten Verfahrensschritten vorgeschlagen:

- Vorbehandlung des flüssigen Roheisens im Hochofen, DDD-Behandlung des Roheisens in einer geeigneten DDD-Vorrichtung und Beschickung des AOD-Konverters mit schlackefreiem flüssigen Roheisen,
- Erhitzen, Veredlung/Legierung und Reduktion des flüssigen Roheisens im AOD-Konverter,
- abschließende Anpassung/Einstellung der behandelten Stahlschmelze in der Gießpfanne.

[0006] Mit Vorteil wird bei diesem bekannten Verfahren die Herstellung des Rostfreistahls durch den Einsatz des AOD-Konverters ohne den Einsatz eines EAF, also ohne Zufuhr von elektrischer Energie durchgeführt. Nachteilig ist bei diesem bekannten Verfahren allerdings, dass schließlich auf Grund eines Mangels an Energie mit diesem Verfahren nur die Herstellung von ferritischen Stählen möglich ist.

[0007] Ausgehend von diesem Stand der Technik besteht die Aufgabe der Erfindung darin, das aus der WO 2006/050963 A2 bekannte Verfahren mit AOD-Technologie zum Direktchargieren des Roheisens und des Nachlegierens im Konverter zur Rostfreistahlerzeugung aller Rostfreigüten sowohl im austenitischen als auch im ferritischen Bereich unter Verwendung von autogener chemischer Energie zu nutzen.

[0008] Die gestellte Aufgabe zur Herstellung von Rostfreistahl der genannten Stahlgüte wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass zur Rostfreistahlerzeugung aller Rostfreigüten sowohl im austenitischen als auch im ferritischen Bereich die im Hochofen und in einer DDD-Vorrichtung vorbehandelte schlackefreie flüssige Roheisenmenge aufgetrennt und in zwei klassische "Twin" AOD-L Konverter eingebracht wird, in die dann mit parallelem konträren Ablauf die erforderlichen chemischen Prozessschritte (des Heizens, des Entkohlens und Legierens) unter Verwendung von autogener chemischer Energie vorgenommen wird, wobei im ersten Twin AOD-L Konverter zunächst das Chargieren und Heizen und im zweiten Twin AOD-L Konverter zunächst die Entkohlung durchgeführt wird.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0010] Nach dem Abschluss der DDD-Behandlung in einer externen DDD-Anlage ist vor dem nachfolgenden Heizen im Konverter ein Abschlacken des Roheisens erforderlich, da der typische AOD-Prozess schlackefrei starten soll. Damit wird auch die Effizienz der Einloch-Lanze, die im zweiten AOD-L Konverter verwendet wird, vergrößert und eine freie Oberfläche der Schmelze für das Entweichen der Prozessgase gewährleistet.

[0011] Das Heizen des Roheisens auf eine gewünschte bzw. für die nachfolgenden Prozessschritte erforderliche Temperatur erfolgt durch Si-Oxidation. Hierzu wird in den Twin AOD-L Konverter FeSi chargiert und Sauerstoff/Inertgas-Gemisch durch die Seitendüsen und einer Top-Lanze in und auf das Roheisen geblasen. Im ersten Twin AOD-L Konverter wird hierzu eine aus der BOF-Blasttechnik (Behandlung von C-Stählen) bekannte 3- bzw. 4-Loch-Toplanze und im zweiten Twin AOD-L Konverter eine für den AOD-Prozess typische Einloch-Toplanze eingesetzt.

[0012] Da das Heizen des Vormetalls erfindungsgemäß nach der DDD-Behandlung durchgeführt wird, ist es vor Allem möglich, Ni bzw. Ni-Legierungen in die Twin AOD-L Konverter zu chargieren. Die Bilanzenergie kann auf diese Weise beliebig gestaltet werden.

[0013] Durch den konträren Ablauf der in beiden Twin AOD-L Konverter zu unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführten Prozessschritte, erfolgt im ersten Twin AOD-L Konverter nach Abschluss des Heizens das Entkohlen und Legieren der Schmelze, während im zweiten Twin AOD-L Konverter nach Abschluss der klassischen Entkohlung und aller dazu gehörenden Behandlungsschritte (wie z.B. Entschwefelung und Legieren samt Abstecken) das Roheisen chargiert und aufgeheizt wird.

[0014] Durch die erfindungsgemäße Auftrennung der vorbehandelten schlackefreien flüssigen Roheisenmenge auf zwei in der Prozesslinie nach dem Hochofen und der DDD-Vorrichtung parallel angeordnete Twin AOD-L Konverter sowie der dort konträr durchgeführten Prozessschritte wird mit Vorteil die Erzeugung aller RST-Stahlqualitäten ermöglicht. Gleichzeitig findet eine Abkoppelung des Bedarfs an elektrischer Energie für alle Qualitäten statt, da als Energieträger ausschließlich die bereits im Roheisen vorhandene bzw. über die mit dem chargierten FeSi eingebrachte autogene chemische Energie verwendet wird. Weiterhin werden durch diese Auftrennung der Roheisenmenge und der Prozessführung eine zuverlässigere Temperaturführung, verminderte Prozesskosten sowie verminderte Investitionskosten erreicht, da jeweils nur kleinere Roheisenmengen behandelt werden müssen.

[0015] Nachfolgend wird das Verfahren der Erfindung in schematischen Zeichnungsfiguren näher erläutert.

[0016] Es zeigen:

Fig. 1 eine beispielhafte Verfahrenslinie,

Fig. 2 den konträren Verfahrensablauf in zwei Twin AOD-L Konvertern.

[0017] In der Figur 1 ist in einer Zeichnungsfigur eine beispielhafte Verfahrenslinie für die Herstellung von Rostfreistahl dargestellt. Die flüssige Roheisenmenge wird nach ihrem Austritt aus dem Hochofen 1 und einer DDD-Behandlung in einer DDD-Vorrichtung 2 aufgetrennt und in zwei parallel nachgeordnete Twin AOD-L Konverter 3, 4 eingebracht. Hier erfolgt in konträrem Ablauf der Prozessschritte bei Bedarf eine Temperaturerhöhung durch Si-Oxidation und die Veredelung und Legierung des flüssigen Roheisens. Nach der Behandlung in den Twin AOD-L Konvertern 3, 4 wird die Stahlschmelze aus beiden Twin AOD-L Konvertern 3, 4 in einer Pfanne 5 zusammengeführt und gelangt von dort zur abschließenden Anpassung/Einstellung in den Pfannten 6 und zur Gießmaschine 7.

[0018] In der Figur 2 ist der konträre Ablauf der in den Twin AOD-L Konvertern 3 und 4 durchgeführten Prozessschritte dargestellt. Während im Twin AOD-L Konverter 3 (in der Zeichnung links) mit einem Chargieren und Heizen V8 des im Hochofen 1 und einer DDD-Vorrichtung 2 vorbehandelten Roheisens begonnen wird, mit nachfolgender AOD-Behandlung V9 mit Entkohlen und Legieren zur Herstellung von beispielsweise AISI 3xx, 4xx, 2xx Rostfreistahlgüten, wird gleichzeitig im

Twin AOD-L Konverter 4 (in der Zeichnung rechts) zunächst die AOD-Behandlung V9 durchgeführt und erst danach das Chargieren und Heizen V8 des Roheisens.

[0019] Durch die gewählte Darstellungsform der Fig. 2 soll insbesondere deutlich hervorgehoben werden, dass zu keinem Zeitpunkt in den Konvertern 3, 4 gleiche Verfahrensschritte durchgeführt werden, worauf u. a. der verfahrenstechnische Vorteil der Auftrennung des Verfahrens in zwei Konvertern beruht. D. h. das Chargieren und Heizen im Konverter 3 ist mit der AOD-L-Behandlung im Konverter 4 und umgekehrt die AOD-L-Behandlung im Konverter 3 ist mit dem Chargieren und Heizen im Konverter 4 synchronisiert.

15 Bezugszeichenliste

[0020]

- | | |
|------|--|
| 1 | Hochofen / Blast Furnace / BF |
| 2 | DDD-Vorrichtung |
| 3, 4 | Twin AOD-L Konverter |
| 5 | Pfanne / Charging Ladle / CL |
| 6 | Pfannenofen / Ladle Furnace / LF |
| 7 | Gießmaschine / Continuous Casting Machine / CCM |
| V8 | Chargieren und Heizen des vorbehandelten Roheisens |
| V9 | Entkohlen und Legieren (AOD-Behandlung) |

Patentansprüche

- Verfahren zur Rostfreistahlerzeugung ohne elektrische Energiezufuhr auf der Basis von flüssigem Roheisen und FeCr-Feststoffen, wobei das flüssige Roheisen nach einer Vorbehandlung im Hochofen (1) und einer DDD-Behandlung (Entphosphorung, Entsilizierung, Entschwefelung) in einer DDD-Vorrichtung (2) anschließend in einem AOD-Konverter (3, 4) aufgeheizt, veredelt bzw. legiert, reduziert und abschließend eine Anpassung/Einstellung der behandelten Stahlschmelze in einem Pfannten (5) durchgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Rostfreistahlerzeugung aller Rostfreigüten sowohl im austenitischen als auch im ferritischen Bereich die im Hochofen (1) und einer DDD-Vorrichtung (2) vorbehandelte schlackefreie flüssige Roheisenmenge aufgetrennt und in zwei klassische "Twin" AOD-L Konverter (3, 4) eingebracht wird, in die dann mit parallelem konträren Ablauf die erforderlichen chemischen Prozessschritte (des Heizens V8, des Entkohlens und Legierens V9) unter Verwendung von autogener chemischer Energie vorgenommen wird, wobei im ersten Twin AOD-L Konverter (3) zunächst das Chargieren und Heizen (V8) und im zweiten Twin AOD-L Konverter (4) zunächst die Entkohlung (V9) durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Heizen (V8) des Roheisens eine Si-Oxidation durchgeführt wird, wozu das Roheisen mit FeSi chargiert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im ersten Twin AOD-L Konverter (3) nach Abschluss des Chargierens und Heizens (V8) das Entkohlen und Legieren (V9) der Schmelze durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im ersten Twin AOD-L Konverter (3) zur Durchführung der Si-Oxidation durch Seitendüsen und eine Toplanze (3- bzw. 4-Loch-Toplanze) Sauerstoff/Inertgas-Gemisch in und auf das Roheisen geblasen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** im zweiten Twin AOD-L Konverter (4) nach Abschluss der Entkohlung (V9) und aller dazu gehörenden Behandlungsschritte (wie z. B. Entschwefelung und Legieren samt Abstechen) das Roheisen chargiert und aufgeheizt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im zweiten Twin AOD-L Konverter (4) zur Durchführung der Si-Oxidation durch Seitendüsen und eine Toplanze (1- bzw. 3-Loch-Toplanze) Sauerstoff/Inertgas-Gemisch in und auf das Roheisen geblasen wird.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in beiden Twin AOD-L Konvertern (3, 4) jeweils die gleiche Roheisenmenge eingebracht wird.

Claims

1. Method for stainless steel production, without electrical energy supply, on the basis of liquid pig iron and FeCr solids, wherein the liquid pig iron after pretreatment in a blast furnace (1) and a DDD treatment (dephosphorisation, desiliconisation, desulphurisation) in a DDD device (2) is heated, refined or alloyed, reduced in an AOD converter (3, 4) and subsequently an adaptation/setting of the treated steel melt is carried out in a ladle furnace (5), **characterised in that** for stainless steel production of all stainless qualities not only in the austenitic, but also in the ferritic range the slag-free liquid pig iron quantity pretreated in the blast furnace (1) and a DDD device (2) is separated and introduced into two classic 'twin' AOD-L converters (3, 4), in which by parallel contrary sequence the required chemical process steps (the heating V8, and the decarbonising and alloying V9) are then carried out with use of autogenic chemical

energy, wherein the charging and heating (V8) is initially carried out in the first twin AOD-L converter (3) and the decarbonisation (V9) is initially carried out in the second twin AOD-L converter (4).

2. Method according to claim 1, **characterised in that** an Si oxidation is carried out for heating (V8) the pig iron, for which purpose the pig iron is charged with FeSi.
3. Method according to claim 2, **characterised in that** the decarbonisation and alloying (V9) of the melt is carried out in the first twin AOD-L converter (3) after the conclusion of the charging and heating (V8).
4. Method according to claim 3, **characterised in that** an oxygen/inert-gas mixture is injected into and onto the pig iron through lateral nozzles and a top lance (3-hole or 4-hole top lance) in the first twin AOD-L converter (2) for carrying out the Si oxidation.
5. Method according to claim 3, **characterised in that** the pig iron is charged and heated in the second twin AOD-L converter (4) after the conclusion of the decarbonisation (V9) and all treatment steps connected therewith (such as, for example, desulphurisation and alloying inclusive of tapping).
6. Method according to claim 5, **characterised in that** an oxygen/inert-gas mixture is injected into and onto the pig iron through lateral nozzles and a top lance (1-hole or 3-hole top lance) in the second twin AOD-L converter (4) for carrying out the Si oxidation.
7. Method according to one of more of claims 1 to 6, **characterised in that** in each instance the same pig iron quantities are introduced into the two twin AOD-L converters (3, 4).

Revendications

1. Procédé pour la fabrication d'acier inoxydable en l'absence d'un apport d'énergie électrique, sur base de fonte brute liquide et de substances solides de type FeCr, dans lequel la fonte brute liquide, après un prétraitement dans un haut-fourneau (1) et après un traitement DDD (déphosphoration, désilication, désulfuration) dans un dispositif DDD (2) est chauffée, affinée, respectivement alliée, réduite dans un convertisseur à l'argon oxygène de décarburation (AOD) (3, 4), et on soumet ensuite la masse fondue d'acier traitée à une adaptation/à un réglage dans un four-poche (5), **caractérisé en ce que**, pour la fabrication d'acier inoxydable de toute qualité d'acier inoxydable, aussi bien dans la phase austénitique que dans la phase ferritique, on sépare la quantité de fonte brute liquide exempte de scories, prétraitée

dans le haut-fourneau (1) et dans un dispositif DDD (2) et on l'introduit dans deux convertisseurs « twin » classiques du type à l'argon oxygène de décarburation à lance (AOD-L) (3,4), dans lesquels, avec un écoulement contraire parallèle, on met en oeuvre les étapes opératoires chimiques requises (du chauffage V8, de la décarburation et de l'alliage V9) en utilisant de l'énergie chimique autogène, dans lequel, dans le premier convertisseur twin AOD-L (3), on procède d'abord au chargement et au chauffage (V8) et dans le deuxième convertisseur twin AOD-L (4), on procède d'abord à la décarburation (V9).

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour le chauffage (V8) de la fonte brute, on met en oeuvre une oxydation du silicium, pour laquelle on charge la fonte brute avec du FeSi.
3. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**, dans le premier convertisseur twin AOD-L (3), au terme du chargement et du chauffage (V8), on met en oeuvre la décarburation et l'alliage (V9) de la masse fondue.
4. Procédé selon la revendication 3, **caractérisé en ce que**, dans le premier convertisseur twin AOD-L (3), pour la mise en oeuvre de l'oxydation du silicium on insuffle, via des buses latérales et une lance supérieure (lance supérieure à 3 trous, respectivement à 4 trous), un mélange oxygène/gaz inerte dans et sur la fonte brute.
5. Procédé selon la revendication 2, **caractérisé en ce que**, dans le deuxième convertisseur twin AOD-L (4), au terme de la décarburation (V9) et de toutes les étapes de traitement qui y sont liées (comme par exemple la désulfuration et l'alliage conjointement avec le tronçonnage), on charge et on chauffe la fonte brute.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**, dans le deuxième convertisseur twin AOD-L (4), pour la mise en oeuvre de l'oxydation du silicium on insuffle, via des buses latérales et une lance supérieure (lance supérieure à 1 trou, respectivement à 3 trous), un mélange oxygène/gaz inerte dans et sur la fonte brute.
7. Procédé selon une ou plusieurs des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'on** introduit dans les deux convertisseurs twin AOD-L (3, 4) respectivement la même quantité de fonte brute.

Fig.1

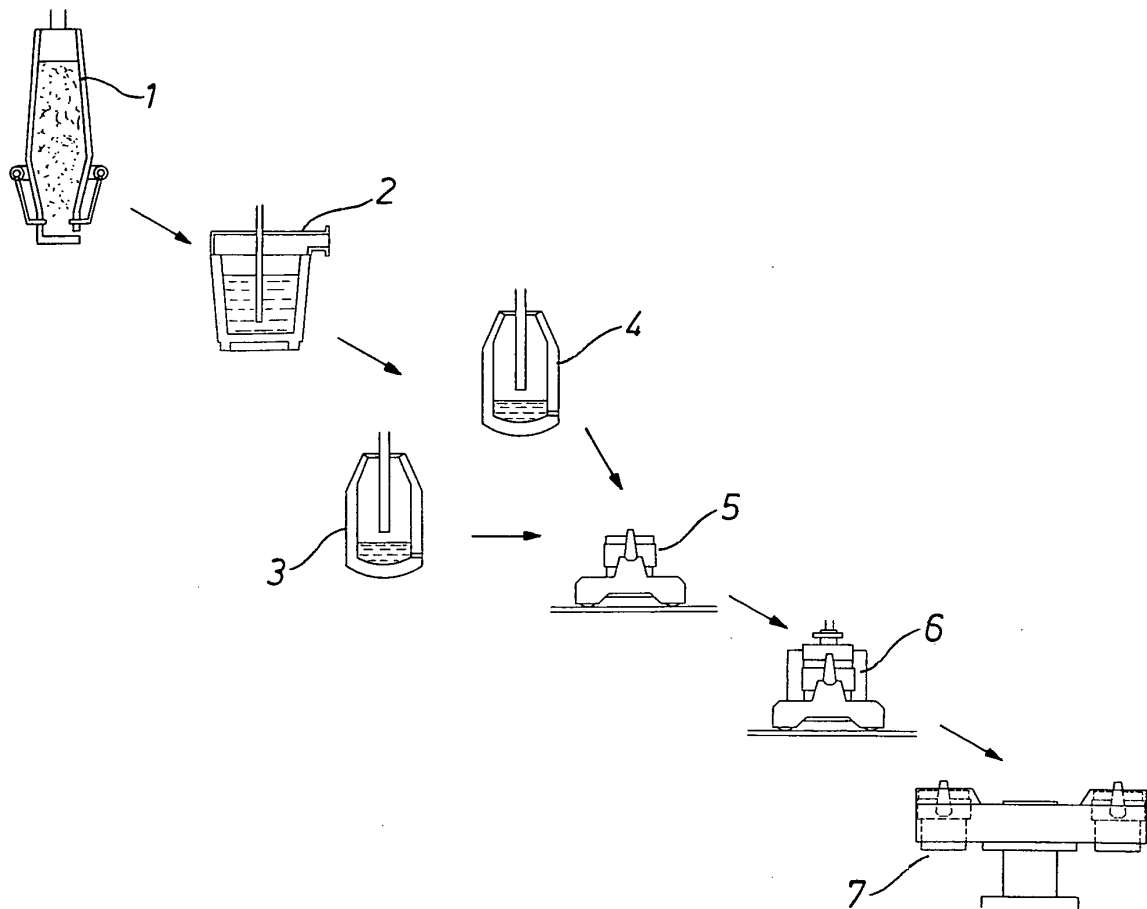
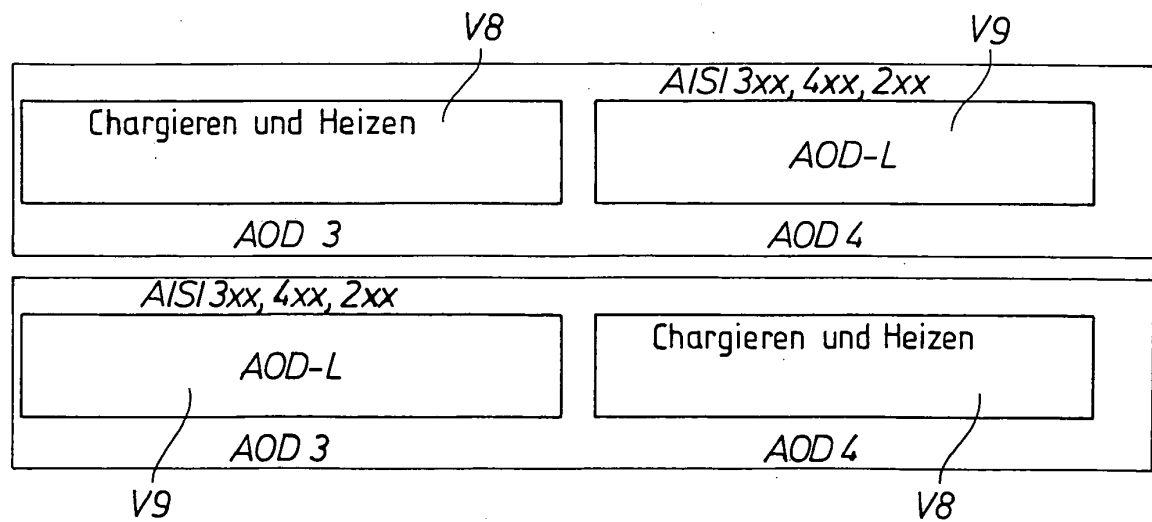


Fig.2



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 02075003 A [0002]
- EP 1310573 A2 [0003]
- WO 2006050963 A2 [0005] [0007]