

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7036993号
(P7036993)

(45)発行日 令和4年3月15日(2022.3.15)

(24)登録日 令和4年3月7日(2022.3.7)

(51)国際特許分類	F I		
C 2 2 C 33/04 (2006.01)	C 2 2 C 33/04		E
C 2 1 C 7/068(2006.01)	C 2 1 C 7/068		

請求項の数 2 (全11頁)

(21)出願番号	特願2021-520447(P2021-520447)	(73)特許権者	000001258 J F E スチール株式会社 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号
(86)(22)出願日	令和3年2月16日(2021.2.16)	(73)特許権者	000193494 水島合金鉄株式会社 岡山県倉敷市水島川崎通 1 丁目 1 番地
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/005689	(74)代理人	110001542 特許業務法人銀座マロニエ特許事務所
(87)国際公開番号	WO2021/177021	(72)発明者	小田 信彦 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社内
(87)国際公開日	令和3年9月10日(2021.9.10)	(72)発明者	藤井 勇輔 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社内
審査請求日	令和3年4月13日(2021.4.13)	(72)発明者	佐藤 新吾
(31)優先権主張番号	特願2020-38790(P2020-38790)		
(32)優先日	令和2年3月6日(2020.3.6)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 低炭素フェロマンガンの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上吹きランスおよび底吹き羽口を備えた反応容器内に収容した高炭素のフェロマンガンの浴面上に、上吹きランスから酸化性ガスを吹きつけて脱炭し、低炭素のフェロマンガンを製造するに際し、吹錬中のスラグ組成の質量基準で $(CaO + MgO) / (Al_2O_3 + SiO_2)$ の値が 0.4 以上かつ 5.0 以下となるようにスラグ組成を調整し、前記底吹き羽口からは、攪拌動力密度にして $500W/t$ 以上となるように攪拌用ガスの吹きこみを行うことを特徴とする低炭素フェロマンガンの製造方法。

【請求項 2】

吹錬開始前または吹錬中に MgO を含有する副原料を添加することを特徴とする請求項 1 に記載の低炭素フェロマンガンの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、低炭素フェロマンガンの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

鉄鋼製品の合金成分として有用なマンガン(Mn)成分は、高炉溶銑を主原料とする転炉製鋼法の場合には転炉精錬の終了時点で添加される。一方、スクラップを主原料とする電気炉製鋼法の場合には溶解作業時に添加される。何れの場合も、マンガン成分としては、

フェロマンガンの (FeMn) 合金を用いるのが一般的である。このフェロマンガ合金は、含有する炭素濃度によって高炭素フェロマンガ (HCFeMn)、中炭素フェロマンガ (MCFeMn)、低炭素フェロマンガ (LCFeMn) に分類され、その化学組成は日本工業規格 (JIS) で定められている (表 1 参照)。なお、MCFeMn や LCFeMn は通常、高価なシリコンマンガ (SiMn) 合金と多量の電力を使用して製造するので、HCFeMn に比べてはるかに高価な合金鉄である。

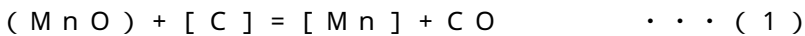
【0003】

中・低炭素フェロマンガを製造する従来技術の中には、いわゆる脱珪法と呼ばれる方法がある。この方法はまず、電気炉等において目標炭素含有量のシリコン - マンガ溶湯を準備し、その後この溶湯にマンガ鉱石等のマンガ酸化物を添加してシリコン - マンガ溶湯中のシリコンを酸化除去する方法である。この方法は、電気炉を使用するために電力コストが高むという問題点がある。

10

【0004】

このような問題点を解決するため、従来は、高炭素フェロマンガ溶湯に酸素ガスを吹きつけたり、溶湯中に酸素ガスを吹きこんだりして、フェロマンガ溶湯中の炭素を酸化除去するという方法がとられている。一般に、フェロマンガ溶湯の脱炭反応は、下記 (1) 式で表され、その際の平衡定数 K は、下記 (2) 式で示すことができる。



$$K = (a_{Mn} \cdot P_{CO}) / (a_{MnO} \cdot a_C) \quad \dots (2)$$

ここで、(R) との表記は化学式 R の成分がスラグ中にあることを、[M] との表記は元素 M の成分がフェロマンガ溶湯中にあることを表し、 a_i は成分 i の活量、 P_j は成分 j の分圧 (atm) である。平衡定数 K 、 a_{Mn} 、 a_C の値は既知文献の熱力学データを用いて計算することができる。そして、下記 (3)、(4) 式の条件のもとで溶湯中の平衡 [C] 濃度と溶湯温度の関係を求めることにより、フェロマンガ溶湯の脱炭限界を知ることができる。

20

$$a_{MnO} = 1 \quad \dots (3)$$

$$P = P_{Mn} + P_{CO} = 1 \quad \dots (4)$$

ただし、上記 (4) 式において P は全圧 (1 atm) であり、 P_{Mn} はその温度での Mn の蒸気圧に等しいとする。ここで、atm は圧力の単位で、1 atm = 101325 Pa である。

30

【0005】

上記 (1) ~ (4) 式より、フェロマンガ溶湯の脱炭を進行させるには、(1) 式が吸熱反応であることから溶湯温度の上昇、CO 分圧の低下および酸化マンガスラグ中の MnO の活量の上昇が必要であることがわかる。従って、低炭域でのフェロマンガ溶湯の脱炭については、大気圧下での吹錬を行うかぎり高温吹錬はもちろんのこと、歩留低下の要因となるマンガの酸化による酸化 Mn の生成とマンガ蒸気の発生がある程度は避けられない。

【0006】

高炭素フェロマンガ溶湯に酸素ガスを吹き込んで吹錬する方法としては、特許文献 1 や特許文献 2 において、高炭素フェロマンガ溶湯中に反応炉の炉底羽口から酸素ガスを吹きこむことにより、溶湯中の炭素を酸化除去するという方法が提案されている。

40

【0007】

また、特許文献 3 には、炉底羽口から不活性ガスを吹き込んで溶湯を攪拌しつつ、上吹きランスから酸素ガスを吹きつけることにより溶湯中の炭素を酸化除去するという方法が提案されている。

【0008】

さらに、上吹きガス、底吹きガスのガス種やその流量を、吹錬の時期や溶湯温度とともに制御する方法も提案されている。例えば、特許文献 4 には、炉底羽口から酸素ガスを吹き込んで高炭素フェロマンガ溶湯を脱炭するに際し、低炭域では酸素ガスに水蒸気および不活性ガスを混合して吹きこむ方法が提案されている。

50

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 5 には、炉底羽口から酸素ガスと不活性ガスを混合して吹き込んで溶湯を攪拌しつつ、上吹きランスから酸素ガスを吹きつけて高炭素フェロマンガンの溶湯を脱炭するに際し、吹錬の進行に伴って底吹き酸素流量および底吹き不活性ガス流量を低下させる方法が提案されている。

【 0 0 1 0 】

さらに、特許文献 6 や特許文献 7 には、上吹き酸素に不活性ガスを混合して吹きつける方法が提案されている。

【 0 0 1 1 】

さらに、特許文献 8 や特許文献 9 には、造滓剤を添加しスラグ組成をコントロールする方法が提案されている。吹錬中にスラグ中の MnO の活量が 1 に近くなるよう、マンガン鉱石、マンガン焼結鉱などのマンガン酸化物を用いてスラグ組成をコントロールすることで、Mn 歩留を向上するというものである。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 1 2 】

【文献】特開昭 4 8 - 0 7 9 7 1 6 号公報

特開昭 5 2 - 0 0 9 6 1 6 号公報

特開昭 6 0 - 0 5 6 0 5 1 号公報

特開昭 5 4 - 0 9 7 5 2 1 号公報

20

特開昭 6 2 - 2 3 0 9 5 1 号公報

特開昭 6 1 - 2 9 1 9 4 7 号公報

特開平 0 2 - 1 6 6 2 5 6 号公報

特開平 0 1 - 3 1 6 4 3 7 号公報

特開平 1 1 - 2 9 3 3 3 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

しかしながら、特許文献 1 ~ 3 の方法には、次のような問題点があった。すなわち、一般にマンガンは、酸素との親和力が強く酸素ガスにより容易に酸化されてスラグを形成するとともに、蒸気圧が高いために溶湯温度の上昇とともに蒸発が活発となり、ヒュームダストとして系外に飛散しやすいという傾向がある。そのため、これらの技術では、酸素ガスを単純に溶湯中に吹きこんだり、吹きつけたりするだけでは脱炭が困難なばかりか、Mn の歩留も低下し、その結果として中・低炭素フェロマンガンを経済的に製造することができなくなるという問題があった。

30

【 0 0 1 4 】

また、特許文献 4 ~ 9 に記載の先行技術についても、次のような解決すべき課題を残しているのが実情である。

例えば、炉底羽口から酸素ガスまたは酸素ガスと不活性ガスの混合ガスを吹きこむ方法（特許文献 4 および 5）では、フェロマンガン溶湯の脱炭精錬について、前述したように、高温吹錬が必須であることに加えて、羽口近傍が酸素ガスによる酸化反応熱により一層の高温に曝されることが予想される。したがって、羽口の溶損による溶湯の漏洩を防止するために高度な操業技術を必要とするとともに、不活性ガスのみを吹きこむ場合と比較して羽口寿命が著しく低下し、耐火物コストの大幅な上昇が避けられない。

40

【 0 0 1 5 】

一方、上吹きする酸素ガスに不活性ガスを混合してフェロマンガン溶湯に吹きつける方法（特許文献 6 および 7）は、最も高温で脱炭が生じやすいサイトである火点（上吹き酸素ガスが溶湯面に衝突する位置）が、不活性ガスで冷却されることになるとともに、もともと火点はマンガン蒸気の発生が大きく、CO 分圧の低下が生じていると考えられることから、不活性ガスによる CO 分圧低下の効果が小さい。また、混合する不活性ガスの流量を

50

大きくして反応炉内全体のCO分圧を低下させるという考え方もあるが、この方法では、不活性ガスとして高価なアルゴン等の希ガスを用いる場合には、精錬費用が高んで経済的でない。

【0016】

また、特許文献8および9に記載の技術では、他のスラグ組成との関係については何ら考慮されていないため、Mn歩留が不十分な場合がある。

【0017】

そこで、本発明は、従来技術が抱えている上述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、転炉型の反応容器において、酸化性ガスを上吹きしてフェロマンガンの溶湯からの脱炭を行う際に、高いMn歩留を享受できる低炭素フェロマンガンの製造方法を提案することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0018】

発明者らは、Mn歩留のよい低炭素フェロマンガンの製造方法について、溶湯温度や溶湯成分、スラグ組成の変化に着目して、研究を重ねた結果、転炉型の反応容器において、酸化性ガスを上吹きしてフェロマンガンの溶湯からの脱炭を行う際に、スラグ組成をコントロールすればスラグ中のMnOを効率よく還元し、高いMn歩留を得られることができるとの知見を得て、本発明を開発するに至った。すなわち、本発明は、上吹きランスおよび底吹き羽口を備えた反応容器内に収容した高炭素のフェロマンガンの溶湯の浴面上に、上吹きランスから酸化性ガスを吹きつけて脱炭し、低炭素のフェロマンガンを製造するに際し、吹錬中のスラグ組成の質量基準で $(CaO + MgO) / (Al_2O_3 + SiO_2)$ の値が0.4以上かつ5.0以下となるようにスラグ組成を調整することを特徴とする低炭素フェロマンガンの製造方法を提案する。

20

【0019】

なお、上記のように構成される本発明の低炭素フェロマンガンの製造方法は、また、
a. 上記底吹き羽口からは、攪拌動力密度にして500W/t以上となるように攪拌用ガスの吹きこみを行うこと、
b. 吹錬開始前または吹錬中にMgOを含有する副原料を添加すること、
がより好ましい実施形態になりうるものと考えられる。

【発明の効果】

30

【0020】

本発明によれば、フェロマンガンの溶湯に酸化性ガスを吹きつけて精錬する際に、スラグ組成を適正化することで、スラグ中のMnOを効率よく溶湯中の炭素で還元することができ、ひいては高いMn歩留を得ることが可能となる。加えて本発明によれば、底吹きガスの攪拌動力密度を適正化することで、より高いMn歩留を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一実施形態に用いる設備を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1は本発明方法を実施するのに有効な設備の一例である。以下、この図1に従って、高炭素フェロマンガンの脱炭精錬方法を説明する。図示したように上底吹き転炉の例である反応容器1には、溶融した高炭素フェロマンガンの溶湯2が装入される。その容器内溶湯2の浴面上には、上吹きランス3から酸化性ガスが吹きつけられる。ここで、酸化性ガスとは、純酸素ガスまたは酸素混合ガスをいう。一方、底吹き羽口4からは溶湯2中に非酸化性ガスが吹きこまれる構成とされている。なお、上記底吹き羽口4には、非酸化性ガスを導く配管5が接続されている。そして、図1の例では、上吹きランス3に非酸化性ガスを導く配管6および酸素ガスを導く配管7には、それぞれ流量調節弁8が設置されている。なお、吹錬中は炉口から各種添加材9を投入することができる。溶湯2上には、スラグ10が形成されている。添加材9としては、MgOを含有する副原料や冷却

40

50

材としてのフェロマンガンをを用いることができる。上記上吹きランス3は、ラバーノズルを用いることが好ましく、複数のノズルとするときは、ランス軸に対し、回転対称に配置することが好ましい。さらに、この上吹きランス3は、多孔のランスを用いることで、単孔ランスに比べ火点面積が広くなり、効率よく溶湯に酸素を供給することができるため、大量生産に適している。

【0023】

本発明に係る低炭素フェロマンガンの製造方法にあたっては、まず、反応容器1内に高炭素フェロマンガンの溶湯2を装入する。そして、その溶湯2の装入前から精錬中にかけて、底吹き羽口4からは所要量の非酸化性ガスを該溶湯2中に吹きこんで、溶湯2を攪拌する。その後、上吹きランス3を上方より下降させ、上記溶湯2の浴面に酸化性ガスの吹きつけを行って、脱炭吹錬を開始する。必要に応じて、吹錬開始前にMgOを含有する副原料を添加することもできる。

10

【0024】

なお、上吹きランス3から吹きつける酸化性ガスとしては、酸素ガスや酸素ガスに非酸化性ガスを30vol%以下混合した酸素混合ガスを用いることができる。混合する非酸化性ガスとしては、Arが好ましい。このとき、火点の温度確保の観点から、上吹きする酸化性ガスは非酸化性ガスが10vol%以下の酸素混合ガスがより好ましく、純酸素ガスを用いることがより好ましい。一方、底吹き羽口から吹込む非酸化性ガスとしては、溶湯中の窒素濃度を上昇させることなく、効率よく攪拌するという観点から、Ar、COもしくはCO₂またはそれらの混合ガスを用いることが好ましい。

20

【0025】

また、本発明では、上述の操業にあたっては、吹錬中のスラグ組成の質量基準で $(CaO + MgO) / (Al_2O_3 + SiO_2)$ の値が0.4以上かつ5.0以下となるようにスラグ組成を調整する。スラグ10の組成を調整するために必要に応じて合金、生石灰、ドロマイトなどの副原料やMn鉱石、高炉スラグなどを適宜添加してもよい。 $(CaO + MgO) / (Al_2O_3 + SiO_2)$ の値が0.4よりも小さいか、5.0よりも大きくなるとスラグ10の固相率が増加する。その結果、スラグ粘性が大きくなり、スラグの流動性が低下するので、スラグ10中のMnOを効率よく溶湯中に還元することが出来なくなるため好ましくない。より好ましい下限は1.0以上であり、より好ましい上限は3.0以下である。ここで、吹錬中のスラグ組成とは、スラグが十分に滓化した時点の組成であり、吹錬終了時点での分析で確認できる。

30

【0026】

さらに、質量基準で $MnO / (MnO + CaO + Al_2O_3 + MgO + SiO_2)$ が0.6以上となるようにスラグ組成を調整することで、MnOの活量 a_{MnO} を高位に保つことができ、スラグ10中のMnOをより高い効率で溶湯中に還元することが出来る。上限は特に限定するものではないが、1.0未満である。

【0027】

また、上述の操業にあたっては、吹錬中の脱炭反応を促進させるため、下記の(5)式で示される溶湯2の攪拌動力密度が500W/t以上となる条件で溶湯2中に羽口4から底吹きガスを供給することが好ましい。それは適正な攪拌動力密度で溶湯の攪拌を行うことで、スラグ-メタル反応を促進し、スラグ10中の酸化Mn(MnO)を溶湯中に回収することができるからである。さらに好ましくは、攪拌動力密度を600W/t以上とすることである。一方、通常は底吹きガスを大量に吹き込んで吹抜けによって溶湯の攪拌に寄与する有効な底吹きガスが減少するため、攪拌動力密度の最大値は1000W/t程度である。

40

$$= 6.183 \times (Q \times T_1 / (60 \times W)) \times [\ln \{ 1 + h / (1.02 \times 10^{-4} \times (101325 \times P)) \} + \{ 1 - (T_g / T_1) \}] \quad \dots (5)$$

ここで、 ρ ：底吹きガスの攪拌動力密度(W/t)、Q：底吹きガス流量(Nm³/h)、W：フェロマンガンの溶湯量(t)、T₁：フェロマンガンの溶湯温度(°C)、T_g：底吹きガス温度(°C)、h：浴深(静止時浴面から反応容器底までの距離)(m)、P：大気

50

圧力 (1 a t m) である。

【 0 0 2 8 】

上吹きランス 3 からの酸化性ガスの吹きつけは、下記 (6) ~ (9) 式により計算される浴面到達時の流速が 7 0 m / s 以上 1 5 0 m / s 以下となるように操業をすることが好ましい。その理由はこの範囲内で操業することにより、酸素が M n の蒸気 (ヒューム) に遮られることなく、かつ溶湯の飛散を抑制しながら吹錬を行うことができるので、脱炭酸素効率が向上し、高い M n 歩留が得られるからである。より好ましくは、浴面到達時の流速が 8 0 m / s 以上 1 3 0 m / s 以下の範囲となるようにして吹錬することである。

【 0 0 2 9 】

$$F O_2 = 0.456 \cdot n \cdot d^2 \cdot (P_0 / 0.97) \cdots (6)$$

$$U_0 = 740 \{ 1 - (P_e / P_0)^2 / 7 \}^{1/2} \cdots (7)$$

$$U / U_0 = D / 2 C L \cdots (8)$$

$$C = 0.016 + 0.19 / ((P_0 / 0.97) - 1.034) \cdots (9)$$

ここで、 $F O_2$: 上吹きランスからの酸化性ガスの供給速度 ($N m^3 / h$)、 n : 上吹きランスのノズル孔数 (個)、 d : 上吹きランスのノズルのスロート径 ($m m$)、 P_0 : 酸化性ガスの上吹きランスノズル前圧力 ($a t m$)、 P_e : 同出口圧力 ($a t m$)、 U_0 : 上吹きランスからの酸化性ガスの噴出流速 (m / s)、 U : 上吹きランスからの酸化性ガスの浴面到達時流速 (m / s)、 L : ランス高さ (上吹きランスのノズル出口から、静止時浴面までの距離) ($m m$)、 D : 上吹きランスのノズル出口径 ($m m$)、 C : 酸化性ガスのジェットの広がりを表す常数 (-) である。

【 0 0 3 0 】

なお、耐火物の損耗防止、M n の蒸発の抑制、脱炭速度の低下防止の観点からは、フェロマンガン溶湯温度 T_1 は、溶湯中炭素濃度 [C] : 2 . 0 m a s s % 以上では 1 7 0 0 以下、[C] : 1 . 5 m a s s % 以上 2 . 0 m a s s % 未満では 1 7 5 0 以下にして操業を行うことが望ましい。上記範囲に溶湯温度を維持するためには、この脱炭精錬の途中で必要に応じて合金、生石灰、ドロマイトなどの副原料や M n 鉱石、スラグなどを冷却材 9 として添加することが有効である。この場合において、M n の蒸発を抑えること以上にスラグボリュームが増加すると、スラグへの M n の移行が増加し、M n 歩留の低下を招く。そのため、冷却材としては F e M n の破碎屑を用いることが好ましく、M C F e M n または L C F e M n を冷材として用いることがさらに好ましい。しかし、そうした破碎屑を用いて操業温度の制御を行うことは、冷却材の添加によって溶湯が局部的に冷却されるため、脱炭反応促進の観点からはあまり好ましくない。そこで、破碎屑を用いて溶湯温度を制御する場合には、その使用量は極力減らすことが望ましい。また、前記吹錬開始前、もしくは吹錬中に M g O を含有する副原料を添加することで、レンガの溶損を低減し、耐火物の寿命を向上させることができる。M g O を含有する副原料として、マグボール (ドロマイトやマグネサイトを焼成し粉碎後にセメントなどで固めたもの) やマグネサイト (炭酸マグネシウムを主とする鉱物) が挙げられる。

【 0 0 3 1 】

さて、所定の炭素濃度になるまで脱炭したら、上記上吹きランス 3 を上昇させ、酸化性ガスの吹きつけを停止する。また、該上吹きランス 3 の上昇後、底吹きガスによって攪拌しながら、F e S i、S i M n などの還元材を添加し、スラグ中の酸化 M n (M n O) を還元回収することが好ましい。

【 実施例 】

【 0 0 3 2 】

この実施例は、2 5 t の高炭素フェロマンガン (H C F e M n) の溶湯を、内径約 2 . 3 m の円筒状の上底吹き型精錬炉に装入し、脱炭精錬を行った例である。ここで使用した H C F e M n は、表 1 に示す 2 号 (M n : 7 3 m a s s %、C : 6 . 9 m a s s %) に相当し、装入直後の温度は 1 3 3 4 ~ 1 3 4 1 であった。操業 (吹錬) にあたっては、底吹き羽口から A r を吹き込んで、溶湯を攪拌しつつ、上吹きランスより純 O_2 を吹きつけた。酸素供給速度は精錬開始から終了まで 4 0 $N m^3 / m i n$ で行った。そして、吹錬に際

10

20

30

40

50

しては、MCFeMn (Mn : 80 mass %、C : 1.5 ~ 2.0 mass %) の破碎屑 500 kg および LCFeMn (Mn : 80 mass %、C : 0.5 ~ 1.0 mass %) の破碎屑 450 kg をそれぞれ添加した。また、この操業にあたっては、必要に応じて石灰、珪石、バンド頁岩、ドロマイトを添加して、スラグ組成を変化させて、高炭素フェロマンガン溶湯の脱炭精錬を行った。その結果を表 2 にまとめた。なお、フェロマンガン溶湯中の炭素濃度 [C] : 0.5 mass % を終点として吹錬を終了した。

【 0 0 3 3 】

【 表 1 】

種類	記号	化学組成 (mass%)					
		Mn	C	Si	P	S	
高炭素フェロマンガン (HCFeMn)	0号	FMnH0	78~82	<7.5	<1.2	<0.4	<0.02
	1号	FMnH1	73~78	<7.3	<1.2	<0.4	<0.02
	2号	FMnH2	73~78	<7.0	<3.0	<0.4	<0.02
中炭素フェロマンガン (MCFeMn)	0号	FMnM0	80~85	<1.5	<1.5	<0.4	<0.02
	1号	FMnM1	75~80	<2.0	<2.0	<0.4	<0.02
低炭素フェロマンガン (LCFeMn)	0号	FMnL0	80~85	<1.0	<1.5	<0.35	<0.02
	1号	FMnL1	75~80	<1.0	<1.5	<0.4	<0.02
	0号	SiMn0	65~70	<1.5	20~25	<0.3	<0.05
シリコンマンガン (SiMn)	1号	SiMn1	65~70	<2.0	16~20	<0.3	<0.02
	2号	SiMn2	60~65	<2.0	16~20	<0.3	<0.03
	3号	SiMn3	60~65	<2.5	14~18	<0.3	<0.03

JIS G2301:1998およびJIS G2304:1998に基づく

【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

50

【表 2】

No.	(CaO+MgO)/(Al ₂ O ₃ +SiO ₂) [-]	攪拌動力密度 ϵ [W/t]	Mn 歩留 η_{Mn} [%]	備考
1	0.1	634	69	比較例
2	0.2	634	70	比較例
3	0.3	634	75	比較例
4	0.4	634	80	発明例
5	0.6	634	81	発明例
6	0.8	634	82	発明例
7	1.0	634	84	発明例
8	1.5	634	85	発明例
9	2.0	634	85	発明例
10	2.5	634	86	発明例
11	3.0	634	85	発明例
12	3.5	634	84	発明例
13	4.0	634	83	発明例
14	4.5	634	82	発明例
15	4.8	634	81	発明例
16	5.2	634	75	比較例
17	5.5	634	72	比較例
18	6.0	634	70	比較例
19	2.0	423	80	発明例
20	2.0	508	81	発明例
21	2.0	761	89	発明例

10

20

【0035】

なお、この実施例において、Mn歩留の定義は下記(10)式のとおりである。

$$Mn = W_1 / (W_2 + W_3 + W_4) \times 100 \quad \dots (10)$$

ここで、 Mn : Mn歩留(%)、 W_1 : 製品FeMn中のMn質量(kg)、 W_2 : HCFEMn溶湯中のMn質量(kg)、 W_3 : Mn含有合金として添加したMn質量(kg)、 W_4 : 酸化Mnとして添加したMn質量(kg)である。

【0036】

表2に示すように、上記脱炭精錬の結果、(CaO+MgO)/(Al₂O₃+SiO₂)の値が0.4以上かつ5.0以下である水準(処理No. 4-15および19-21)では、Mn歩留が高位であった。一方で、(CaO+MgO)/(Al₂O₃+SiO₂)の値が0.4より小さい水準(処理No. 1-3)および5.0を超える水準(処理No. 16-18)では、スラグ中のMnOが十分還元されなかったため、Mn歩留 Mn が低位であったと考えられる。さらに、(CaO+MgO)/(Al₂O₃+SiO₂)の値が2.0の場合と比較すると、底吹きガスの攪拌動力密度が500W/t以上の水準(処理No. 9、20および21)では、攪拌動力密度が500W/t未満の水準(処理No. 19)よりもMn歩留 Mn がより高位であった。適正な攪拌動力密度で溶湯の攪拌を行うことで、スラグ-メタル反応を促進し、スラグ中の酸化Mnを効率よく還元回収することが出来たためであると考えられる。

40

【0037】

本明細書において、非SI単位は、以下の換算数値でSI単位に換算する。

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa}$$

50

【産業上の利用分野】

【0038】

本発明に係る低炭素フェロマンガンの製造方法で提案している技術は、例えば、その他の一般的な製鋼精錬技術の分野への展開も可能であると考えられる。

【符号の説明】

【0039】

- 1 反応容器
- 2 溶湯
- 3 ランス
- 4 羽口 10
- 5 非酸化性ガス配管
- 6 非酸化性ガス配管
- 7 酸素配管
- 8 流量調節弁
- 9 添加材
- 10 スラグ

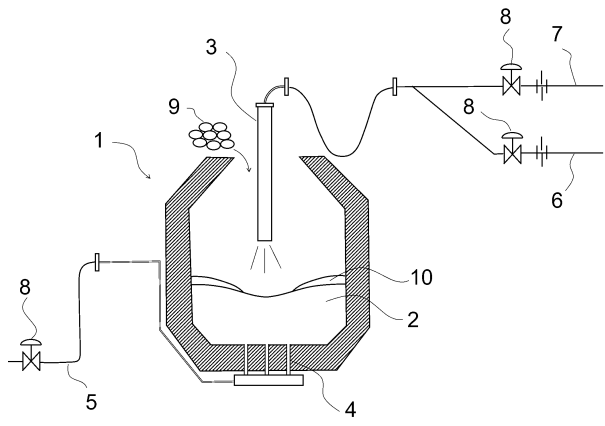
20

30

40

50

【図面】
【図 1】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
(72)発明者 川畑 涼
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
(72)発明者 菊池 直樹
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
(72)発明者 塩田 敏生
岡山県倉敷市水島川崎通1丁目1番地 水島合金鉄株式会社内
(72)発明者 樋口 一平
岡山県倉敷市水島川崎通1丁目1番地 水島合金鉄株式会社内
審査官 中西 哲也
(56)参考文献 特開昭63-290242(JP,A)
特開昭54-097521(JP,A)
特開平02-247313(JP,A)
特開平01-316437(JP,A)
米国特許第04662937(US,A)
特開2008-240126(JP,A)
特開平11-279630(JP,A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C21C 7/00-7/10
C22C 33/00
C22C 33/04