(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
2013 年 4 月 18 日(18.04.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/054471 A1

(51) 国際特許分類:
C22B 1/16 (2006.01) *B03B 5/28* (2006.01)
B02C 19/22 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/005794

(22) 国際出願日: 2012 年 9 月 12 日(12.09.2012)

(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 2011-224172 2011 年 10 月 11 日(11.10.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日鐵住金株式会社 (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山口 泰英 (YAMAGUCHI, Yasuhide) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 上城 親司 (KAMIJO, Chikashi) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP). 川口 尊三 (KAWAGUCHI, Takazo) [JP/JP]; 〒1008071 東京都千代田区丸の内二丁目６番１号 新日鐵住金株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 森 道雄, 外 (MORI, Michio et al.); 〒6600892 兵庫県尼崎市東難波町五丁目１７番２３号森道雄特許事務所 Hyogo (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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, 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.

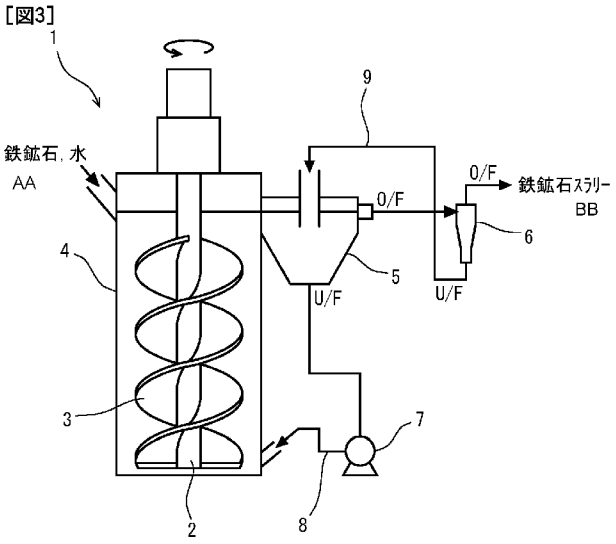
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) **Title**: METHOD FOR GRANULATION OF SINTERING RAW MATERIAL

(54) 発明の名称 : 焼結原料の造粒方法

[図3]



AA Iron ore, water
BB Iron ore slurry

(57) **Abstract**: This method for granulation of sintering raw material includes wet pulverization of iron ore using a vertical pulverizer having a pulverization unit formed from a cylindrical vessel provided with screw blades on a vertical central shaft that is driven rotatably, a sorting unit that sorts by the action of gravity and centrifugal force, and a circulation unit that circulates the underflow that has been sorted by the sorting unit to the cylindrical vessel of the pulverization unit, and granulation after adding an iron ore slurry from this wet pulverization to all or part of a sintering raw material. By using the sintering raw material granulated by this method, high quality fine powdered iron ore of a specific brand such as Pellet Feed can be mixed in with large amounts, and even when the proportion of fine powder in the sintering raw material is increased, air permeability of the filling layer can be assured and productivity for sintered ore can be maintained inexpensively.

(57) 要約: この焼結原料の造粒方法は、回転駆動する鉛直中心軸にスクリュー翼を備えた円筒容器からなる粉砕部と、重力および遠心力の作用により分級する分級部と、分級部で分級したアンダーフローを粉砕部の円筒容器に循環させる循環部と、を有する竪型粉砕機を用いて鉄鉱石を湿式粉砕し、この湿式粉砕してなる鉄鉱石スラリーを焼結原料の全部または一部に添加して造粒することを含む。この方法で造粒された焼結原料を用いることにより、ペレットフィードといった特定銘柄の高品位な微粉鉄鉱石を多量に配合し、焼結原料の微粉比率が増加する場合であっても、充填層の通気性を確保でき、焼結鉱の生産性を安価に維持することができる。

WO 2013/054471 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 焼結原料の造粒方法

技術分野

[0001] 本発明は、高炉で使用される焼結鉱を製造する際の焼結原料の造粒方法に関し、特に、焼結原料として難造粒性の微粉鉄鉱石の配合比率を増加させる場合でも、焼結鉱の生産性を安価に維持することができる焼結原料の造粒方法に関する。

背景技術

[0002] 一般に、高炉で鉄源として使用される焼結鉱は、次のようにして製造される。種々の銘柄の鉄鉱石と、石灰石などの副原料と、粉コークスなどの炭材と、返鉱（焼結された原料である焼結ケーキを破砕し、篩にかけて、篩下として得られる粒子）を予め定められた比率で配合して焼結原料とし、この焼結原料に水分を添加し、混合、調湿および造粒処理を施す。これにより、焼結原料は、３～５ｍｍ程度の比較的大きな粒子を核とし、この核粒子の周囲を、核粒子よりも細かくて「付着粉」と呼ばれる１ｍｍ以下の粒子が取り巻いた、擬似的な粒子（以下、「擬似粒子」とも言う）に造粒される。

[0003] 造粒された焼結原料は、焼結機のパレット上に装入され、パレット上で焼結原料充填層（以下、単に「充填層」とも言う）を形成する。充填層は、焼結機の点火炉でその上部表面に着火され、これにより、充填層内に存在する炭材の燃焼が開始し、炭材の燃焼部分は燃焼帯を形成する。燃焼帯は、充填層が下方から吸引されているため、充填層の上部から下部に向かって次第に移行する。燃焼帯では、燃焼熱によって周囲の擬似粒子が昇温されて部分的に溶融し、その融液により擬似粒子間が架橋されて焼結する。これにより、充填層は最終的に焼結ケーキとなる。焼結ケーキは、焼結機から排鉱され、クラッシャーにより破砕され、篩で整粒され、篩上が焼結鉱となり、篩下は返鉱として焼結原料に戻される。

[0004] ところで、焼結鉱の鉄品位は高炉の操業成績に深く係わり、さらに、環境

保全の観点から高炉で排出されるCO_2量の削減が強く求められる状況からして、高品位な焼結鉱を製造することは重要である。しかし、近年、焼結原料としての高品位な粉鉄鉱石は枯渇してきている。このような状況から、焼結鉱の鉄品位を維持するためには、高品位な粉鉄鉱石の代わりに高品位な微粉鉄鉱石を多量に使用するのが今後の焼結鉱の製造形態であると予想される。

[0005] ここでいう高品位な微粉鉄鉱石とは、ＪＩＳ(Japanese Industrial Standards) Ｍ ８７１６に規定される鉄鉱石の粒度分布測定法に基づき、篩目が２５０μｍの篩で篩ったときの篩下（粒子径が２５０μｍ以下）の比率が８０質量％以上であって、Ｔ．Ｆｅ（全鉄）が６０質量％以上である鉄鉱石のことを指す。具体的な例としては選鉱処理により鉄品位を向上させたペレットフィード鉄鉱石が挙げられる。このような高品位な微粉鉄鉱石は、以下では、単に、「ペレットフィード」ともいう。

[0006] しかし、焼結鉱の製造において、ペレットフィードの使用量を単純に多くすると、焼結原料の微粉比率が増加し、擬似粒子を焼結機のパレットに装入する際に充填層に形成される空隙が、造粒されることなくそのまま残存した微粉で閉塞されるので、充填層の通気性が阻害される。その結果、燃焼帯が上部から下部に向かって移行する速度である焼成速度が低下し、焼結鉱の生産性が悪化する。

[0007] 従来、焼結原料における微粉比率の増加に伴う生産性の悪化に対しては、例えば下記の非特許文献１に記述されるように、生石灰の添加で対応している。しかし、同文献に記述される通り、生石灰による付着粉の着粉率向上効果は、生石灰の配合率が２質量％までは顕著であるが、それを超えて配合しても殆ど変化しない。また、生石灰は、工業的に石灰石を９００℃以上に加熱することで生産されるため、製造に高エネルギーを必要とし、コストが高い。そのため、生石灰の使用量はできる限り抑制するのが望ましい。

[0008] そこで、焼結原料における微粉比率の増加に対応し、生石灰によらない、または生石灰の使用量を抑制する技術の開発が行われている。その具体的な技術は、例えば下記の特許文献１～５に提案されている。

[0009] 特許文献１には、造粒性の劣る鉄系原料として集塵ダスト、砂鉄、マラマンバ鉱石、およびペレットフィードのうちの少なくとも一種を全焼結原料中に３０質量％以上配合し、その鉄系原料に界面活性剤を含有する水分を添加して、他の焼結原料と共に造粒する焼結鉱の製造方法が記載されている。この方法によれば、上記した造粒性の劣る鉄系原料粒子の濡れ性が改善され、その結果として、焼結鉱の造粒および生産性が改善されるとしている。

[0010] しかし、界面活性剤は上記の生石灰と同様に高価であり、ペレットフィードを多量に配合した場合、界面活性剤の使用量も必然的に多くなる。このため、特許文献１に記載された方法では、ペレットフィードの多量配合による微粉比率の増加への対応を安価に達成することは困難である。

[0011] 特許文献２には、生石灰を湿式粉砕して製造した消石灰スラリーを、造粒機内の焼結原料に噴霧して添加する焼結原料の造粒方法が記載されている。この方法によれば、生石灰を乾式粉砕して添加するよりも焼結鉱の生産性が向上するとしている。

[0012] しかし、消石灰スラリーの原料は生石灰であるため、特許文献２に記載された方法でペレットフィードを多量に配合した場合、消石灰スラリー、ひいては生石灰の使用量も必然的に多くなり、コストの悪化は避けられない。

[0013] 特許文献３には、焼結原料の一部を予め造粒する選択造粒工程において、ポリアクリル酸などの高分子化合物、および炭酸カルシウムなどの平均粒径が２００μｍ以下の微粒子のうちの少なくとも一方を添加して、難造粒性のマラマンバ鉱石やペレットフィードなどを造粒し、その後に、残りの焼結原料と混合する焼結原料の造粒方法が記載されている。

[0014] しかし、高分子化合物や炭酸カルシウムは上記の生石灰と同様に高価であり、特許文献３に記載された方法でペレットフィードを多量に配合した場合、コストの悪化は避けられない。

[0015] 特許文献４には、焼結原料粒子に、バインダーとして平均粒径が１０μｍ以下の鉄鉱石超微粉を２～１５質量％の範囲内で添加混合し、その原料粒子を成形する方法が記載されている。この方法では、平均粒径が１０μｍ以下

の鉄鉱石超微粉として、単に鉄鉱石の山元において発生する選鉱残渣である尾鉱を用いるとしている。

[0016] しかし、尾鉱は山元で発生するものであるため、バインダーとして必要な量を如何に安定して供給できるか不明である。また、尾鉱の他に鉄鉱石超微粉を得る具体的な方法も不明である。これらのことから、特許文献４に記載された方法は実現性に乏しい。

[0017] 特許文献５には、鉄鉱石を含む焼結原料をローラープレス破砕機で圧縮破砕した後、ポリアクリル酸系の分散剤を添加して造粒する焼結原料の造粒方法が記載されている。この方法では、焼結原料をローラープレス破砕機で処理することにより、バインダーである粒度４５μｍ以下の超微粒子を大量に得ることができ、造粒時に擬似粒子化を効率良く行えるとともに、造粒物の強度が向上するとしている。

[0018] しかし、特許文献５に記載された方法では、ローラープレス破砕機で乾式粉砕した超微粒子を、ポリアクリル酸系の分散剤を添加することで水中に分散させており、分散剤の使用によるコスト悪化が避けられず、更なる改善の余地がある。

先行技術文献

特許文献

[0019] 特許文献1：特開２００４－１８３０３１号公報

特許文献2：特開昭６２－５６５３３号公報

特許文献3：特開２００５－０９７６８６号公報

特許文献4：特開２００９－１４４２４０号公報

特許文献5：特開２００７－１６２１２７号公報

非特許文献

[0020] 非特許文献1：佐藤武夫、外４名、「浮選」、１９８５年、Ｖｏｌ．３２、Ｎｏ．２、ｐ．８４－９０

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0021] 本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、ペレットフィードといった特定銘柄の高品位な微粉鉄鉱石を多量に配合し、焼結原料の微粉比率が増加する場合であっても、充填層の通気性を確保でき、焼結鉱の生産性を安価に維持することができる焼結原料の造粒方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0022] 上記の目的を達成するため、本発明の焼結原料の造粒方法は、鉄鉱石、炭材、副原料および返鉱を配合して焼結原料とし、当該焼結原料を混合、調湿および造粒処理するに際して、回転駆動する鉛直中心軸にスクリュー翼を備えた円筒容器からなる粉砕部と、重力および遠心力の作用により分級する分級部と、分級部で分級したアンダーフローを粉砕部の円筒容器に循環させる循環部と、を有する竪型粉砕機を用いて鉄鉱石を湿式粉砕し、この湿式粉砕してなる鉄鉱石スラリーを焼結原料の全部または一部に添加して造粒することを特徴とする。

[0023] この造粒方法において、前記焼結原料は、粒子径２５０μｍ以下の比率が８０質量％以上であってＴ．Ｆｅ（全鉄）を６０質量％以上含有する特定銘柄の微粉鉄鉱石を、少なくとも全焼結原料中に１３．２０質量％よりも高く２０．００質量％以下で含有しており、この焼結原料の全部、またはこの焼結原料の一部であって当該微粉鉄鉱石を５０質量％以上含む部分に、前記鉄鉱石スラリー中の鉄鉱石のうちで粒子径が１０μｍ以下である極微粒子の量が、前記微粉鉄鉱石１．０質量％に対して０．０１質量％以上となるように、前記鉄鉱石スラリーを添加して造粒することが好ましい。

[0024] ここでいう特定銘柄の微粉鉄鉱石は、例えば、高品位な南米産のペレットフィードが該当する。

発明の効果

[0025] 本発明の焼結原料の造粒方法によれば、竪型粉砕機を用いて鉄鉱石を湿式粉砕し、これにより得られた１０μｍ以下の鉄鉱石の極微粒子が懸濁してい

るスラリーを、造粒のバインダーとして焼結原料に添加することで、高品質の微粉鉄鉱石としてペレットフィードを多量に配合しても焼結生産性を維持することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]図１は、ペレットフィードおよび粉鉄鉱石の粒度分布をそれぞれ示す図である。

[図2]図２は、粉砕機で粉砕された鉄鉱石の走査電子顕微鏡（ＳＥＭ）による観察写真である。

[図3]図３は、本発明の焼結原料の造粒方法で鉄鉱石スラリーを製造するために用いるタワーミルの全体構成を示す模式図である。

[図4]図４は、極微粒子の添加比率を変更して製造した粗大擬似粒子の圧壊強度試験結果を示す図である。

[図5]図５は、本発明の実施例における造粒系統の構成を示す図である。

[図6]図６は、鍋焼結試験による焼結鉱の生産率の評価結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下に、本発明の焼結原料の造粒方法について、本発明を完成するに至った経緯、および本発明の好ましい態様を説明する。

[0028] まず、本発明者らは、粒子径が１０μｍ以下の鉄鉱石の極微粒子（以下、単に「極微粒子」とも言う）が、造粒におけるバインダーとなるという知見に着目した。極微粒子が造粒においてバインダーとして働く詳細なメカニズムは、以下の通りである。

[0029] 焼結原料の造粒では、３～５ｍｍ程度の比較的大きな粒子を核とし、この核粒子の周囲を、核粒子よりも細かくて付着粉と呼ばれる１ｍｍ以下の粒子が取り巻いて、擬似粒子を形成する。核粒子と付着粉とを結合するバインダーの役目を担うのは、添加された水分（以下、「添加水分」とも言う）であり、この添加水分は混合・攪拌・造粒の過程で核粒子と付着粉との間に入り込んで両者を結合する。

[0030] 一方、焼結原料に含まれる粒子径が１０μｍ以下の極微粒子は、添加水分

中に懸濁した場合に水と共に自由に移動することができるので、添加水分と一緒に核粒子と付着粉との間に入り込む。こうして、極微粒子が核粒子と付着粉との間を埋めて架橋を形成するので、擬似粒子の強度が増加するのである。

[0031] このメカニズムによる強度上昇は、核粒子と付着粉とからなる擬似粒子だけでなく、核粒子を含まずに全量が１ｍｍ以下の粒子からなる擬似粒子（以下、「Ｐ型擬似粒子」と言う）においても発現すると推察される。ただし、このようなＰ型擬似粒子の製造では、バインダーである極微粒子も大量に必要となること、Ｐ型擬似粒子が通常の擬似粒子と比べて焼結機のパレット上に装入した際の衝撃で崩壊しやすいことなどを鑑みると、核粒子と付着粉とからなる擬似粒子の造粒に極微粒子を添加するのがより望ましい。

[0032] ここで、本発明者らは、ペレットフィードの性状を調査したところ、ペレットフィードは、粒子径が２５０μｍ以下の粒子を８０質量％以上含む微粉原料である一方、１０μｍ以下の極微粒子をほとんど含んでいないことを突き止めた。ペレットフィードは、山元で選鉱処理、具体的には粉砕、磨鉱、水洗、浮選などの処理を行って鉄品位を向上させており、その過程で極微粒子が取り除かれているためである。

[0033] 従って、ペレットフィードの配合によって造粒性が悪化し得る。具体的には、擬似粒子を焼結機のパレット上に装入する際に充填層に形成される空隙が、造粒されることなくそのまま残存した微粉で閉塞され、充填層の通気性が阻害される。その原因は、ペレットフィードにはバインダーとなる極微粒子が不足するところが大きいことによる。

[0034] 図１は、ペレットフィード（ＰＦ．Ａ）および粉鉄鉱石３銘柄（ＳＦ．Ａ、ＳＦ．Ｂ、ＳＦ．Ｃ）の粒度分布をそれぞれ示す図である。粒度分布は、粒子径が２５０μｍを超える粒子については、ＪＩＳ　Ｍ　８７１６に規定される鉄鉱石の湿式篩い分け法で測定し、粒子径が２５０μｍ以下の粒子については、湿式篩い分け法による測定で発生した２５０μｍ以下の粒子を含有する分別水を回収し、この分別水をＪＩＳ　Ｒ　１６２９で規定されるレ

ーザー回折・散乱法で測定した。

[0035] 図１に示すように、ＰＦ．Ａは、１０μｍより大きく２５０μｍ以下の粒子を８８．２％含んでいるが、１０μｍ以下の極微粒子は０．１％とほとんど含んでいない。一方、粉鉄鉱石はいずれも、１０μｍより大きく２５０μｍ以下の粒子の含有率は１０～２０％程度でＰＦ．Ａと比べて少ないにもかかわらず１０μｍ以下の極微粒子を１０～１５％程度含んでいる。

[0036] また下記表１にＰＦ．Ａの成分を示す。Ｔ．Ｆｅを６０％以上含んでおり、高品位である。

[0037] [表1]

表１

	組成[質量%]						
	T.Fe	FeO	CaO	SiO_2	Al_2O_3	MgO	CW
PF.A(ペレットフィード)	67.59	0.3	0.05	1.53	0.43	0.02	0.93

[0038] 以上のことから、高品位の微粉鉄鉱石であるペレットフィードを多量に配合する場合であっても、１０μｍ以下の極微粒子を添加してバインダーとすることで、充填層の通気性を確保でき、焼結鉱の生産性を維持できるとの考えに至った。

[0039] また、上述した極微粒子のバインダー効果の発現メカニズムを鑑みるに、極微粒子は、添加水分と良く混ざり合っていることが重要であると言える。

[0040] 前述したように、特許文献３では炭酸カルシウムなどを、特許文献４では尾鉱を、特許文献５ではローラープレスを用いて粉砕した鉄鉱石を、それぞれ極微粒子を含有するバインダーとして用いている。しかし、これらの方法による場合に、極微粒子をバインダーとして十分な効果を発揮させるには、例えば高分子の分散剤を添加するなどして、極微粒子を水中に良く分散させて懸濁させる工程が不可欠になると推察される。

[0041] そこで、本発明者らは、極微粒子の添加形態として、鉄鉱石の極微粒子を水中に懸濁させたスラリー（以下、「鉄鉱石スラリー」とも言う）を予め製造し、この鉄鉱石スラリーを焼結原料に添加する形態が安価にバインダー効果を得られる最良のものであると判断した。

[0042] 鉄鉱石スラリーの製造方法は、湿式粉砕が良い。これにより、鉄鉱石の粉砕と、粉砕した鉄鉱石の極微粒子の水中への懸濁を同時に行うことができ、分散剤を添加せずとも極微粒子と水とが良く混ざり合った状態となる。乾式粉砕の場合は、粉砕により得られた極微粒子をさらに水中に懸濁させるために混錬・捏和工程が別途必要となる。

[0043] 以上より、粉鉄鉱石を湿式粉砕により粉砕し、粉砕により得られた１０μｍ以下の鉄鉱石の極微粒子が懸濁しているスラリーを焼結原料に添加することにより、ペレットフィードを多量に配合し、焼結原料の微粉比率が増加する場合であっても、充填層の通気性を確保でき、焼結鉱の生産性を安価に維持することができることを見出した。

[0044] １．粉砕機で粉砕されてなる鉄鉱石粒子の性状

図２は、粉砕機で粉砕された鉄鉱石の走査電子顕微鏡（ＳＥＭ）による観察写真である。同図（ａ）および（ｂ）は、前記特許文献５に記載されているボールミルによって粉砕した場合を、同図（ｃ）および（ｄ）は、同文献に記載されているローラープレスによって粉砕した場合を、それぞれ比較例として示している。同図（ｅ）および（ｆ）は、本発明例として、後述するタワーミルによって粉砕した場合を示している。それぞれの倍率は、図２（ａ）、（ｃ）および（ｅ）が５００倍であり、図２（ｂ）、（ｄ）および（ｆ）が３０００倍である。

[0045] 図３は、本発明の焼結原料の造粒方法で鉄鉱石スラリーを製造するために用いるタワーミルの全体構成を示す模式図である。同図に示すように、タワーミル１は、竪型の湿式粉砕機であり、大きくは、粉砕部と、分級部と、循環部とから構成される。粉砕部は、回転駆動する鉛直中心軸２に二重螺旋状のスクリュー翼３を備えた円筒容器４からなり、円筒容器４内には、粉砕媒体として鉄球が装入される。分級部は、円筒容器４の上部側面に接続された水簸槽５、および水簸槽５に接続されたサイクロン分級装置６からなる。循環部は、水簸槽５の下部から循環ポンプ７を経て円筒容器４の下部へ繋がる配管８、およびサイクロン分級装置６の下部から水簸槽５の上部に繋がる配

管９からなる。

[0046] 粉砕対象である鉄鉱石は、水と共に円筒容器４の上部から投入される。投入された鉄鉱石は円筒容器４の下部に落下し、円筒容器４内の鉄球と共に、鉛直中心軸２の回転駆動に伴うスクリュー翼３の回転によって円周方向に回転する運動、スクリュー翼３によって持ち上げられて上方に巻き上げられる運動、および自重によって下方に落下する運動を繰り返す。これらの複合的な運動により、鉄鉱石同士あるいは鉄鉱石と鉄球との間に剪断力や圧縮力が作用し、鉄鉱石が粉砕（破砕）される。

[0047] 円筒容器４内において、鉄鉱石は、粉砕が進行して粒度が次第に小さくなり、自重によって水中を落下する速度よりもスクリュー翼３の回転によって上方に巻き上げられる速度が大きくなると、円筒容器４内に満たされている水に懸濁してスラリー状になり、円筒容器４の上部側面の水簸槽５に流れ込む。

[0048] 水簸槽５に流れ込んだ鉄鉱石スラリーは、重力の作用によって粗分級される。このとき、分級された粗粒の鉄鉱石スラリーは、アンダーフロー（図３中の「Ｕ／Ｆ」参照）として水簸槽５の下部から配管８へ流れ込み、循環ポンプ７を経て円筒容器４の下部に戻されて再度粉砕される。一方、細粒の鉄鉱石スラリーは、オーバーフロー（図３中の「Ｏ／Ｆ」参照）としてサイクロン分級装置６へ流れ込む。

[0049] サイクロン分級装置６に流れ込んだ鉄鉱石スラリーは、遠心力の作用によってさらに細かく分級される。このとき、分級された粗粒の鉄鉱石スラリーは、アンダーフロー（図３中の「Ｕ／Ｆ」参照）として配管９を通じて水簸槽５の上部へ戻され、一方、細粒の鉄鉱石スラリーは、オーバーフロー（図３中の「Ｏ／Ｆ」参照）としてタワーミル１の系外に排出される。そして、系外に排出された鉄鉱石スラリーの分、新たに鉄鉱石と水が円筒容器４に投入される。また、粉砕媒体である鉄球は徐々に摩耗するため、適宜、鉄鉱石と共に円筒容器４に投入されて補充される。

[0050] 以上のプロセスにより、タワーミル１は、造粒におけるバインダーとなる

鉄鉱石の極微粒子を、水中に懸濁したスラリーとして連続的に供給することが可能である。ここで、水簸槽５とサイクロン分級装置６との間などの各装置間や、サイクロン分級装置６からのオーバーフローの出口には、投入量と排出量とのバランスをとるために、鉄鉱石スラリーを一時的に貯めておくスラリータンクを設置してもよい。

[0051] 前記図２（ａ）、（ｃ）、（ｅ）に示す観察写真を比較すると、タワーミルによって粉砕された鉄鉱石は、ボールミルおよびローラープレスによって粉砕された鉄鉱石と比べ、粒子径が顕著に小さいことが分かる。上述したように、タワーミルを用いた場合、鉄鉱石は、円周方向だけでなく垂直方向にも攪拌され粉砕される。そのため、例えばタワーミル以外の代表的な湿式粉砕機であるボールミルのように、容器の回転運動に伴う円周方向の攪拌のみで粉砕される場合と比較し、粒子同士の剪断力や圧縮力が強く作用する。その結果、タワーミルによって粉砕された鉄鉱石は、他の粉砕機による場合と比較して粒子径が顕著に小さくなると推察される。

[0052] また、核粒子と付着粉との間に入り込み架橋となるという極微粒子のバインダー効果の発現メカニズムを鑑みるに、極微粒子の形状は凹凸が多い方が核粒子と付着粉との間に入り込んだ際のバインダー効果が高いと推察される。この点、前記図２（ｂ）、（ｄ）、（ｆ）に示す観察写真を比較すると、タワーミルによって粉砕された鉄鉱石の表面は、ボールミルによって粉砕された鉄鉱石と比較して凹凸の多い形状をしている。

[0053] 以上より、タワーミルによって粉砕された鉄鉱石スラリーは、造粒における良好なバインダーとなる性状を有していることが観察された。

[0054] ２．造粒物の強度

下記表２に示す通りの割合で、高品位の微粉鉄鉱石としてペレットフィード（ＰＦ．Ａ）を配合した焼結原料を４つ準備し、それぞれに対して比率の異なる極微粒子を添加して、直径約１０ｍｍ以上の粗大擬似粒子（以下、「グリーンボール」とも言う）を製造し、１０５℃で２時間以上乾燥した後に、各グリーンボールの圧壊応力を測定する圧壊強度試験を行った。その際、

極微粒子は、ピソライト鉱石であるＳＦ．Ａを１０μｍ以下の極微粒子を６０質量％含有する状態となるまで粉砕し、添加した。

[0055] [表2]

表２

	配合量[質量%]			
SF.A(ﾋﾟｿﾗｲﾄ鉱石)	45.60	→	→	→
PF.A(ﾍﾟﾚｯﾄﾌｨｰﾄﾞ)	45.60	→	→	→
副原料A(高炉ﾀﾞｽﾄ)	5.90	→	→	→
生石灰	2.90	→	→	→
極微粒子＜外数＞	0.00(ﾍﾞｰｽ)	0.60	1.20	3.00

[0056] 図４は、極微粒子の添加比率を変更して製造した粗大擬似粒子の圧壊強度試験結果を示す図である。同図に示すように、焼結原料中の高品位の微粉鉄鉱石であるペレットフィード（ＰＦ．Ａ）４５．６０質量％に対し、極微粒子を０．６０質量％以上添加した場合、すなわち、同ペレットフィード１．０質量％に対し、極微粒子を約０．０１３質量％以上添加した場合、極微粒子を添加しないものと比較して、造粒物の強度上昇が確認された。これは、極微粒子の添加に伴ってバインダー効果が発現したものと推察される。

[0057] ３．鍋試験による焼結鉱生産率の評価

下記表３に示す通りに、各種銘柄の鉄鉱石、副原料、返鉱、炭材などを所定の割合で配合し、配合した焼結原料を造粒設備内に装入するとともに、造粒水、および、本発明例では鉄鉱石スラリー（極微粒子スラリー）を添加して造粒し、擬似粒子を製造した。表３において、鉄鉱石スラリーは、表２と表記を合わせるために、炭材は、焼結の実機操業における慣用的な表記法に倣い、それぞれ配合率を外数で表記した。造粒には、図５に示すような、２機のドラムミキサーからなる造粒系統Ａ、および高速撹拌ミキサーとパンペレタイザーとからなる造粒系統Ｂを用いた。従来例１および２、ならびに比較例１では、造粒系統Ａのみを用いて造粒した後、焼成した。一方、比較例２および３、ならびに本発明例では、表３に示す所定の焼結原料を、造粒系統ＡおよびＢのそれぞれに装入し、造粒水、および、本発明例では鉄鉱石スラリーを、添加して造粒した後に、各造粒系統ＡおよびＢで造粒した焼結原

料を、合流して、焼成した。

[0058] [表3]

表3

区分	配合量[質量%]							
	従来例1	従来例2		比較例1		比較例2	比較例3	本発明例
造粒系統A								
SF.A(ピソライト鉱石)	32.50	32.50	32.50	34.20	34.20	16.65	11.65	16.30
SF.B(ピソライト鉱石)	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	13.50	18.00	18.00
SF.C(マラマンバ鉱石)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	17.00	14.00	14.00
SF.D(ヘマタイト鉱石)	20.00	15.00	10.00	0.00	10.00	6.70	2.50	2.50
PF.A(ペレットフィード)	0.00	5.00	10.00	20.00	5.00	10.00	20.00	3.85	10.65	6.00
副原料(高炉ダスト)	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	0.00	0.00	0.00
副原料(蛇紋粉)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
副原料(珪砂)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50
副原料(ドロマイト)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	1.80	1.70	1.70
副原料(生石灰)	0.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.00	1.00	1.00
副原料(石灰石)	11.10	11.10	11.10	6.40	6.40	6.40	6.40	9.40	9.30	9.30
返鉱	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	9.60	10.70	10.70
系統A小計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	80.00	80.00	80.00
造粒系統B										
SF.A(ピソライト鉱石)	–	–	–	–	–	–	–	9.35	9.35	4.70
PF.A(ペレットフィード)	–	–	–	–	–	–	–	9.35	9.35	14.00
副原料(高炉ダスト)	–	–	–	–	–	–	–	0.50	0.50	0.50
副原料(生石灰)	–	–	–	–	–	–	–	0.80	0.80	0.80
系統B小計	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.00	20.00	20.00
極微粒子スラリー<外数>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.40
炭材(粉コークス)<外数>	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80

注)「–」印は配合していないことを示す。

[0059] 鉄鉱石スラリーは、ピソライト鉱石の銘柄の１つであるＳＦ．Ａをタワーミルによって湿式粉砕して得た。また、本発明例では、鉄鉱石スラリー全重

量における鉄鉱石と水との重量比が約５０：５０であり、さらにその鉄鉱石中に占める１０μｍ以下の極微粒子の比率が５０質量％のものを試験に供した。

[0060] ここで、前記図３に示す竪型の湿式粉砕機（タワーミル）においては、供給する鉄鉱石の量を増加させたり鉄鉱石と共に供給する水の量を低下させたりすることで、スラリー中の鉄鉱石粒子の濃度を上昇させることが可能である。しかし、鉄鉱石粒子の濃度上昇は、破砕工程中における鉄鉱石粒子の水中での移動を阻害することにつながるので、粉砕効率の低下をもたらす。従って、効率的な粉砕を行うためには、スラリー中の粒子濃度は、２５体積％以下、より好適には２０体積％以下に調節する必要がある。

[0061] 一方、供給する鉄鉱石の量を低下させたり鉄鉱石と共に供給する水の量を増加させたりすることで、スラリー中の鉄鉱石粒子の濃度を低下させることも可能である。しかし、鉄鉱石粒子の濃度低下も、破砕中に鉄鉱石同士あるいは鉄鉱石と粉砕媒体（鉄球）との衝突回数の低下を引き起こし、粉砕効率の低下をもたらす。従って、効率的な粉砕を行うためには、スラリー中の粒子濃度は、１５体積％以上に調節する必要がある。ただし、造粒時に添加することができる水分には上限があり、限界以上の水分を添加して造粒すると原料の表面全体に水分が存在するようになって擬似粒子の強度が保てなくなる。この点を鑑みると、スラリー中の鉄鉱石粒子の濃度はできるだけ高いほうが望ましい。

[0062] 以上のことから、鉄鉱石スラリー中の鉄鉱石粒子の好適な濃度は、１５体積％以上、２５体積％以下であることが好ましい。ここで、鉄鉱石の密度は、比較的多孔質なピソライト鉱石やマラマンバ鉱石で約４ｇ／ｃｍ^{3}であり、比較的緻密なヘマタイト鉱石で約５ｇ／ｃｍ^{3}であることから、上記体積％を質量％で表すと、約４１質量％以上、約６３質量％以下が好適な濃度範囲であると換言できる。

[0063] 上述した本発明例における鉄鉱石スラリーは、密度が約４ｇ／ｃｍ^{3}のＳＦ．Ａを用いたため、そのスラリー中の鉄鉱石粒子の濃度が２０体積％となる

ように粉砕したときに、鉄鉱石と水との重量比が約５０：５０であった。また、鉄鉱石スラリー中の鉄鉱石粒子に占める１０μｍ以下の極微粒子の比率は、上述したように造粒時に添加することができる水分に上限があるため、できる限り高い方が望ましい。しかし、スラリー中の鉄鉱石粒子における極微粒子の割合を上昇させると、所定粒度に到達するまで粉砕機から排出されずに循環する量が増加するので、粉砕効率や粉砕処理量が低下する。

[0064] このため、本発明例では、それらのバランスを鑑みて、鉄鉱石粒子に占める１０μｍ以下の極微粒子の比率が５０質量％の鉄鉱石スラリーを用いた。しかし、粉砕機の能力が十分高ければ、粉砕処理量を維持しつつ極微粒子の比率を上昇することが比較的容易に可能と思われる。逆に、粉砕機の能力が低く極微粒子の比率が低い鉄鉱石スラリーしか供給できなくても、ペレットフィードの配合量に応じた所定の極微粒子量を添加することが可能なら問題ないと言える。

[0065] 上述の通りに製造した、従来例１～２、比較例１～３および本発明例の擬似粒子を、内径が３００ｍｍの焼結試験鍋に、原料層厚が５００ｍｍで重量が約６０ｋｇの規模となるように装入し、鍋焼結試験を行った。その際、鍋下圧力を２０ｋＰａとして吸引しながらＬＰＧバーナーにより１分間着火した後、鍋下圧力を９．８ｋＰａで一定として焼成を行い、排ガス温度が最高温度に到達してから３分後に吸引を停止し、これにより焼結ケーキを形成して焼成を完了した。焼結試験終了後、下記の手法により、焼結鉱生産率を求め、これを評価した。

[0066] 焼結ケーキを直ちに焼結試験鍋から取り出し、焼結ケーキの温度が室温に低下するまで放冷した。冷却完了後に、製造された焼結ケーキを２ｍの高さから４回落下させた後に、篩目が５ｍｍの篩により篩ってその篩上の質量を測定し、焼結鉱生産率を求めた。ここで、焼結鉱生産率とは、５ｍｍの篩で篩った後の篩上の質量を、焼結機の有効面積および焼結時間で除した値を意味し、下記式（１）により算出される。このとき、鍋焼結試験の場合には、焼結機の有効面積として焼結試験鍋の横断面積を使用した。

[0067] 焼結鉱生産率（ｔｏｎ／m^2／ｄａｙ）＝［粒径が５ｍｍ以上の焼結鉱の質量（ｔｏｎ）／｛焼結機の有効面積（m^2）×焼結時間（分）｝］×６０×２４　・・・（１）

[0068] ［従来例１］

従来例１では、高品位の微粉鉄鉱石（ペレットフィード（ＰＦ．Ａ））を０質量%配合し、すなわちペレットフィードを配合することなく、全焼結原料を造粒系統Ａで造粒した。その後に焼結機に装入し焼成した。この場合の焼結鉱生産率を基準値（１００）とし、以下では、この基準値に対する焼結鉱生産率の比（以下、「相対生産率」という）で比較し、それぞれの場合の焼結鉱生産率を評価した。

[0069] 図６は、鍋焼結試験による焼結鉱の生産率の評価結果を示す図である。同図では、上記の通りに、従来例１の場合の焼結鉱生産率を基準値（１００）とし、この基準値に対し、従来例２、比較例１～３および本発明例それぞれの場合の焼結鉱生産効率を相対値で示している。

[0070] ［従来例２］

従来例２では、高品位の微粉鉄鉱石（ペレットフィード（ＰＦ．Ａ））の配合率を５．００、１０．００、２０．００質量%の３条件とし、全焼結原料を造粒系統Ａで造粒した。その後に焼結機に装入し焼成した。従来例２の場合、ペレットフィードの配合率の上昇に伴い、相対生産率は低下した。図６に示すように、特に、ペレットフィードを２０．００質量%配合した場合、相対生産率は７０を下回っており、ペレットフィードの多量配合によって大幅に生産率が悪化していることが確認できた。

[0071] ［比較例１］

比較例１では、高品位の微粉鉄鉱石（ペレットフィード（ＰＦ．Ａ））の配合率を５．００、１０．００、２０．００質量%の３条件とし、全焼結原料を造粒系統Ａで造粒する際に、バインダーとして生石灰を３．００質量%添加した。その後に焼結機に装入し焼成した。図６に示すように、比較例１の場合、生石灰の添加によって相対生産率は全体的に上昇したが、ペレット

フィードを２０．００質量％配合した場合は、生石灰を３．００質量％と非常に多量に添加したにもかかわらず、相対生産率は１００に届かなかった。

[0072] ［比較例２］

比較例２では、高品位の微粉鉄鉱石（ペレットフィード（ＰＦ．Ａ））を合計で１３．２０質量％配合して造粒した。すなわち、造粒系統Ｂでペレットフィードを９．３５質量％含む全焼結原料の２０．００質量％を造粒し、造粒系統Ａでペレットフィードを３．８５質量％含む全焼結原料の残り８０．００質量％を造粒した。その際、生石灰を合計で１．８０質量％添加した。その後に造粒系統Ａおよび造粒系統Ｂの両者を混合して焼結機に装入し焼成した。図６に示すように、比較例２の結果から、ペレットフィードを１３．２０質量％配合するまでは、相対生産率を従来例１と同等に維持することが確認できた。

[0073] ［比較例３］

比較例３では、高品位の微粉鉄鉱石（ペレットフィード（ＰＦ．Ａ））を合計で２０．００質量％配合して造粒した。すなわち、造粒系統Ｂでペレットフィードを９．３５質量％含む全焼結原料の２０．００質量％を造粒し、造粒系統Ａでペレットフィードを１０．６５質量％含む全焼結原料の残り８０．００質量％を造粒した。その際、生石灰を合計で１．８０質量％添加した。その後に造粒系統Ａおよび造粒系統Ｂの両者を混合して焼結機に装入し焼成した。図６に示すように、比較例３の結果から、ペレットフィードを２０．００質量％まで配合した場合は、造粒系統Ｂを併用し、かつ生石灰を合計で１．８０質量％添加しても、相対生産率は約８４％までしか届かないことが確認できた。

[0074] ［本発明例］

本発明例では、高品位の微粉鉄鉱石（ペレットフィード（ＰＦ．Ａ））を合計で２０．００％配合して造粒した。すなわち、造粒系統Ｂでペレットフィードを１４．００質量％（造粒系統Ｂの焼結原料中の７０質量％）含む全焼結原料の２０．００質量％を造粒し、造粒系統Ａでペレットフィードを６

．００質量％含む全焼結原料の残り８０．００質量％を造粒した。その際、生石灰を合計で１．８０質量％添加した。さらに、造粒系統Ｂで鉄鉱石スラリーを添加した。すなわち、この例では、焼結原料の一部であって微粉鉄鉱石を５０質量％以上含む部分に、鉄鉱石スラリーを添加した。このとき、鉄鉱石スラリーは、当該鉄鉱石スラリー中の水分を除く鉄鉱石の重量が、全焼結原料に対し０．４０質量％となるように添加した。上述の通り、鉄鉱石スラリーにおける鉄鉱石中の極微粒子の比率は５０質量％であるため、配合した焼結原料中のペレットフィード１．０質量％あたり、１０μｍ以下の極微粒子は０．０１質量％添加したことになる。図６に示すように、本発明例の場合、鉄鉱石スラリーの添加により、ペレットフィードを２０．００質量％配合しても、相対生産率を従来例１と同等に維持することができた。

[0075] すなわち、本発明例の場合においては、比較例１～３の場合では相対生産率が低下した、ペレットフィードの配合率が１３．２０質量％より高い範囲においても、ペレットフィード１．０質量％に対し鉄鉱石スラリー中の極微粒子が０．０１質量％以上となるように、鉄鉱石スラリーを添加することによって、ペレットフィードを２０．００質量％まで配合しても焼結鉱の生産率を維持できることがわかった。

[0076] また、実際の焼結操業においては、返鉱を炭材と同様に外数で表した、いわゆる新原料の量を１００質量％として表した新原料ベースの配合率が良く用いられる。新原料ベースの配合率で考えた場合、本発明例によってペレットフィードを２５質量％まで配合しても生産率が維持されると言える。

[0077] 以上の知見から、本発明の焼結原料の造粒方法は、上述の通り、回転駆動する鉛直中心軸にスクリュー翼を備えた円筒容器からなる粉砕部と、重力および遠心力の作用により分級する分級部と、分級部で分級したアンダーフローを粉砕部の円筒容器に循環させる循環部と、を有する竪型粉砕機を用いて鉄鉱石を湿式粉砕し、この湿式粉砕してなる鉄鉱石スラリーを焼結原料の全部または一部に添加して造粒することを特徴とする。

[0078] この場合、前記焼結原料は、粒子径２５０μｍ以下の比率が８０質量％以

上であってＴ．Ｆｅ（全鉄）を６０質量％以上含有する特定銘柄の微粉鉄鉱石（例：ペレットフィード）を、少なくとも全焼結原料中に１３．２０質量％よりも高く２０．００質量％以下で含有しており、この焼結原料の全部または一部に、前記鉄鉱石スラリー中の鉄鉱石のうちで粒子径が１０μｍ以下である極微粒子の量が、前記微粉鉄鉱石１．０質量％に対して０．０１質量％以上となるように、前記鉄鉱石スラリーを添加して造粒することが好ましい。

[0079] 以下に、本発明の造粒方法を採用した焼結鉱の製造の概要を示す。例えば、焼結原料は、高品質の微粉鉄鉱石として多量のペレットフィードを含む鉄鉱石、副原料、返鉱、炭材などの原料から構成され、造粒系統Ａ、造粒系統Ｂ、および破砕系統の三系統に分割される。造粒系統Ａの原料は、ドラムミキサーからなる造粒機により造粒されて擬似粒子とされる。造粒系統Ｂの原料は、高速攪拌ミキサーにより混合調湿された後、パンペレタイザーにより造粒されて粗大擬似粒子とされる。

[0080] ここで、破砕系統の原料は、予め、竪型粉砕機であるタワーミルを用いた湿式粉砕によって水と共に粉砕混合され、鉄鉱石スラリーとされる。破砕系統で製造された鉄鉱石スラリーは、造粒系統Ｂの造粒にあたり、造粒系統Ｂの原料と共に高速撹拌ミキサーに添加され、造粒系統Ｂの原料が造粒される際のバインダーとなる。各々の造粒系統の造粒によって製造された擬似粒子は、サージホッパーに装入される過程で混合され、さらに、ロールフィーダにより切り出される過程、および焼結機のパレット上に落下堆積して焼結原料充填層を形成する過程で混合される。

[0081] このようにして形成された焼結原料充填層は、点火炉でその上部表面に着火され、給鉱部から排鉱部へと移動する間に下方からの空気吸引により、充填層の上部から下部まで順次焼成される。焼成後の焼結ケーキは、焼結機の排鉱部から排鉱され、クラッシャーにより破砕され、クーラーにより冷却された後、篩により整粒されて高炉に搬送される。

[0082] 本発明では、焼結原料に添加する鉄鉱石スラリーを製造する手法として湿

式粉砕を採用しているが、これは以下の理由による。上述の通り、極微粒子のバインダー効果の発現メカニズム上、極微粒子は、添加水分と良く混ざり合っていることが要求される。この点、湿式粉砕は、鉄鉱石を粉砕し、粉砕した極微粒子の水中への懸濁を分散剤等の使用なしに実現できることから、その要求を満たす優れた手法である。

[0083] また、湿式粉砕には、竪型粉砕機であるタワーミルを用いる。上述の通り、タワーミルは、円周方向と垂直方向の複合的な撹拌によって大きい粉砕力を作用させることが可能であり、バインダー性状に優れる凹凸の多い形状を持つ極微粒子を製造することができるからである。

産業上の利用可能性

[0084] 本発明の焼結原料の造粒方法によれば、ペレットフィードといった特定銘柄の高品位な微粉鉄鉱石を多量に配合し、焼結原料の微粉比率が増加する場合であっても、充填層の通気性を確保でき、焼結鉱の生産性を安価に維持することができる。したがって、本発明は、高品位な粉鉄鉱石の枯渇にも対応できる技術として極めて有用である。

符号の説明

[0085] １：タワーミル（竪型粉砕機）、 ２：鉛直中心軸、
３：スクリュー翼、 ４：円筒容器、 ５：水簸槽、
６：サイクロン分級装置、 ７：循環ポンプ、 ８：配管、
９：配管

請求の範囲

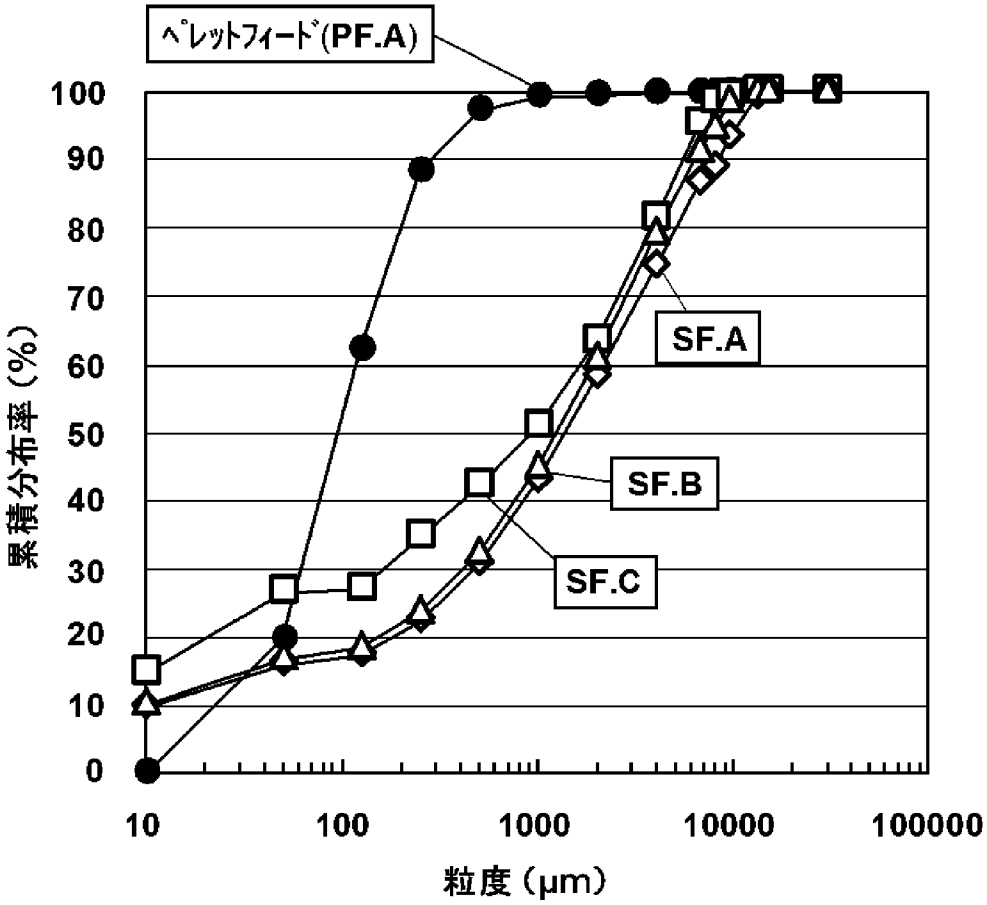
［請求項1］ 鉄鉱石、炭材、副原料および返鉱を配合して焼結原料とし、当該焼結原料を混合、調湿および造粒処理するに際して、

回転駆動する鉛直中心軸にスクリュー翼を備えた円筒容器からなる粉砕部と、重力および遠心力の作用により分級する分級部と、分級部で分級したアンダーフローを粉砕部の円筒容器に循環させる循環部と、を有する竪型粉砕機を用いて鉄鉱石を湿式粉砕し、この湿式粉砕してなる鉄鉱石スラリーを焼結原料の全部または一部に添加して造粒することを特徴とする焼結原料の造粒方法。

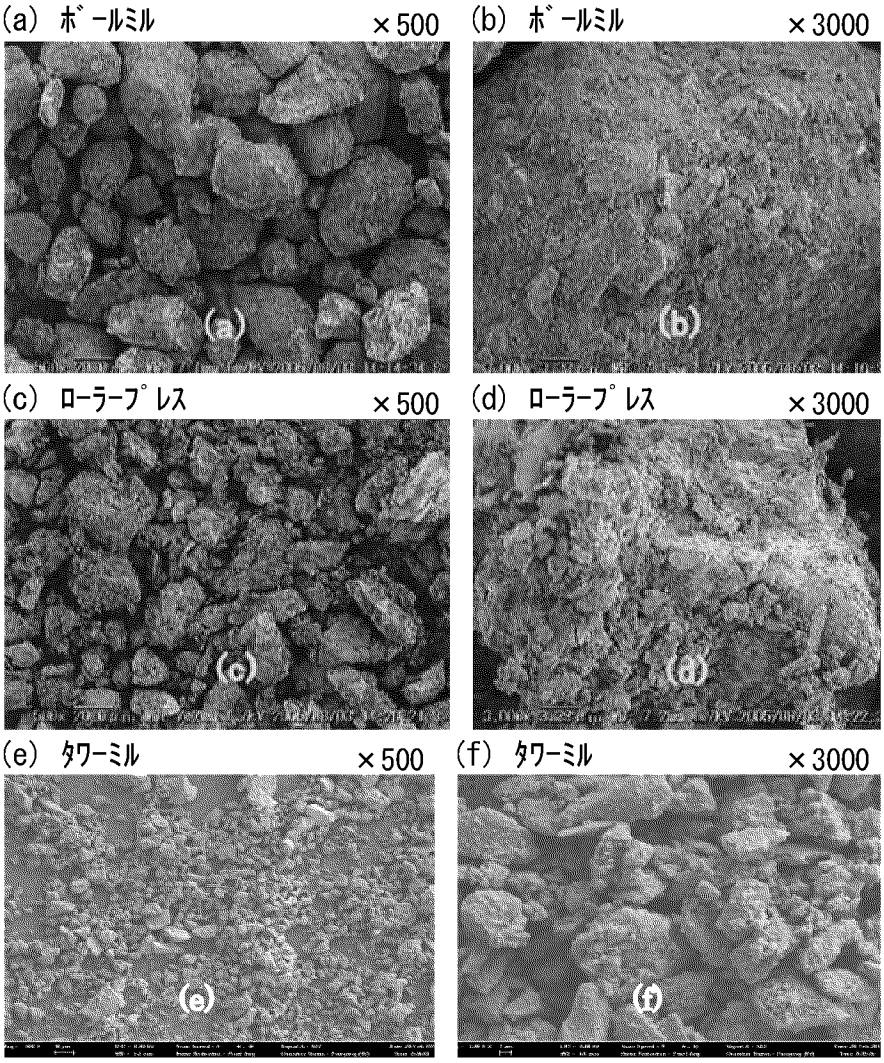
［請求項2］ 前記焼結原料は、粒子径２５０μｍ以下の比率が８０質量％以上であってＴ．Ｆｅ（全鉄）を６０質量％以上含有する特定銘柄の微粉鉄鉱石を、少なくとも全焼結原料中に１３．２０質量％よりも高く２０．００質量％以下で含有しており、

この焼結原料の全部、またはこの焼結原料の一部であって当該微粉鉄鉱石を５０質量％以上含む部分に、前記鉄鉱石スラリー中の鉄鉱石のうちで粒子径が１０μｍ以下である極微粒子の量が、前記微粉鉄鉱石１．０質量％に対して０．０１質量％以上となるように、前記鉄鉱石スラリーを添加して造粒することを特徴とする請求項１に記載の焼結原料の造粒方法。

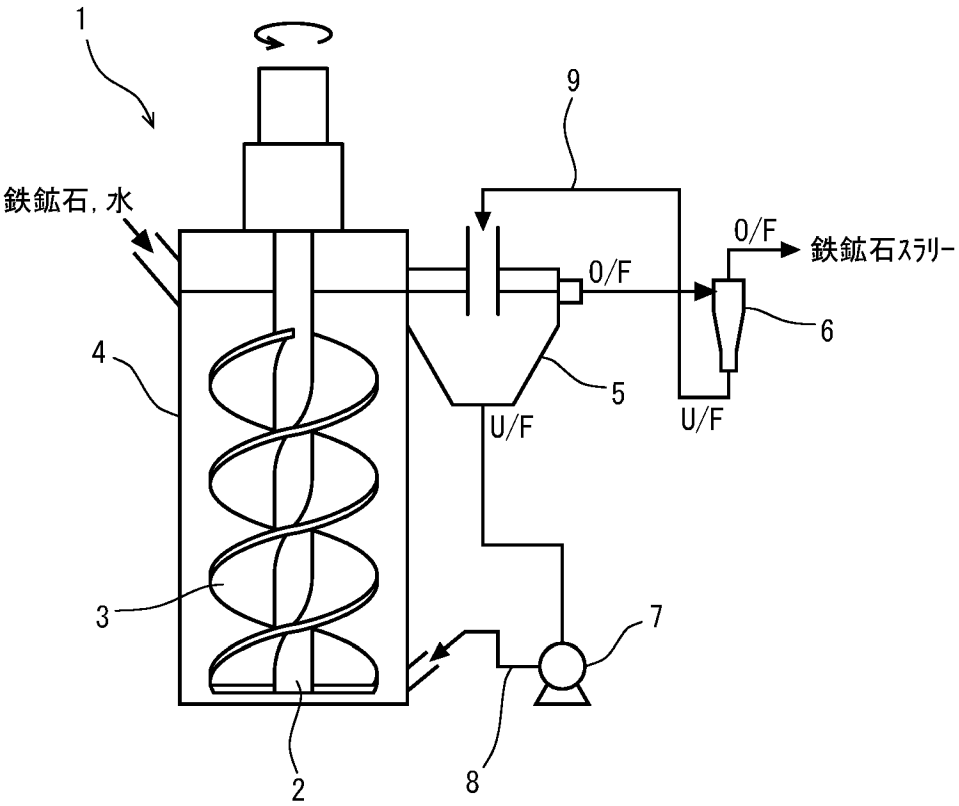
[図1]


ペレットフィード(PF.A)
SF.A
SF.B
SF.C
累積分布率（%）
粒度（μm）
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
10
100
1000
10000
100000

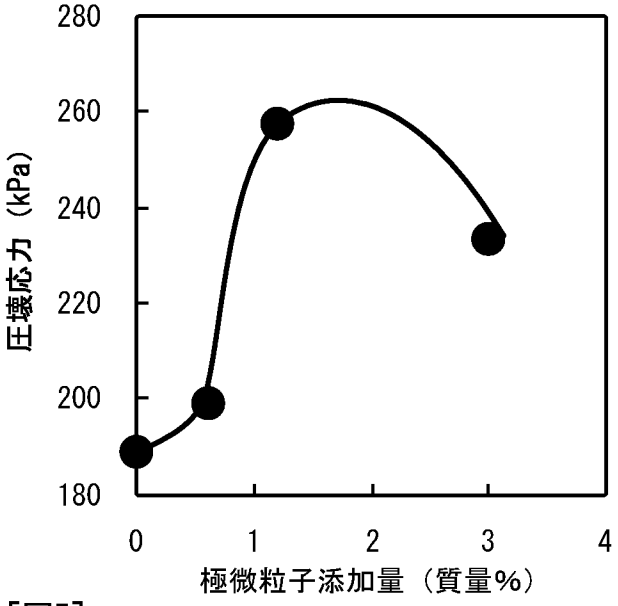
[図2]


(a) ボールミル ×500
(b) ボールミル ×3000
(c) ローラープレス ×500
(d) ローラープレス ×3000
(e) タワーミル ×500
(f) タワーミル ×3000

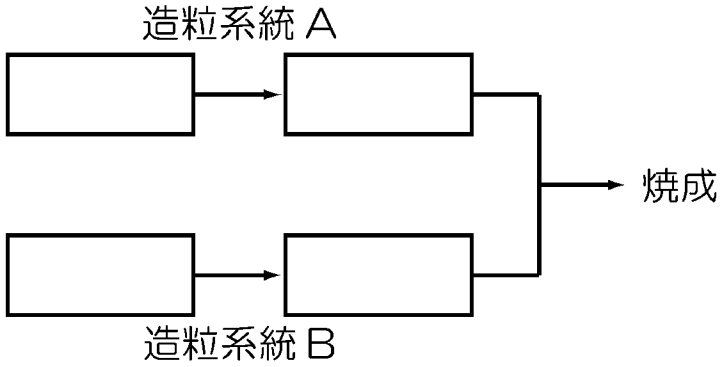
[図3]


1
9
鉄鉱石，水
O/F
鉄鉱石スラリー
O/F
6
4
5
U/F
U/F
3
7
2
8

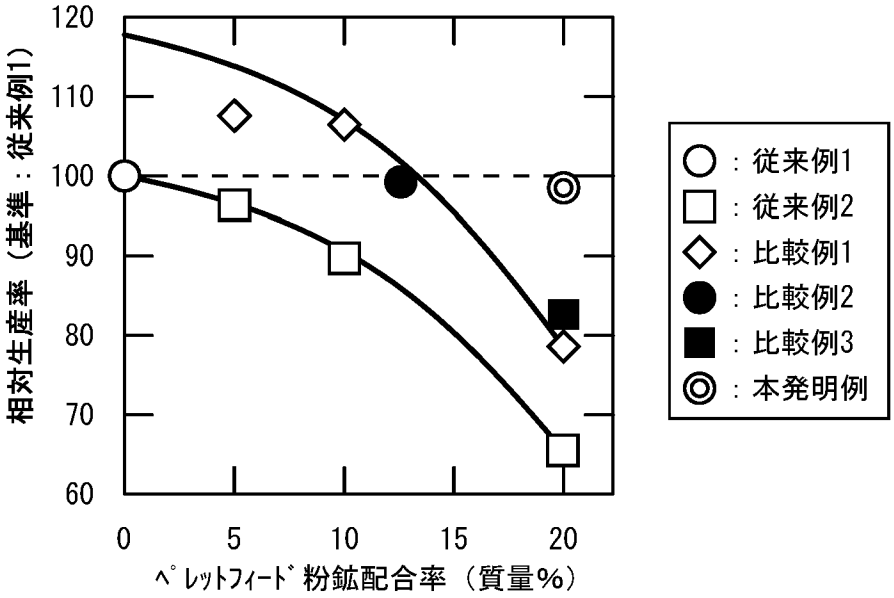
[図4]


280
260
240
220
200
180
圧壊応力（kPa）
0
1
2
3
4
極微粒子添加量（質量%）

[図5]


造粒系統 A
焼成
造粒系統 B

[図6]


120
110
100
90
80
70
60
相対生産率（基準：従来例1）
0
5
10
15
20
ペレットフィード粉鉱配合率（質量%）
：従来例1
：従来例2
：比較例1
：比較例2
：比較例3
：本発明例

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/005794

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C22B1/16(2006.01)i, *B02C19/22*(2006.01)i, *B03B5/28*(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)
C22B1/16, B02C19/22, B03B5/28

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y	JP 2008-261016 A (Nippon Steel Corp.), 30 October 2008 (30.10.2008), claims; paragraphs [0085] to [0100] (Family: none)	1,2
Y	JP 7-256133 A (Kubota Corp.), 09 October 1995 (09.10.1995), paragraphs [0002] to [0008]; fig. 16 (Family: none)	1,2
A	JP 2008-297585 A (Nippon Steel Corp.), 11 December 2008 (11.12.2008), claims (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	Date of mailing of the international search report
28 November, 2012 (28.11.12)	11 December, 2012 (11.12.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／００５７９４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C22B1/16(2006.01)i, B02C19/22(2006.01)i, B03B5/28(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C22B1/16, B02C19/22, B03B5/28

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２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
Y	JP 2008-261016 A（新日本製鐵株式会社）2008.10.30, 特許請求の範囲、段落【００８５】－【０１００】（ファミリーなし）	1,2
Y	JP 7-256133 A（株式会社クボタ）1995.10.09, 段落【０００２】－【０００８】、【図１６】（ファミリーなし）	1,2
A	JP 2008-297585 A（新日本製鐵株式会社）2008.12.11, 特許請求の範囲（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	国際調査報告の発送日
２８．１１．２０１２	１１．１２．２０１２

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　４Ｅ　４１４２
池ノ谷　秀行
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４２５