

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014年8月28日(28.08.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/129282 A1

- (51) 国際特許分類:
C21B 13/10 (2006.01) C22B 1/244 (2006.01)
C21B 13/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/052098
- (22) 国際出願日: 2014年1月30日(30.01.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-031455 2013年2月20日(20.02.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所(KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO(KOBE STEEL, LTD.))
[JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 對馬 卓(TSUSHIMA, Takashi). 王 昌麟(O, Shorin). 吉田 紳吾(YOSHIDA, Shingo). 伊東修三(ITO, Shuzo).
- (74) 代理人: 植木 久一, 外(UEKI, Kyuichi et al.); 〒5300003 大阪府大阪市北区堂島2丁目1番16号 フジタ東洋紡ビル9階 Osaka (JP).

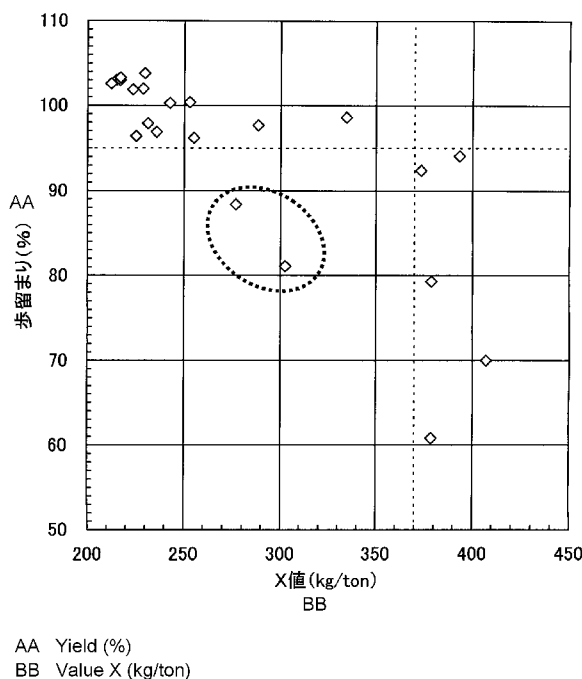
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING REDUCED IRON

(54) 発明の名称: 還元鉄の製造方法



(57) Abstract: Provided is a method in which, when manufacturing reduced iron by heating an agglomerate, the yield of the reduced iron is increased and the productivity is improved. A method for manufacturing reduced iron including: a step for agglomerating a mixture containing an iron oxide source, a carbonaceous reducing agent, and a melting point adjustment agent; and a step for heating the resulting agglomerate and reducing and melting the iron oxide in the agglomerate; the agglomerate used being such that the value X calculated according to the formula (1) on the basis of the T.Fe, CaO, SiO₂, Al₂O₃, MgO, and CaF₂ contents of the agglomerate is no greater than 370 kg/ton, and the value Y calculated according to the formula (2) on the basis of the CaO, SiO₂, and Al₂O₃ contents of the agglomerate is at least 0.5. In the formulae, items in parentheses represent amounts of respective components contained in the agglomerate (in mass%). $X = 1000 \times [(CaO) + (SiO_2) + (Al_2O_3) + (MgO) + (CaF_2)] / (T.Fe) \dots (1)$; $Y = (CaO) / [(SiO_2) + (Al_2O_3)] \dots (2)$

(57) 要約: 塊成物を加熱して還元鉄を製造するにあたり、還元鉄の歩留まりを高めて生産性を向上する手法を提供する。酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤を含む混合物を塊成化する工程と、得られた塊成物を加熱して、該塊成物中の酸化鉄を還元および熔融する工程を含み、前記塊成物として、該塊成物中のT.Fe量、CaO量、SiO₂量、Al₂O₃量、Mg

O量、およびCaF₂量に基づいて下記式(1)で算出されるX値が370kg/ton以下で、該塊成物中のCaO量、SiO₂量、およびAl₂O₃量に基づいて下記式(2)で算出されるY値が0.5以上のものを用いる還元鉄の製造方法。但し、式中、()は、塊成物中の各成分の含有量(質量%)を示している。 $X = 1000 \times [(CaO) + (SiO_2) + (Al_2O_3) + (MgO) + (CaF_2)] / (T.Fe) \dots (1)$ $Y = (CaO) / [(SiO_2) + (Al_2O_3)] \dots (2)$

明 細 書

発明の名称：還元鉄の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、鉄鉱石や製鉄ダスト等の酸化鉄源と、炭材等の炭素質還元剤とを含む塊成物を加熱して還元鉄を製造する方法に関するものである。

背景技術

[0002] 原料として鉄鉱石を用いた製鉄プロセスは高炉－転炉法が主流であるが、この方法では、石炭の乾留や鉄鉱石の焼結等、原料の事前処理を行う必要がある。また、スケールメリットを享受するため、近年では高炉や転炉を大型化する傾向が進んでおり、資源に対する柔軟性や生産性が低下している。

[0003] また、環境保全の観点から、製鉄プロセスには CO_2 ガスの排出量を抑制することが求められている。ところが、上述した高炉－転炉法は、高炉で鉄鉱石を還元して高炭素の溶銑を製造し、得られた溶銑を転炉で脱炭して鋼を製造するという間接製鉄法であるため、鉄鉱石を還元して直接鋼を製造する直接製鉄法と比べると、 CO_2 ガスの排出量が多くなる。

[0004] 近年では、 CO_2 ガスの排出量を抑制する観点から、直接製鉄法が見直されてきている。直接製鉄法としては、MIDREX法が知られている。しかしMIDREX法では、鉄鉱石の還元天然ガスを大量に使用するため、プラントの立地条件が天然ガスの生産地域に限られるという問題があった。

[0005] そこで最近では、鉄鉱石の還元天然ガスの代わりに、炭素質還元剤として入手が比較的容易な石炭を用いる還元鉄製造プロセスが注目されている。この還元鉄製造プロセスは、酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤を含む塊成物を、例えば、回転炉床炉などの移動炉床式加熱炉に装入し、炉内で加熱バーナーによるガス伝熱や輻射熱で加熱することによって酸化鉄を還元して塊状の還元鉄を得るものである。この還元鉄製造プロセスは、石炭ベースであることの他にも粉状の鉄鉱石を直接利用できること、還元時には鉄鉱石と還元剤が近接配置されているため、鉄鉱石中の酸化鉄を高速還元でき

ること、還元して得られる製品中の炭素含有量を容易に調整できることといった利点を有している。

[0006] しかし上記還元鉄製造プロセスで得られる還元鉄には、原料として用いられる鉄鉱石等の酸化鉄源や石炭等の炭素質還元剤に含まれる CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 といった脈石成分がスラグとして混入するため、還元鉄の品位は低くなるという問題がある。そのため得られた還元鉄は、例えば、電気炉で溶解し、スラグを分離除去する必要がある。また、還元鉄に含まれるスラグ量が増加すると、精錬時における還元鉄の歩留まりが低下する。従って上記還元鉄としては、スラグ含有量が少なく、鉄純度が高いものが求められている。

[0007] 上記還元鉄の鉄純度を高めるには、原料として鉄純度の高い酸化鉄源を用いることが有効である。しかし鉄鋼の生産量は世界的に増大している一方で、高品位鉄鉱石の採掘量は減少の傾向にあるため、鉄純度の低い鉄鉱石を使用できることが望ましい。

[0008] ところが原料として低品位鉄鉱石を用いると、鉄鉱石中に含まれる脈石起因のスラグが増加するため、塊成物への伝熱が阻害され、還元鉄の生産性が低下する。そこで鉄成分の含有量が高い酸化鉄はもとより鉄成分の含有量が比較的低い鉄鉱石等からでも、鉄純度の極めて高い金属鉄を、固形金属鉄または溶融金属鉄として製造する方法が特許文献1に提案されている。この方法は、加熱還元により、内部に酸化鉄が実質的に存在しなくなるまで還元を進めると共に、内部に脈石成分からなる生成スラグおよび金属鉄を凝集させ、金属鉄とスラグとを溶融分離するものである。

[0009] 金属鉄とスラグとの溶融分離を短時間で行い、品位の高い金属鉄を製造する方法としては、特許文献2が提案されている。この文献には、炭材内装酸化鉄成形体の原料に含まれる CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 の含有比率を調整してこれらの脈石成分からなる生成スラグの融点を 1400°C 以下に下げることによって、金属鉄とスラグの溶融分離を促進する技術が開示されている。また、この文献には、原料中の CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 の含有比率を調整して

生成スラグの融点を下げるために、 CaSiO_3 を配合することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開平9－256017号公報

特許文献2：特開平11－199911号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 上記特許文献1によれば、鉄純度の高い金属鉄を、固形金属鉄もしくは熔融金属鉄として得ることができるが、金属鉄の回収率で評価される歩留まりの向上について更なる改善の余地がある。一方、上記特許文献2には、塊成物に CaSiO_3 を配合することが記載されているが、この CaSiO_3 の固相線温度は 1545°C であるため、スラグの融点を降下させる効果は弱く、金属鉄とスラグの溶融分離が充分に行われなかった。

[0012] また、 SiO_2 および Al_2O_3 は、共に、鉄鉱石に含まれる脈石を代表する成分であるが、これらの脈石量が増加すると、反応の際のスラグ量が多くなり、金属鉄が移動し難くなるため、金属鉄の凝集が阻害される。特に SiO_2 は、融点調整剤として配合する CaO と結合して高融点の $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ を形成し、また Al_2O_3 については、溶融スラグ中の SiO_2 や MgO と結合してムライト($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)やスピネル($\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)等の高融点鉱物を形成するため、スラグの溶融が遅くなり、金属鉄の凝集を阻害する。

[0013] 本発明は上記の様な事情に着目してなされたものであり、その目的は、塊成物を加熱して還元鉄を製造するにあたり、還元鉄の歩留まりを高めて生産性を向上する手法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 上記課題を解決することのできた本発明に係る粒状還元鉄の製造方法とは

、酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤を含む混合物を塊成化する工程と、得られた塊成物を加熱して、該塊成物中の酸化鉄を還元および溶融する工程を含み、前記塊成物として、該塊成物中の $T.Fe$ 量、 CaO 量、 SiO_2 量、 Al_2O_3 量、 MgO 量、および CaF_2 量に基づいて下記式（１）で算出される X 値が $370\text{ kg} / \text{ton}$ 以下で、且つ該塊成物中の CaO 量、 SiO_2 量、および Al_2O_3 量に基づいて下記式（２）で算出される Y 値が 0.5 以上のものを用いる点に要旨を有している。但し、式中、（ ）は、塊成物中の各成分の含有量（質量％）を示している。

$$X = 1000 \times [(CaO) + (SiO_2) + (Al_2O_3) + (MgO) + (CaF_2)] / (T.Fe) \quad \cdots (1)$$

$$Y = (CaO) / [(SiO_2) + (Al_2O_3)] \quad \cdots (2)$$

[0015] 前記塊成物の加熱は、 1300°C 以上の温度で行うことが好ましい。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、塊成物を加熱して還元鉄を製造するにあたり、 SiO_2 含有量や Al_2O_3 含有量の多い鉄鉱石あるいは塊成物を用いても、塊成物の成分組成に基づいて上記式（１）で算出される X 値および上記式（２）で算出される Y 値を適切に制御しているため、例えば、ムライト（ $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ）やスピネル（ $MgO \cdot Al_2O_3$ ）、ダイカルシウムシリケート（ $2CaO \cdot SiO_2$ ）などの高融点鉱物が形成するのを抑制できる。即ち、塊成物に含まれる SiO_2 や Al_2O_3 などのスラグ量が多くなると、還元鉄の歩留まりが低下することは知られているが、塊成物の成分組成に基づいて算出される上記 X 値に加えて、 SiO_2 量および Al_2O_3 量を考慮した Y 値も制御すれば、高融点鉱物を多量に形成することが無いため、スラグが速やかに溶融し、還元鉄の凝集が促進されることが明らかとなった。その結果、還元鉄の歩留まりが向上し、生産性を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は、 X 値と歩留まりとの関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0018] 本発明者らは、酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤を含む塊成物を加熱して還元鉄を製造するにあたり、還元鉄の歩留まりを向上させて生産性を高めるために鋭意検討を重ねてきた。その結果、上記塊成物として、

(1) 該塊成物中の T. F e 量 (全鉄量) に対するスラグ量を制御すれば、還元鉄の凝集を促進でき、還元鉄の歩留まりが向上して生産性が高くなること、

(2) また、該塊成物中の C a O 量、S i O₂ 量、および A l₂ O₃ 量に基づいて算出される Y 値 { (C a O) / [(S i O₂) + (A l₂ O₃)] } を適切に制御すれば、加熱時に高融点鉱物が形成されるのを抑制できるため、スラグが速やかに熔融し、スラグの熔融が促進されることによって還元鉄の凝集が促進され、還元鉄の歩留まりが向上し、生産性が高くなること、を見出し、本発明を完成した。

[0019] まず、塊成物中の T. F e 量に対するスラグ量について説明した後、塊成物の成分組成に基づいて算出される Y 値について説明する。

[0020] 塊成物を加熱したときに生成するスラグ量が増加すると、還元鉄の凝集が阻害されるため、還元鉄の歩留まりが低下する。そこで本発明では、塊成物中に含まれる T. F e 量と、塊成物中に含まれる C a O 量、S i O₂ 量、A l₂ O₃ 量、M g O 量、および C a F₂ 量の合計量で算出されるスラグを形成する成分量との量バランスを考慮し、下記式 (1) で算出される X 値を定めた。なお、塊成物には、スラグを形成する成分として、C a O 量、S i O₂ 量、A l₂ O₃ 量、M g O 量、および C a F₂ 量以外の成分が若干含まれていることがあるが、これら以外の成分は微量であるため、本発明では考慮しないこととする。

$$X = 1000 \times [(C a O) + (S i O_2) + (A l_2 O_3) + (M g O) + (C a F_2)] / (T. F e) \quad \cdots (1)$$

[0021] 本発明では、上記 X 値が 370 k g / t o n 以下となるように、酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤等の配合量を調整する。上記 X 値が 370 k g / t o n を超えると、T. F e に対するスラグ量が多くなり、還元鉄

の凝集が阻害され、歩留まりが悪くなる。その結果、還元鉄の生産性が劣化する。従って上記X値は 370 kg/t on 以下とする必要があり、好ましくは 330 kg/t on 以下、より好ましくは 300 kg/t on 以下である。上記X値は小さく、T. Feに対してスラグ量が少ない方が好ましいが、酸化鉄の還元時にはスラグは必然的に生成するため、下限は、通常、 180 kg/t on 程度である。

[0022] このように本発明では、塊成物の成分組成に基づいて算出されるX値を所定の範囲に制御しているが、本発明者らが更に検討したところ、このX値を制御するだけでは、還元鉄の生産性を充分に向上できないことが分かった。即ち、上記X値を所定の範囲に制御することによって、上記塊成物を加熱したときに生成するスラグ量を調整しても、反応中に高融点鉱物を多量に形成してしまうと、スラグの溶融が遅くなる。還元鉄の凝集は、還元鉄粒子が溶融スラグ中を移動して粒子同士が会合することによって発生するため、スラグの溶融が遅くなると還元鉄の凝集が阻害されるため、還元鉄の歩留まりが悪くなり、生産性が低下する。

[0023] 特に、近年では、上述したように、酸化鉄源として、低品位な鉄鉱石を用いることが求められており、低品位な鉄鉱石を用いると、生産性が低下する傾向が著しい。

[0024] 低品位な鉄鉱石には、 SiO_2 を多く含むものがある。 SiO_2 は融点調整剤として配合する CaO と結合し、高融点のダイカルシウムシリケート ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) を形成するため、金属鉄の凝集を阻害する成分である。

[0025] また、低品位な鉄鉱石には、 Al_2O_3 を多く含むものがある。 Al_2O_3 は、溶融スラグ中の SiO_2 や MgO と結合し、ムライト ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) やスピネル ($\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) など生成しやすい物質である。ムライトの融点は約 1850°C 、スピネルの融点は約 2135°C であり、非常に高融点である。このような高融点鉱物相が形成されると、スラグの溶融が遅くなる。スラグの溶融が遅くなると、スラグの凝集および還元鉄の凝集が促進さ

れず、製品としては使用しにくい微小サイズの還元鉄が多数発生し、生産性が低下する。

[0026] そこで本発明者らが検討したところ、塊成物中に含まれる SiO_2 量および Al_2O_3 量に着目し、下記式 (2) で定義される Y 値が 0.5 以上となるように、酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤等の配合量を調整すれば、 SiO_2 および Al_2O_3 に由来する高融点鉱物相の形成が抑制され、還元鉄の生産性を向上させることが明らかとなった。上記 Y 値は、好ましくは 0.70 以上、より好ましくは 0.90 以上である。上記 Y 値の上限は特に限定されないが、通常、1.5 程度である。

$$Y = (\text{CaO}) / [(\text{SiO}_2) + (\text{Al}_2\text{O}_3)] \quad \dots (2)$$

[0027] 以上、本発明を特徴づける塊成物中の T.Fe 量に対するスラグ量、および塊成物の成分組成に基づいて算出される Y 値について説明した。

[0028] 次に、本発明に係る還元鉄の製造方法について説明する。

[0029] 本発明に係る還元鉄の製造方法は、

酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤を含む混合物を塊成化する工程（以下、塊成化工程ということがある）と、

得られた塊成物を加熱して、該塊成物中の酸化鉄を還元および溶融する工程（以下、加熱工程ということがある）を含むものである。そして、上述したように、前記塊成物として、

該塊成物中の T.Fe 量、 CaO 量、 SiO_2 量、 Al_2O_3 量、 MgO 量、および CaF_2 量に基づいて下記式 (1) で算出される X 値が、 370 kg/t on 以下で、

該塊成物中の CaO 量、 SiO_2 量、および Al_2O_3 量に基づいて下記式 (2) で算出される Y 値が 0.5 以上のものを用いるところに特徴がある。

$$X = 1000 \times [(\text{CaO}) + (\text{SiO}_2) + (\text{Al}_2\text{O}_3) + (\text{MgO}) + (\text{CaF}_2)] / (\text{T.Fe}) \quad \dots (1)$$

$$Y = (\text{CaO}) / [(\text{SiO}_2) + (\text{Al}_2\text{O}_3)] \quad \dots (2)$$

[0030] [塊成化工程]

塊成化工程では、酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤を含む混合物を塊成化して塊成物を製造する。このとき上述したように、酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤等の配合量を調整することによって、上記X値とY値を適切に制御する。

[0031] 上記酸化鉄源としては、具体的には、鉄鉱石、砂鉄、製鉄ダスト、非鉄精錬残渣、製鉄廃棄物などの酸化鉄含有物質を用いることができる。上記酸化鉄源としては、例えば、塊成物の質量に対して、 SiO_2 を3.0～5.0質量%の範囲、 Al_2O_3 を0.2～4.0質量%の範囲で含有するものを用いることが好ましい。

[0032] 上記炭素質還元剤としては、例えば、石炭やコークスなどを用いることができる。上記炭素質還元剤は、上記酸化鉄源に含まれる酸化鉄を還元できる量の炭素を含有していればよい。具体的には、上記炭素質還元剤は、上記酸化鉄源に含まれる酸化鉄を還元できる炭素量に対して、0～5質量%の余剰または0～5質量%の不足の範囲で含有していればよい。即ち、上記炭素質還元剤は、上記酸化鉄源に含まれる酸化鉄を還元できる炭素量に対して、±5質量%の範囲で含有していればよい。

[0033] 上記酸化鉄源および炭素質還元剤を含む上記混合物には、更に融点調整剤を配合する必要がある。上記融点調整剤とは、酸化鉄源中の脈石や、炭素質還元剤中の灰分の融点を下げる作用を有する物質を意味する。即ち、上記混合物に融点調整剤を配合することによって、塊成物に含まれる酸化鉄以外の成分（特に、脈石）の融点に影響を与え、例えばその融点を降下させることができる。それにより脈石は、溶融が促進され、溶融スラグを形成する。このとき酸化鉄の一部は溶融スラグに溶解し、溶融スラグ中で還元される。溶融スラグ中で生成した還元鉄は、固体のまま還元された還元鉄と接触することにより、固体の還元鉄として凝集する。

[0034] 上記融点調整剤としては、例えば、 CaO 供給物質、 MgO 供給物質、 Al_2O_3 供給物質、 SiO_2 供給物質、蛍石（ CaF_2 ）などを用いることができ

る。上記CaO供給物質としては、例えば、CaO（生石灰）、Ca(OH)₂（消石灰）、CaCO₃（石灰石）、およびCaMg(CO₃)₂（ドロマイト）よりなる群から選ばれる少なくとも一つを用いることができる。上記MgO供給物質としては、例えば、MgO粉末、天然鉍石や海水などから抽出されるMg含有物質、MgCO₃よりなる群から選ばれる少なくとも一つを配合してもよい。上記Al₂O₃供給物質としては、例えば、Al₂O₃粉末、ボーキサイト、ベーマイト、ギブサイト、ダイアスポアなどを配合できる。上記SiO₂供給物質としては、例えば、SiO₂粉末や珪砂などを用いることができる。

[0035] 上記塊成物は、酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤以外の成分として、バインダーなどが更に配合されていてもよい。上記バインダーとしては、例えば、多糖類などを用いることができる。上記多糖類としては、例えば、コーンスターチや小麦粉等の澱粉などが挙げられる。

[0036] 上記酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤は、混合する前に予め粉砕しておくことが好ましい。例えば、上記酸化鉄源は平均粒径が10～60 μm、上記炭素質還元剤は平均粒径が10～60 μm、上記融点調整剤は平均粒径が5～90 μmとなるように粉砕することが推奨される。

[0037] 上記酸化鉄源等を粉砕する手段は特に限定されず、公知の手段を採用できる。粉砕する手段としては、例えば、振動ミル、ロールクラッシャ、ボールミルなどを用いればよい。

[0038] 上述した原料の混合は、回転容器形の混合機や固定容器形の混合機で実施される。混合機の型式としては、回転容器形には、回転円筒形、二重円錐形、V形などがあり、固定容器形には混合槽内に、例えば、鋤などの回転羽を設けたものがあるが、特にその方式には限定されない。

[0039] 上記混合物を塊成化する塊成機としては、例えば、皿形造粒機（ディスク形造粒機）、円筒形造粒機（ドラム形造粒機）、双ロール型ブリケット成型機などを用いることができる。

[0040] 上記塊成物の形状は特に限定されず、成型はペレット、ブリケット、押し出しのいずれで実施しても構わない。

[0041] [加熱工程]

加熱工程では、上記塊成化工程で得られた塊成物を加熱して、該塊成物中の酸化鉄を還元および溶融することによって還元鉄を製造する。

[0042] 上記塊成物の加熱は、例えば、電気炉や移動炉床式加熱炉で行えばよい。移動炉床式加熱炉とは、炉床がベルトコンベアのように炉内を移動する加熱炉であり、例えば、回転炉床炉やトンネル炉が挙げられる。上記回転炉床炉は、炉床の始点と終点が同じ位置になるように、炉床の外観形状が円形またはドーナツ状に設計されている。炉床上に装入された塊成物に含まれる酸化鉄は、炉内を一周する間に加熱還元されて還元鉄を生成する。従って、回転炉床炉には、回転方向の最上流側に塊成物を炉内に装入する装入手段が設けられ、回転方向の最下流側に排出手段が設けられる。即ち、上記回転炉床炉は、回転構造であるため、上記最下流側は、実際には装入手段の直上流側になる。一方、上記トンネル炉とは、炉床が直線方向に炉内を移動する加熱炉である。

[0043] 上記塊成物は、 1300°C 以上で加熱して加熱還元することが好ましい。加熱温度が 1300°C を下回ると、還元鉄やスラグが溶融しにくく、高い生産性が得られないことがある。従って加熱温度は、 1300°C 以上とすることが好ましく、より好ましくは 1400°C 以上である。なお、加熱温度が 1500°C を超えると、排ガス温度が高くなるため、排ガス処理設備が大掛かりなものとなって設備コストが増大する。従って加熱温度は 1500°C 以下とすることが好ましく、より好ましくは 1480°C 以下である。

[0044] 上記電気炉や移動炉床式加熱炉に上記塊成物を装入するに先立ち、炉床保護のために床敷材を敷くことが望ましい。上記床敷材としては、上記炭素質還元剤として例示したもの他、例えば、耐火セラミックス等の耐火性粒子を用いることができる。上記床敷材の粒径は、塊成物やその溶融物が潜り込まないように 3 mm 以下であることが好ましい。粒径の下限については、バ

ーナーの燃焼ガスによって吹き飛ばされないように0.5 mm以上であることが好ましい。

[0045] [その他]

上記加熱工程で得られた還元鉄は、副生したスラグや、必要に応じて敷かれた床敷材等と共に炉内から排出し、篩や磁選機等を用いて選別して回収すればよい。

[0046] 本願は、2013年2月20日に出願された日本国特許出願第2013-31455号に基づく優先権の利益を主張するものである。上記日本国特許出願第2013-31455号の明細書の全内容が、本願に参考のため援用される。

[0047] 以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明は下記実施例によって制限を受けるものではなく、前記および後記の趣旨に適合し得る範囲で変更を加えて実施することも勿論可能であり、それらはいずれも本発明の技術的範囲に包含される。

実施例

[0048] 酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤を含む混合物を塊成化し、塊成物を製造した。上記酸化鉄源としては鉄鉱石を用いた。上記炭素質還元剤としては炭材を用いた。上記融点調整剤としては、石灰石、ドロマイト、および蛍石を用いた。

[0049] 上記酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤に、更にバインダーとして小麦粉を約1質量%と、適量の水を混合したものを、タイヤ型造粒機を用いて平均直径が19 mmの生ペレットを造粒した。なお、上記酸化鉄源（即ち、鉄鉱石）は、生ペレットの質量に対して SiO_2 を3.0～5.0質量%、 Al_2O_3 を0.2～4.0質量%の範囲で含有するように配合した。

[0050] 得られた生ペレットを乾燥機に装入し、180℃で1時間加熱して付着水を除去して乾燥した。乾燥ペレットの成分組成を下記表1に示す。下記表1において、T.Feは全鉄量を示している。

[0051] 下記表1に示した成分組成に基づいて上記式(1)で算出されるX値と、

上記式（２）で算出されるＹ値を求めた。Ｘ値とＹ値を下記表１に併せて示す。

[0052] 次に、得られた乾燥ペレットを加熱炉に供給して１４５０℃で加熱し、ペレット中の酸化鉄を還元熔融させて還元鉄を製造した。なお、加熱炉の炉床保護のために、ペレットの投入に先立ち、炉床に最大粒径が２ｍｍ以下の炭材を敷いた。炭材としては、無煙炭を用いた。また、加熱中は、炉内に３０ＮＬ／分の流速で窒素ガスを流し、炉内は窒素雰囲気とした。

[0053] 加熱後、炉内から還元鉄を含む試料を排出し、排出物を篩分けした。篩分けには、目開きが３．３５ｍｍの篩を用い、篩上を回収した。

[0054] 上記加熱炉に装入した鉄の合計質量に対して、篩上の質量の割合を歩留まりと定義し、算出結果を下記表１に示す。本発明では、還元鉄の歩留まりが９５％以上の場合を合格とし、生産性が向上していると評価した。なお、篩上には、Ｆｅ以外に、Ｃ、Ｓｉ、Ｍｎ等も存在しているため、歩留まりは１００％を超えることもある。

歩留まり（％）＝（篩上の質量／加熱炉に装入した鉄の合計質量）×１００

[0055] また、Ｘ値と歩留まりとの関係を図１に示す。なお、図１中、点線で囲んだ◇は、乾燥ペレットのＹ値が０．５を下回った例の結果を表している。

[0056] 下記表１および図１から次のように考察できる。Ｎｏ．１～１５は、本発明で規定している要件を満足している例であり、乾燥ペレットの成分組成に基づいて算出されるＸ値およびＹ値が適切に制御されているため、還元鉄の歩留まりは９５％以上となり、還元鉄の生産性が向上した。

[0057] 一方、Ｎｏ．１６～２２は、本発明で規定している要件を満足しない例である。これらのうち、Ｎｏ．１６～２０は、乾燥ペレットの成分組成に基づいて算出されるＸ値が、本発明で規定している範囲を外れて大き過ぎるため、Ｔ．Ｆｅに対するスラグ量が多くなり、還元鉄の歩留まりは９５％を下回った。従って還元鉄の生産性は向上しなかった。一方、Ｎｏ．２１、２２は、乾燥ペレットの成分組成に基づいて算出されるＹ値が、本発明で規定している範囲を外れて低過ぎるため、還元鉄の歩留まりは９５％を下回

った。従って還元鉄の生産性は向上しなかった。

[0058] [表1]

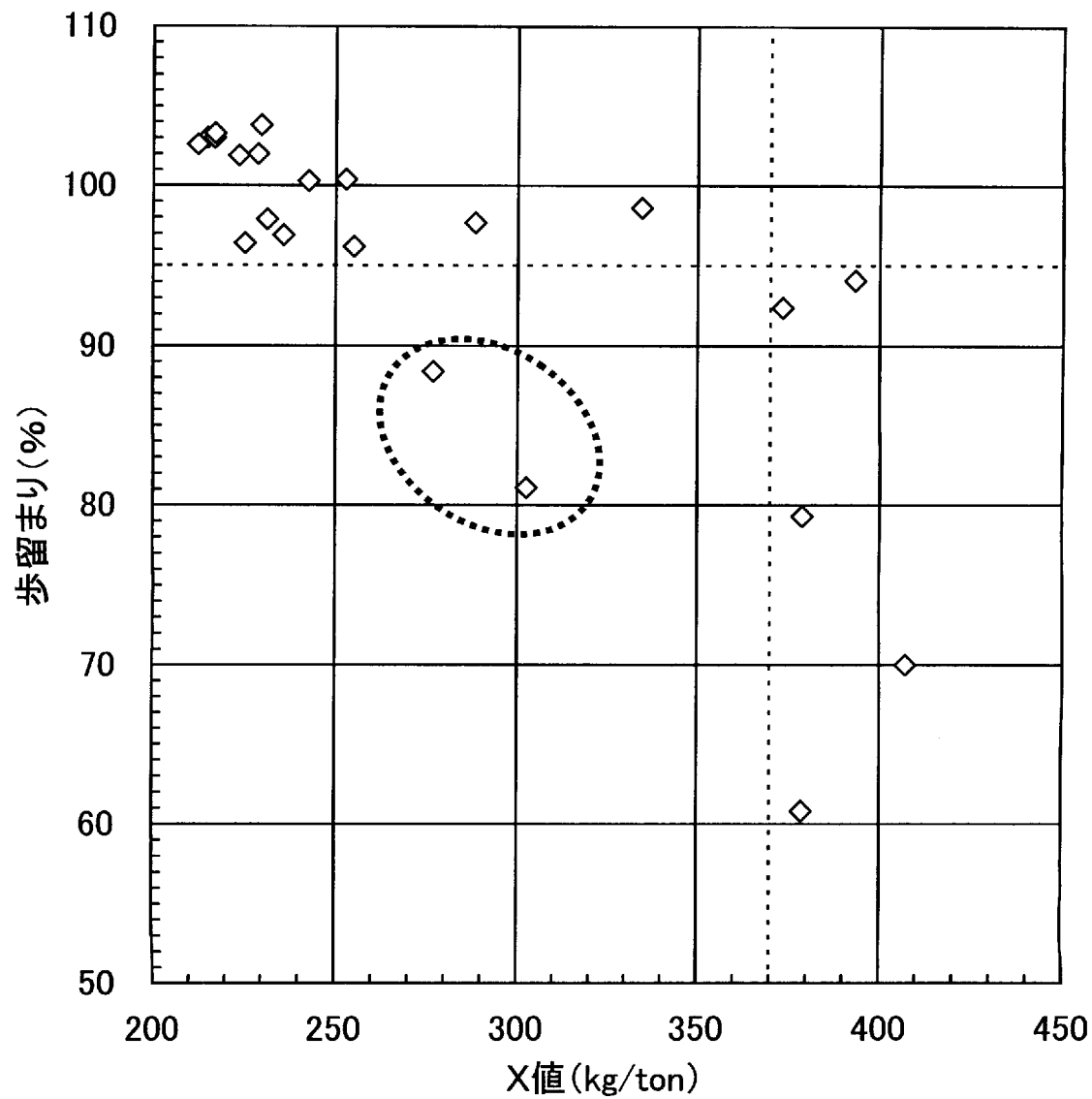
No.	化学分析値(質量%)						X値 (kg/ton)	Y値 (-)	歩留まり (%)
	T.Fe	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaF ₂			
1	46.40	4.13	3.20	1.74	0.60	0.78	225.0	0.84	96.4
2	45.17	3.82	2.97	3.29	0.55	0.78	252.7	0.61	100.4
3	46.78	4.13	3.20	1.74	0.60	0.78	223.3	0.84	101.9
4	42.51	6.57	5.03	1.07	0.57	0.98	334.5	1.08	98.6
5	47.18	5.36	4.38	0.54	0.06	0.78	235.7	1.09	96.9
6	45.18	3.21	3.00	3.31	0.47	0.98	242.5	0.51	100.3
7	47.10	4.67	4.42	0.54	0.47	0.78	231.1	0.94	97.9
8	49.09	5.79	3.85	0.42	0.38	0.78	228.6	1.36	102.0
9	49.65	4.65	3.95	0.43	0.85	0.78	214.8	1.06	103.0
10	44.70	3.82	2.97	3.27	0.55	0.78	255.0	0.61	96.2
11	49.01	5.35	3.89	0.43	0.80	0.78	229.5	1.24	103.8
12	46.85	3.47	3.23	1.76	0.50	0.98	212.2	0.70	102.6
13	49.61	5.28	3.89	0.42	0.38	0.78	216.8	1.22	103.0
14	44.07	5.00	5.18	1.10	0.44	0.98	288.3	0.80	97.7
15	49.59	5.28	3.89	0.42	0.38	0.78	216.8	1.22	103.3
16	40.88	6.03	4.77	3.83	0.67	0.78	393.2	0.70	94.1
17	39.98	5.96	4.92	3.85	0.77	0.78	407.2	0.68	70.0
18	41.29	6.28	5.15	2.49	0.94	0.78	378.8	0.82	79.3
19	39.23	5.34	4.40	3.56	0.77	0.78	378.6	0.67	60.8
20	40.21	5.26	4.26	3.54	0.98	0.98	373.3	0.67	92.4
21	42.12	3.17	4.47	3.73	0.60	0.78	302.5	0.39	81.1
22	43.19	2.34	4.50	3.79	0.55	0.78	276.8	0.28	88.4

請求の範囲

- [請求項1] 酸化鉄源、炭素質還元剤、および融点調整剤を含む混合物を塊成化する工程と、
得られた塊成物を加熱して、該塊成物中の酸化鉄を還元および熔融する工程を含み、
前記塊成物として、
該塊成物中のT. Fe量、CaO量、SiO₂量、Al₂O₃量、MgO量、およびCaF₂量に基づいて下記式（1）で算出されるX値が370kg／ton以下で、且つ
該塊成物中のCaO量、SiO₂量、およびAl₂O₃量に基づいて下記式（2）で算出されるY値が0.5以上のものを用いることを特徴とする還元鉄の製造方法。
$$X = 1000 \times [(CaO) + (SiO_2) + (Al_2O_3) + (MgO) + (CaF_2)] / (T. Fe) \quad \dots (1)$$
$$Y = (CaO) / [(SiO_2) + (Al_2O_3)] \quad \dots (2)$$

[但し、式中、（ ）は、塊成物中の各成分の含有量（質量％）を示している。]
- [請求項2] 前記塊成物の加熱を1300℃以上の温度で行う請求項1に記載の製造方法。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/052098

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21B13/10(2006.01)i, C21B13/12(2006.01)i, C22B1/244(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C21B11/00-C21B13/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2012-107271 A (Kobe Steel, Ltd.), 07 June 2012 (07.06.2012), paragraphs [0049] to [0079]; fig. 1 to 5 & WO 2012/066899 A1	1-2
X	JP 2011-252226 A (Kobe Steel, Ltd.), 15 December 2011 (15.12.2011), paragraphs [0069] to [0079] & US 2013/0055853 A1 & WO 2011/138954 A1	1-2
A	JP 11-199911 A (Kobe Steel, Ltd.), 27 July 1999 (27.07.1999), entire text; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 March, 2014 (25.03.14)

Date of mailing of the international search report
01 April, 2014 (01.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C21B13/10(2006.01)i, C21B13/12(2006.01)i, C22B1/244(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C21B11/00-C21B13/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2012-107271 A（株式会社神戸製鋼所）2012.06.07, [0049]-[0079], 図 1-5 & WO 2012/066899 A1	1-2
X	JP 2011-252226 A（株式会社神戸製鋼所）2011.12.15, [0069]-[0079] & US 2013/0055853 A1 & WO 2011/138954 A1	1-2
A	JP 11-199911 A（株式会社神戸製鋼所）1999.07.27, 全文, 図 1-2 (ファミリーなし)	1-2

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 5 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 4 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

酒井 英夫

4 E

9 6 3 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 5