

(19)



(11)

EP 4 056 720 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.09.2022 Patentblatt 2022/37

(21) Anmeldenummer: **22156465.1**

(22) Anmeldetag: **14.02.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C21C 5/00 (2006.01) **C21C 7/10** (2006.01)
C21C 7/00 (2006.01) **C21C 7/076** (2006.01)
C21C 7/064 (2006.01) **C21C 7/06** (2006.01)
C21C 7/068 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C21C 5/005; C21C 7/0087; C21C 7/06;
C21C 7/0645; C21C 7/0685; C21C 7/076;
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 MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
 Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **08.03.2021 DE 102021202205**
13.12.2021 DE 102021214218

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

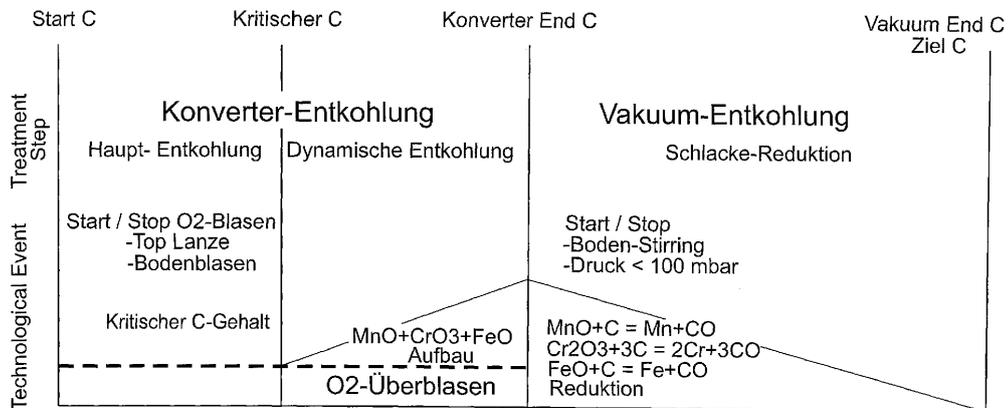
(72) Erfinder: **Reichel, Johann**
53840 Troisdorf (DE)

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

(54) **VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER FERROLEGIERUNG MIT NIEDRIGEM KOHLENSTOFFGEHALT**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Ferrolegierung mit niedrigem Kohlenstoffgehalt, insbesondere von rostfreien und hochlegierten ULC-Stählen (Ultra Low Carbon - Stählen), bei dem zunächst in einem Konverter-Prozess eine Schmelze der Ferrolegierung durch Zugabe von Sauerstoff behandelt wird und dann in einem sich anschließenden Vakuum-Prozess die so vorbereitete Schmelze entkohlt wird.

Um eine Verkürzung der Behandlungszeit der Schmelze zu erreichen und auch den Verbrauch an den benötigten Einsatzstoffen zu reduzieren, sieht die Erfindung vor, dass der Schmelze vor dem Abschluss des Konverter-Prozesses unter Bildung von Schlacke Sauerstoff zugegeben wird, wobei im Konverter-Prozess keine Reduktion der Schlacke erfolgt, und dass erst im nachfolgenden Vakuum-Prozess eine Reduktion der Schlacke erfolgt.



Vakuüm-Konverter

Fig. 4

EP 4 056 720 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Ferrolegierung mit niedrigem Kohlenstoffgehalt, insbesondere von rostfreien und hochlegierten ULC-Stählen (Ultra Low Carbon - Stählen), bei dem zunächst in einem Konverter-Prozess eine Schmelze der Ferrolegierung durch Zugabe von Sauerstoff behandelt wird und dann in einem sich anschließenden Vakuum-Prozess die so vorbereitete Schmelze entkohlt wird.

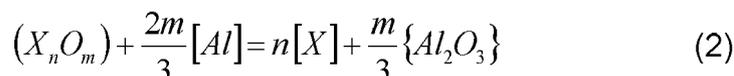
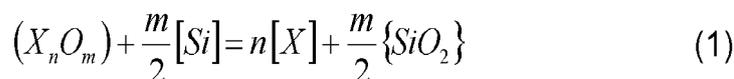
[0002] Ein solches Verfahren ist aus der EP 2 986 743 B1 bekannt. Hier wird mit einem Vakuum-Konverter gearbeitet, bei dem in einer ersten Stufe eine Hauptentkopplung der Schmelze erfolgt, wobei über eine Top-Lanze Sauerstoff eingeblasen wird; anschließend erfolgt im selben Konverter in einer zweiten Stufe eine Tiefentkohlung unter Vakuum.

[0003] Weitere Lösungen, die im Umfeld des gegenständlichen Verfahrens liegen, sind aus der EP 2 878 684 B1, aus der WO 2006/050963 A2, aus der DE 10 2014 215 669 A1, aus der EP 2 207 905 B1, aus der EP 1 431 404 B1 und aus der DE 10 2014 221 397 A1 bekannt.

[0004] Das konventionelle Konverter-Verfahren in Kombination mit einem nachfolgenden Vakuum-Prozess ist eine Technologie zur Herstellung von rostfrei- und hochlegierten Stahlsorten, die sich durch einen extrem niedrigen Kohlenstoffgehalt auszeichnen. Sie umfasst die Herstellung von Austenit-, Ferrit- und Duplex-Stahlsorten einschließlich aller Derivate mit Kohlestoffgehalten kleiner als 0,015 %. Prozess-Linien (wie das AOD-VOD-Verfahren oder das MRP-VOD-Verfahren) nutzen diese Technologie. Sie ist auch unter dem Namen Triplex bekannt. Insoweit wird ausdrücklich auf die oben genannte EP 2 986 743 B1 der Anmelderin Bezug genommen.

[0005] Bei einem konventionellen Konverter- und Vakuum-Prozess, wie beispielsweise in der genannten EP 2 986 743 B1 beschrieben, endet das Verfahren metallurgisch mit einer Reduktion der Schlacke, die während des Kohlenstoff-Raffinationsprozesses formiert wird. Die Technologie besteht aus folgenden Behandlungsphasen: Der Entkohlung bis zu einem thermodynamischen Kohlenstoff-Gleichgewicht, der Schlacke-Reduktion, dem Abstich, dem Abschlacken und weiterer Entkohlung der Schmelze unter Vakuum. Die Fortsetzung der Entkohlung im Vakuum-Gefäß verläuft dann bei schlackenfreier Metall-Oberfläche und einem Vakuum bei ca. 100 mbar und einer kurzen Nachevakuierung (VCD - Vacuum Carbon Degassing) bei ca. 1 mbar.

[0006] Bei dem eingangs beschriebenen Verfahren schließt dieses zwecks Einstellung der gewünschten Eigenschaften (gemäß der Zielanalyse) mit der Schlacke-Reduktion ab. Im Allgemeinen verläuft die Reduktion entsprechend den nachfolgenden Gleichungen (1) und (2) ab:



[0007] Dabei steht "X" allgemein für eine Metall-Komponente wie beispielsweise Chrom oder Mangan.

[0008] Die genannten Reaktionsgleichungen (1) und (2) beschreiben einen chemischen Reduktionsvorgang zwischen Schlacke und Metall, der mittels Vakuums und einer starken Inertgas-Rührung (meistens mit Argon) verläuft.

[0009] Der Erfindung liegt die **Aufgabe** zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art so fortzubilden, dass es möglich ist, eine Verkürzung der Behandlungszeit der Schmelze zu erreichen, um damit wirtschaftliche Vorteile zu ermöglichen. Ferner soll additiv oder alternativ der Verbrauch an den benötigten Einsatzstoffen reduziert werden.

[0010] Die **Lösung** dieser Aufgabe durch die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass der Schmelze vor dem Abschluss des Konverter-Prozesses unter Bildung von Schlacke Sauerstoff zugegeben wird, wobei im Konverter-Prozess keine Reduktion der Schlacke erfolgt, und dass erst im nachfolgenden Vakuum-Prozess eine Reduktion der Schlacke erfolgt.

[0011] Der Konverter-Prozess und der Vakuum-Prozess können in einem einzigen metallurgischen Gefäß durchgeführt werden. Der Prozess kann auch in einem Anlagen-Tandem Konverter-VOD (VOD-Verfahren - Vacuum Oxygen Decarburisation) durchgeführt werden.

[0012] Der Druck beim Vakuum-Prozess wird vorzugsweise unter 100 mbar gehalten.

[0013] Die Temperatur der Schlacke bei der Durchführung des Vakuum-Prozesses wird vorzugsweise zwischen 1.720 °C und 1.760 °C gehalten.

[0014] Während des Konverter-Prozesses erfolgt ein Einblasen von Sauerstoff bevorzugt, bis ein End-Kohlenstoffgehalt in der Schmelze unterhalb des Sauerstoff-Kohlenstoff-Gleichgewichts vorliegt.

[0015] Der Schmelze können zum Erreichen eines hohen Verflüssigungsgrades der Schlacke ein Schlacken-Bildner, insbesondere in Form von Flussspat (CaF₂), Aluminiumoxid (Al₂O₃) und/oder Sand, zugegeben werden.

[0016] Die sich im Konverter-Prozess bildende Schlacke wird bevorzugt auf einer Basizität zwischen 1,4 und 1,6

gehalten, wozu der Schmelze Kalk zugeführt wird.

[0017] Somit wird in der letzten Sauerstoff-Blasperiode während der Konverter-Behandlung aufgrund des genannten End-Kohlenstoffgehalt eine konditionierte flüssige Schlacke mit sehr hoher Sauerstoff-Reaktivität und niedriger Viskosität formiert. Die angestrebte hohe Sauerstoff-Reaktivität wird durch einen Überschuss des Sauerstoffs (Überblasen) und

Bildung von Metall-Oxiden, insbesondere von Chrom, gezielt eingestellt.

[0018] Die Zufuhr von Sauerstoff erfolgt dabei gezielt und orientiert sich am thermodynamischen Kohlenstoff-Gleichgewicht.

[0019] Der Sauerstoff-Überschuss ist in der Schlacke als Oxid gebunden und auch im flüssigen Metall gelöst. Die Sauerstoff-Zugabe wird dabei so bestimmt und eingestellt, dass eine gezielte Reduktion mit Kohlenstoff unter dem sich anschließenden Vakuum möglich ist.

[0020] Die gewünschte niedrige Viskosität der Schlacke wird durch eine entsprechend hohe Temperatur gewährleistet, insbesondere für eine Metall-Oxidation vor allem von Chrom.

[0021] Die tiefe Entkohlung während des Vakuum-Prozesses bei der Reduktion der Schlacke mit Kohlenstoff erfolgt bei der genannten hohen Temperatur und bei einem eingestellten Sauerstoff-Inertgas-Verhältnis.

[0022] Die Konverter-Behandlung der Schmelze (d. h. die erste Phase des Verfahrens) endet also ohne Schlacke-Reduktion.

[0023] Die Erfindung sieht somit vor, dass die Konverter-Reduktion in den Vakuum-Schritt verlegt und dort integriert wird (s. die nachfolgend beschriebenen Figuren 1 und 2).

[0024] Ein tiefes Vakuum und eine hohe Temperatur der Schmelze im Vakuum-Prozess ersetzen den Reduktionsvorgang vom Konverter vollständig und qualitativ besser. Die Verlegung des Konverter-Reduktionsprozesses und eine besondere Konditionierung der Schlacke noch im Konverter-Prozess verbessert wesentlich die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens.

[0025] Verglichen mit dem vorbekannten Verfahren, wie eingangs beschrieben, ergibt sich nunmehr durch die erfindungsgemäße Lösung folgendes:

Es erfolgt eine Konverter-Behandlung ohne Schlacke-Reduktion.

Es wird eine hoher End-Schlacke-Reaktivität sichergestellt.

[0026] Die letzte Konverter-Sauerstoff-Blasperiode zielt nicht nur auf einen End-Kohlenstoffgehalt ab, sondern auch auf eine konditionierte Schlacke mit sehr hoher Sauerstoff-Reaktivität. Die Sauerstoff-Reaktivität resultiert aus einem Sauerstoff-Überschuss (Überblasen) und Bildung von Metall-Oxiden (siehe hierzu die Figuren 3 und 4).

[0027] Die Schlacke weist eine niedrige Viskosität auf. Sie wird durch eine hohe Temperatur der Metall-Oxid-Bildung und die Verwendung von Verflüssigungs-Bildner (wie z.B. Fluor-Spar (CaF_2), Al_2O_3 bzw. Sand) eingestellt.

[0028] Die Behandlungstemperaturen der Schlacke liegen hoch und bevorzugt im genannten Bereich.

[0029] Vor der Vakuum-Behandlung erfolgt das Abschaffen des Abschlackens der Schmelze.

[0030] Die Reduktion der Konverter-Schlacke mit Kohlenstoff erfolgt unter tiefem Vakuum und hoher Temperatur.

[0031] Die bevorzugte hohe Temperatur und das bevorzugte tiefe Vakuum bei ausreichendem Oxidationsgrad der Schlacke und den genannten Bedingungen führen zu einer vollständigen gezielten Entkohlung. Eine externe Sauerstoff-Zufuhr (Blasen) in die Schmelze wird nur dann notwendig, wenn die beschriebenen Bedingungen bzw. Voraussetzungen des Prozesses nicht eingehalten werden, wenn insbesondere der Schlacke-Oxidationsgrad bzw. die Temperatur der Schmelze nicht den thermodynamischen Bedingungen entsprechen.

[0032] Demgemäß erfolgt die Entkohlung der Legierung also dergestalt, dass in der End-Entkohlungsphase des Konverter-Prozesses (d. h. in der ersten Phase des Verfahrens) eine konditionierte hoch-metalloxydierte Schlacke erzeugt wird, worauf hin sich im Vakuum-Prozess (d. h. in der zweiten, sich anschließenden Phase des Verfahrens) eine starke Entkohlung der Schmelze stattfindet. Die Schlacke-Reduktion in der zweiten Phase verläuft mit Kohlenstoff unter stark vermindertem Druck und hoher Temperatur.

[0033] Somit können folgende Vorteile durch die vorgeschlagene Verfahrensweise erzielt werden:

Die Behandlungszeit (Reduktionszeit) kann verkürzt werden. Sie liegt bevorzugt zwischen 6 und 15 Minuten.

Der durchschnittliche Inertgas-Verbrauch (beispielsweise von Argon) in der Reduktionsperiode liegt bei 5 bis 7 Nm^3/t Legierung.

Der FF-Material-Verbrauch (Verbrauch an feuerfestem Material) kann vermindert werden, insbesondere unter 6,8 kg/t Legierung, wodurch sich eine Verlängerung des Konverter-Einsatzes um ca. 10 bis 15 % ergibt.

Der Energiehaushalt der Schmelze kann verbessert werden.

[0034] Durch Wegfall des Abschlackens vor der Vakuum-Behandlung kann der Temperatur-Verlust der Schmelze im Bereich von 15 bis 23 K reduziert werden.

[0035] Es kann eine Ersparnis von Reduktionsmitteln von ca. 11,0 kg/t Legierung Si bzw. 14,5 kg/t Legierung Al erreicht werden.

5 **[0036]** Gleichermaßen kann eine Ersparnis von Schlackenbildnern von ca. 45 kg/t Legierung Lime und 3 bis 5 kg/t Legierung Fluorspar erreicht werden.

[0037] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt.

Fig. 1 zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Konverter-Vakuum-Verfahren mit Zwischen-Abstich,

10

Fig. 2 zeigt schematisch ein erfindungsgemäßes Konverter-Vakuum-Verfahren ohne Zwischen-Abstich,

Fig. 3 zeigt schematisch das Prinzip der Entkohlung bei der Reduzierung einer Schlacke mit Kohlenstoff in einer Linie aus Konverter- und VOD-Anlage (Vakuum Oxygen Decarburisation),

15

Fig. 4 zeigt schematisch das Prinzip der Entkohlung bei der Reduzierung einer Schlacke mit Kohlenstoff in einem Vakuum-Konverter und

Fig. 5 zeigt schematisch das Kohlenstoff-Gleichgewicht für rostfreien Stahl (d. h. thermodynamischen Gleichgewichte zwischen Kohlenstoff und Chrom) bei unterschiedlichen Prozessbedingungen.

20

[0038] In den Figuren 1 bis 4 sind die verschiedenen Teilprozesse dargestellt, die sich aus dem kombinierten Konverter-Vakuum-Prozess (mit und ohne Abstich) ergeben, wobei (gemäß Figur 3) der Konverter-Prozess vom Vakuum-Prozess getrennt sein kann oder (gemäß Figur 4) eine Kombination der beiden Teilprozesse stattfindet.

25

[0039] Niedrige Kohlenstoffgehalte sind im System Metall-Schlacke beim vorhandenen Sauerstoff und bei stark verringertem Prozessdruck erreichbar. Das Vakuum bewirkt eine Reduzierung des Kohlenstoffgleichgewichts. Die Differenz zwischen dem temporären Kohlenstoffgehalt und dem Kohlenstoffgleichgewicht, naturgemäß verstanden als Reaktionspotential, bildet die treibende Kraft der Sauerstoff-Kohlenstoff-Reaktion. Je größer das Reaktionspotential ist, desto größer ist die Entkohlgeschwindigkeit gemäß nachfolgender Gleichung (3):

30

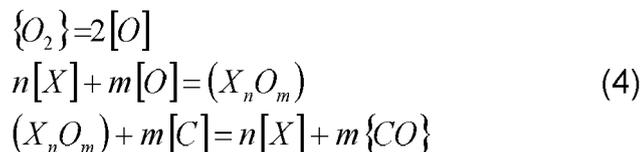
$$\left(-\frac{dC}{dt}\right) = \frac{1}{\tau} (C - C^*) \quad (3)$$

35 wobei bedeutet:

(-dC/dt) Entkohlgeschwindigkeit
 C aktueller Kohlenstoffgehalt
 C* Kohlenstoffgleichgewicht
 40 τ Entkohlungszeitkonstante

[0040] Mit der dargestellten Abfolge der chemischen Reaktionen im flüssigen Metall gemäß Gleichung (4)

45



50 wird das thermodynamische Gleichgewicht der $X_n O_m$ -Reduktion durch Kohlenstoff wie folgt gemäß Gleichung (5) beschrieben:

55

$$K_{C,X}(T) = \frac{a_X^n p_{CO}^m}{a_{X_n O_m} a_C^m} \quad (5)$$

[0041] Nach der Auflösung der Gleichung (5) und unter Einsatz der nachfolgenden Gleichung (6) kann Gleichung (7)

erhalten werden, wie sie unten aufgeführt ist, aus der die Abhängigkeit des Kohlenstoff-Gleichgewichts vom äußeren Prozessdruck gemäß Gleichung (8) erkennbar ist:

$$a_c = \frac{a_x^m p_{CO}}{a_{X_n O_m} K_{C,X}(T)^{\frac{1}{m}}} \quad (6)$$

wobei

$$\begin{aligned} a_c &= f_c C^* \\ a_x &= f_x X \\ p_{CO} &= \frac{R}{R+0,5} p \end{aligned} \quad (7)$$

20	X	Metall-Komponente wie Chrom, Mangan und Eisen
	a_c	Kohlenstoffaktivität
	f_c	Kohlenstoff-Aktivitätskoeffizient
	a_x	Element X-Aktivität
	f_x	Element X-Aktivitätskoeffizient
25	R	O ₂ / Inertgas-Verhältnis
	$a_{X_n O_m}$	Schlacken-Komponente X _n O _m -Aktivität
	p, p_{CO}	Prozessdruck, Kohlenmonoxid-Partialdruck
	$K_{C,X}(T)$	Kohlenstoff-Element X - Reaktionskonstante in Funktion der Temperatur

$$C^* = \frac{(f_x X)^{\frac{n}{m}}}{f_c a_{X_n O_m} K_{C,X}(T)^{\frac{1}{m}}} \frac{R}{R+0,5} p \quad (8)$$

[0042] Wie Simulationen gemäß Gleichung (8) gezeigt haben, stellt sich das Kohlenstoff-Chrom-Reaktionsgleichgewicht unter atmosphärischem Druck, der Temperatur von 1.700 °C, einem Chrom-Gehalt von 18 % und dem O₂/Inertgas-Verhältnis von 2 (Blas-Stufe 2:1, R=1,33) bei 0,25 % ein. Das Ergebnis besagt, dass eine weitere Sauerstoff-Zufuhr nach dem Erreichen des Gleichgewichts, in dem Fall von 0,25 %, eine starke Oxidation von metallischen Elementen vor allem von Chrom erzwingt und die Reaktivität der Schmelze forciert.

[0043] Im weiteren Vakuum-Verfahren beim Druck von 0,1 bar und bei dem R-Verhältnis von 0,22 findet eine starke Verschiebung des Gleichgewichts auf das Niveau von 0,0078 % (78 ppm) statt und begrenzt weitere Entkohlung. Diesbezüglich wird auf Figur 5 Bezug genommen wo dies dargestellt ist.

[0044] Wie aus Figur 5 mit der Darstellung der Gleichgewichte weiter hervorgeht, ist sowohl die Prozessführung durch das Vakuum und die Temperatur-Steuerung als auch das kontrollierte Blasen von Sauerstoff und Inertgas bzw. Stirring-Gas (d. h. das O₂/Inertgas-Verhältnis) sehr flexibel. Die maßgeblichen Parameter haben einen signifikanten Einfluss auf die Effizienz der Entkohlung. Abhängig von der produzierenden Legierungs-Sorte können im Rahmen der Vorbedingungen verschiedene Variationen zwischen dem Temperatur-Druck-Verhältnis und dem O₂/Inertgas-Verhältnis gewählt werden. Das Einstellen der Temperatur erfolgt im Konverter-Prozess und des Druckes im Vakuum-Prozess, das Einstellen des Verhältnisses gilt für beide Teilprozesse. Es sei angemerkt, dass in der Energiebilanz des Prozesses der endothermische Ablauf der Schlacke-Reduktion zu berücksichtigen ist. Er bewirkt eine Abnahme der Metalltemperatur.

[0045] Eine Prozesssteuerung errechnet, optimiert und führt aus die maßgeblichen Parameter und die Verhältnisse des Prozesses. Maßgebend ist die Ermittlung der Entkohlung zwischen dem Konverter-Prozessende und der Zielanalyse nach dem Vakuum-Schritt, um die Kohlenstoff-Ziel-Analyse zu erreichen. Dieser Wert bestimmt weiter den notwendigen Sauerstoff-Bedarf zwecks Metall-Oxidation. Korrekturen der Sauerstoff-Menge sind nicht ausgeschlossen und können sich aus weiterem Bedarf der Temperatur-Einstellung und Schlackenbildner-Zugaben bezüglich Basizität ergeben.

Patentansprüche

- 5
1. Verfahren zum Herstellen einer Ferrolegierung mit niedrigem Kohlenstoffgehalt, insbesondere von rostfreien und hochlegierten ULC-Stählen (Ultra Low Carbon - Stählen), bei dem zunächst in einem Konverter-Prozess eine Schmelze der Ferrolegierung durch Zugabe von Sauerstoff behandelt wird und dann in einem sich anschließenden Vakuum-Prozess die so vorbereitete Schmelze entkohlt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Schmelze vor dem Abschluss des Konverter-Prozesses unter Bildung von Schlacke Sauerstoff zugegeben wird, wobei im Konverter-Prozess keine Reduktion der Schlacke erfolgt, und dass erst im nachfolgenden Vakuum-Prozess eine Reduktion der Schlacke erfolgt.
- 10
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Konverter-Prozess und der Vakuum-Prozess in einem einzigen metallurgischen Gefäß durchgeführt werden.
- 15
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Konverter-Prozess und der Vakuum-Prozess in einem Anlagen-Tandem Konverter-VOD (Vacuum Oxygen Decarburisation - Verfahren) durchgeführt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druck beim Vakuum-Prozess niedriger als 100 mbar gehalten wird.
- 20
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur der Schlacke bei der Durchführung des Vakuum-Prozesses zwischen 1.720 °C und 1.760 °C gehalten wird.
- 25
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** während des Konverter-Prozesses ein Einblasen von Sauerstoff erfolgt, bis ein End-Kohlenstoffgehalt in der Schmelze unterhalb des Sauerstoff-Kohlenstoff-Gleichgewichts vorliegt.
- 30
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schmelze zum Erreichen eines hohen Verflüssigungsgrades der Schlacke ein Schlacken-Bildner, insbesondere in Form von Fluorapat (CaF_2), Aluminiumoxid (Al_2O_3) und/oder Sand, zugegeben wird.
- 35
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die im Konverter-Prozess bildende Schlacke auf einer Basizität zwischen 1,4 und 1,6 gehalten wird, wozu der Schmelze Kalk zugeführt wird.

35

40

45

50

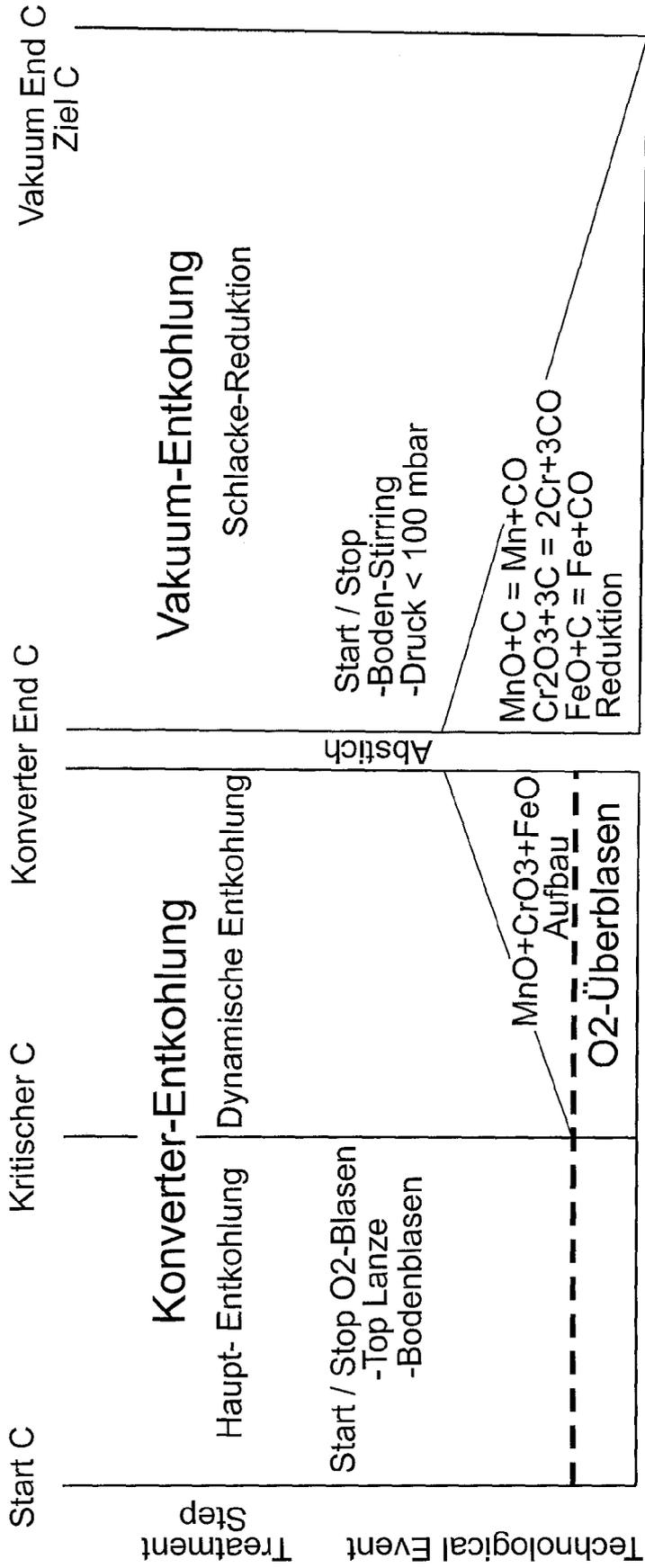
55

Behandlung Schritt	Konverter Chargieren	Anmeldung	Chargieren -Kalk -Dolokalk	Material Mix	Mixing Gas -typ -Durchfluss	
Verfahren	Konverter Si-Oxidat. Haupt Entkohlung Dyn. Entkohl.	Konverter Raffination	Vacuum-Raffination Schlacke Reduktion Chem. Heizen Residual Entkohl. VCD Entstickung / H2-Entfernung	Reduktion	Analyse End-Einstellung	Abstich
	Start / Stop Blasen -Top Lanze -Boden Blasen	Start / Stop Blasen • Top Lanze • Boden Blasen / Mixing • Druck	Start / Stop Blasen • Top Lanze • Boden Blasen / Mixing • Druck	Homogenisation	Legierung Zugaben	
Steuerung Vorgaben	Konverter	Konverter	Vakuu	Reduktion Materialien	Legierungen	Abstich
	Schlacke Bildner Kühi-Materialien / Legierungen	Schlacke Bildner Kühi-Materialien / Legierungen	Vakuu Raffination - Ende	Schlacke Bildner / Legierungen	Legierungen	
	- Blas Vorgaben - Top Lanze Position - Gas Typ / Durchfluss Top Lanze & Düsen	- Blas Vorgaben - O2- Top Lanze - Mixing Gas / Typ / Durchfluss - Druck				

Fig. 1

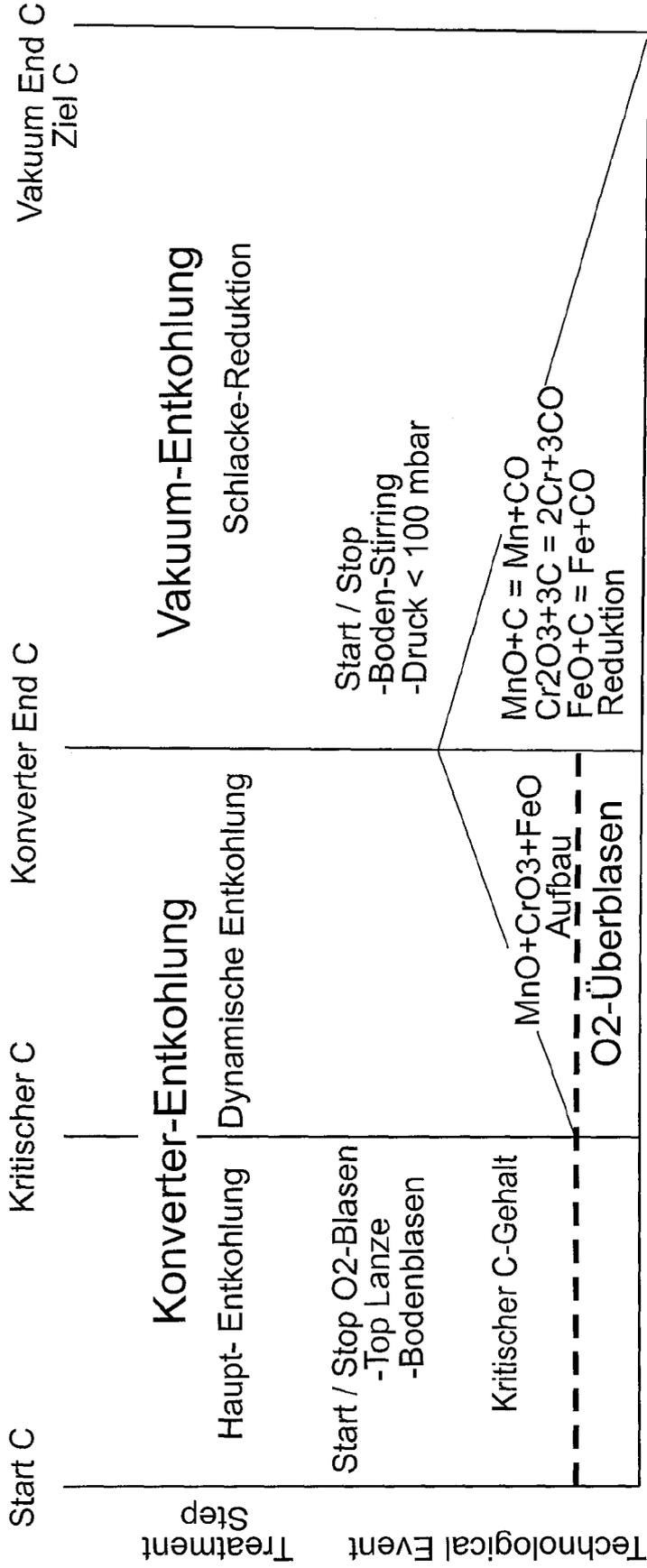
Behandlung Schritt	Konverter Chargieren	Si-Oxidat. Haupt Entkohlung Dyn. Entkohl.	Konverter Raffination	Vacuum-Raffination	Reduktion	Analyse End-Einstellung	Abstich
Verfahren	Anmeldung	Start / Stop Blasen -Top Lanze -Boden Blasen	Start / Stop Blasen -Top Lanze -Boden Blasen	Start / Stop Blasen • Top Lanze • Boden Blasen / Mixing • Druck	Homogenisation	Legierung Zugaben	
	Chargieren -Kalk -Dolokalk	Konverter Konverter Raffination- Ende	Konverter Konverter Raffination- Ende	Vakuum Vakuum Raffination- Ende			
Steuerung Vorgaben	Material Mix	Schlacke Bildner Kühl-Materialien / Legierungen	Schlacke Bildner Kühl-Materialien / Legierungen	Schlacke Bildner / Legierungen	Reduktion Materialien	Legierungen	
	Mixing Gas -typ -Durchfluss	- Blas Vorgaben - Top Lanze Position - Gas Typ / Durchfluss Top Lanze & Düsen	- Blas Vorgaben - Top Lanze Position - Gas Typ / Durchfluss Top Lanze & Düsen	Blas Vorgaben - O2- Top Lanze - Mixing Gas / Typ / Durchfluss - Druck	- Mixing Gas Typ / Durchfluss - Druck		

Fig. 2



Konverter Vakuumanlage

Fig. 3



Vakuu-Konverter

Fig. 4

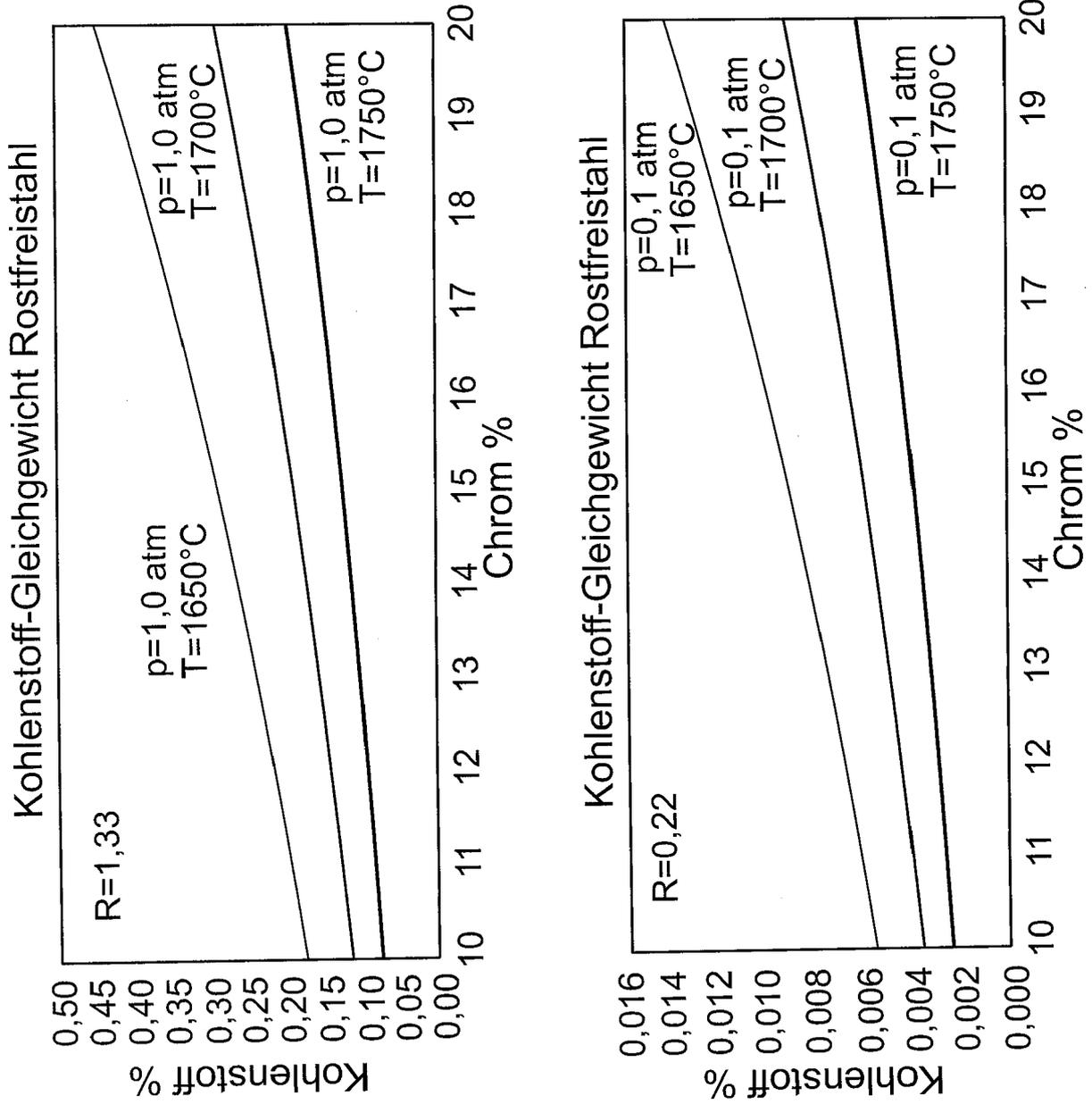


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 15 6465

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 702 502 A (KUNDRAT DAVID M [US] ET AL) 30. Dezember 1997 (1997-12-30) * Anspruch 43 * * Spalte 9 - Spalte 12 * -----	1-8	INV. C21C5/00 C21C7/10 C21C7/00 C21C7/076
X	Unknown Unknown Unknown: "Steel Melt Processing" In: "Casting", 1. Januar 2008 (2008-01-01), ASM International, XP055635603, ISBN: 978-1-62708-187-0 Seiten 206-229, DOI: 10.31399/asm.hb.v15.a0005199, * Abbildungen 25, 26 * * Seite 216, Spalte 2 * -----	1-8	C21C7/064 C21C7/06 C21C7/068
X	US 5 324 342 A (MORI HIROSHI [JP] ET AL) 28. Juni 1994 (1994-06-28) * Abbildungen 1, 5, 6, 10 * * Anspruch 1 * -----	1-5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C21C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 5. Juli 2022	Prüfer Porté, Olivier
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 Theorie 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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

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

EP 22 15 6465

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

05-07-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	US 5702502 A	30-12-1997	AT 234942 T	15-04-2003
			AU 702699 B2	04-03-1999
			BR 9603943 A	09-06-1998
			CA 2184317 A1	15-06-1997
			CN 1167837 A	17-12-1997
			DE 69626760 T2	05-02-2004
			EP 0779373 A1	18-06-1997
			ES 2189850 T3	16-07-2003
20			IN 190534 B	09-08-2003
			JP 2865639 B2	08-03-1999
			JP H09176723 A	08-07-1997
			KR 970043113 A	26-07-1997
			TR 199601015 A2	21-07-1997
25			TW 334478 B	21-06-1998
			US 5702502 A	30-12-1997
	ZA 967598 B	26-03-1997		
30	US 5324342 A	28-06-1994	DE 69003572 T2	10-03-1994
			EP 0393391 A1	24-10-1990
			ES 2045606 T3	16-01-1994
			JP 2850407 B2	27-01-1999
			JP H0368713 A	25-03-1991
			TW 231312 B	01-10-1994
35			US 5324342 A	28-06-1994
40	-----			
45				
50				
55				

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

- EP 2986743 B1 [0002] [0004] [0005]
- EP 2878684 B1 [0003]
- WO 2006050963 A2 [0003]
- DE 102014215669 A1 [0003]
- EP 2207905 B1 [0003]
- EP 1431404 B1 [0003]
- DE 102014221397 A1 [0003]