

(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1月23日(23.01.2014)



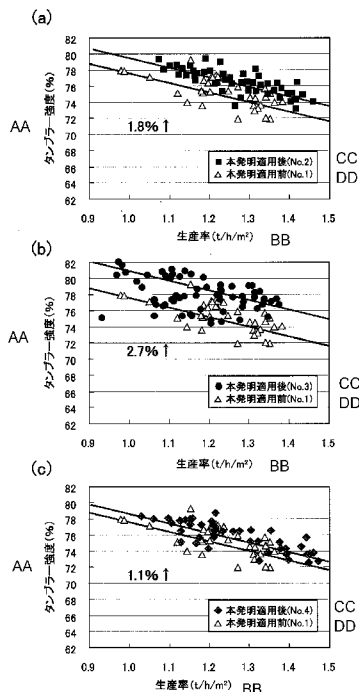
(10) 国際公開番号
WO 2014/013775 A1

- (51) 国際特許分類:
C22B 1/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/063353
- (22) 国際出願日: 2013年5月14日(14.05.2013)
- (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 2012-159836 2012年7月18日(18.07.2012) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岩見 友司 (IWAMI Yuji); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 山本 哲也 (YAMAMOTO Tetsuya); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 主代 晃一 (NUSHIRO Koichi); 〒1000011 東京都千代田区幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人銀座マロニエ特許事務所 (GINZA MARONIE P.C.); 〒1040061 東京都中央区銀座2丁目8番9号木挽館銀座ビル Tokyo (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,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING SINTER

(54) 発明の名称: 焼結鉱の製造方法



AA Tumbler strength (%)
BB Productivity (t/h/m²)
CC After applying present invention
DD Before applying present invention

(57) Abstract: This method for producing a sinter involves suctioning air above a charging layer, which includes a gaseous fuel supplied from a plurality of gaseous fuel supply devices installed in a machine length direction downstream from an ignition furnace of a sintering machine, via a window box disposed below a pallet so as to introduce the air inside the charging layer, and then burning the gaseous fuel and a carbon material inside the charging layer. The total quantity of gaseous fuel supplied from the gaseous fuel supply devices is fixed, and the quantity of gaseous fuel supplied from each gaseous fuel supply device is increased or decreased according to the quantity of air suctioned inside the charging layer in an area in which each gaseous fuel supply is installed, thereby optimizing the supply rate of gaseous fuel. Thus, the gaseous fuel supply effectiveness is expressed to the fullest, and high-quality sinter having excellent strength and reducibility is produced at a high yield.

(57) 要約: 焼結機の点火炉の下流に機長方向に複数設置された気体燃料供給装置から供給した気体燃料を含む装入層上方の空気をパレット下に配設されたウインドボックスで吸引して装入層内に導入し、装入層内において前記気体燃料と炭材を燃焼させて焼結鉱を製造する方法において、前記気体燃料供給装置から供給される気体燃料の総供給量を一定とし、かつ、各気体燃料供給装置から供給する気体燃料の供給量を、各気体燃料供給装置の設置された領域において装入層内に吸引される空気量に応じて気体燃料の供給量を増減して気体燃料の供給比率を適正化することによって、気体燃料の供給効果を最大限に発現させ、高強度かつ被還元性に優れる高品質の焼結鉱を高歩留りで製造する。

WO 2014/013775 A1



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, 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： 焼結鉱の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、下方吸引式のドワイトロイド焼結機を用いて、高強度で被還元性に優れる高品質の高炉原料用焼結鉱を製造する方法に関するものである。

背景技術

[0002] 高炉製鉄法の主原料である焼結鉱は、一般に、図1に示すような工程を経て製造される。焼結鉱の原料は、鉄鉱石粉や焼結鉱篩下粉、製鉄所内で発生した回収粉、石灰石およびドロマイトなどの含CaO系副原料、生石灰等の造粒助剤、コークス粉や無煙炭などであり、これらの原料は、ホッパー1・・・・の各々から、コンベヤ上に所定の割合で切り出される。切り出された原料は、ドラムミキサー2および3等によって適量の水が加えられ、混合、造粒されて、平均径が3～6mmの擬似粒子である焼結原料とされる。この焼結原料は、その後、焼結機上に配設されているサージホッパー4、5からドラムフィーダー6と切り出しシュート7を介して、無端移動式の焼結機パレット8上に400～800mmの厚さで装入され、焼結ベッドともいわれる装入層9を形成する。その後、装入層9の上方に設置された点火炉10で装入層表層の炭材に点火するとともに、パレット8の直下に配設されたウインドボックス11を介して装入層上方の空気を下方に吸引することにより、装入層内の炭材を燃焼させ、このときに発生する燃焼熱で前記焼結原料を溶融して焼結ケーキを得る。このようにして得た焼結ケーキは、その後、破碎、整粒され、約5mm以上の塊成物が、成品焼結鉱として回収され、高炉に供給される。

[0003] 上記製造プロセスにおいて、点火炉10で点火された装入層内の炭材は、その後、装入層内を上層から下層に向かって吸引される空気によって燃焼を続け、厚さ方向に幅をもった燃焼・溶融帯（以降、単に「燃焼帯」ともいう。）を形成する。この燃焼帯の溶融部分は、上記吸引される空気の流れを阻

害するため、焼結時間が延長して生産性が低下する要因となる。また、この燃焼帯は、時間の経過、すなわち、パレット8が下流側に移動するのに伴って次第に装入層の上層から下層に移行し、燃焼帯が通過した後は、焼結反応が完了した焼結ケーキ層（焼結層）が生成される。また、燃焼帯が上層から下層に移行するのにともない、焼結原料中に含まれる水分は、炭材の燃焼熱で気化して、まだ温度が上昇していない下層の焼結原料中に濃縮し、湿潤帯を形成する。この水分濃度がある程度以上になると、吸引ガスの流路となる焼結原料粒子間の空隙が水分で埋まり、溶融帯と同様、通気抵抗を増大させる要因となる。

[0004] 図2は、厚さが600mmの装入層中を移動する燃焼帯が、装入層内のパレット上約400mmの位置（装入層表面から200mm下）にあるときの、装入層内の圧損と温度の分布を示したものであり、このときの圧損分布は、湿潤帯におけるものが約30%、燃焼帯におけるものが約40%であることを示している。

[0005] ところで、焼結機が生産量（ t/h ）は、一般に、生産率（ $t/h \cdot m^2$ ） $\times$ 焼結機面積（ m^2 ）により決定される。即ち、焼結機が生産量は、焼結機の機幅や機長、原料装入層の厚さ、焼結原料の嵩密度、焼結（燃焼）時間、歩留りなどにより変化する。したがって、焼結鉱の生産量を増加するには、装入層の通気性（圧損）を改善して焼結時間を短縮する、あるいは、破碎前の焼結ケーキの冷間強度を高めて歩留りを向上することなどが有効であると考えられる。

[0006] 図3は、焼結鉱の生産性が高い時と低い時、即ち、焼結機のパレット移動速度が速い時と遅い時の装入層内のある点における温度と時間の推移を示したものである。焼結原料が溶融し始める1200℃以上の温度に保持される時間は、生産性が低い場合は T_1 、生産性が高い場合は T_2 で表されている。生産性が高い時はパレットの移動速度が速いため、高温域保持時間 T_2 が、生産性が低い時の T_1 と比べて短くなる。1200℃以上の高温での保持時間が短くなると焼成不足となり、焼結鉱の冷間強度が低下し、歩留りが低下して

しまう。したがって、高強度の焼結鉱を、短時間でかつ高歩留りで、生産性よく製造するためには、何らかの手段を講じて、 1200°C 以上の高温で保持される時間を延長し、焼結鉱の冷間強度を高めてやる必要がある。

[0007] 図4は、点火炉で点火された装入層表層の炭材が、吸引される空気によって燃焼を続けて燃焼帯を形成し、これが装入層の上層から下層に順次移動し、焼結ケーキが形成されていく過程を模式的に示した図である。また、図5(a)は、上記燃焼帯が、図4に示した太枠内に示した装入層の上層部、中層部および下層部の各層内に存在しているときの、それぞれの温度分布を模式的に示したものである。焼結鉱の強度は、 1200°C 以上の温度に保持される温度と時間の積に影響され、その値が大きいほど焼結鉱の強度は高くなる。装入層内の中層部および下層部は、装入層上層部の炭材の燃焼熱が吸引される空気によって運ばれて予熱されるため、高温度に長時間にわたって保持されるのに対して、装入層上層部は、予熱されない分、燃焼熱が不足し、焼結に必要な燃焼溶融反応（焼結反応）が不十分となりやすい。その結果、装入層の幅方向断面内における焼結鉱の歩留り分布は、図5(b)に示したように、装入層上層部ほど歩留りが低くなる。また、パレット両幅端部も、パレット側壁からの放熱や、通過する空気量が多いことによる過度の冷却により、焼結に必要な高温域での保持時間を十分に確保できず、やはり歩留りが低くなる。

[0008] これらの問題に対して、従来は、焼結原料中に添加している炭材（粉コークス）を増量することが行われてきた。しかし、コークスの添加量を増やすことによって、図6に示したように、焼結層内の温度を高め、 1200°C 以上に保持される時間を延長することができるものの、それと同時に、焼結時の最高到達温度が 1400°C を超えるようになり、以下に説明する理由によって、焼結鉱の被還元性や冷間強度の低下を招くことになる。

[0009] 非特許文献1には、焼結過程で焼結鉱中に生成する各種鉱物の引張強度（冷間強度）と被還元性について、表1のように示されている。そして、焼結過程では、図7のように、 1200°C で融液が生成し始め、焼結鉱の構成鉱

物の中で最も高強度で、被還元性も比較的高いカルシウムフェライトが生成することが示されている。これが、焼結温度として1200℃以上を必要とする理由である。しかし、さらに昇温が進んで1400℃を超え、正確には1380℃を超えるようになると、カルシウムフェライトは、冷間強度と被還元性が最も低い非晶質珪酸塩（カルシウムシリケート）と、還元粉化しやすい骸晶状二次ヘマタイトとに分解し始める。また、焼結鉱の還元粉化の起点となる二次ヘマタイトは、鉱物合成試験の結果から、図8の状態図に示したように、Mag. ss + Liq. 域まで昇温し、冷却したときに析出するので、状態図上に示した（1）の経路でなく、（2）の経路を介して焼結鉱を製造することが、還元粉化を抑制する上で重要であるとしている。

[0010] [表1]

鉱物種	引張強さ (MPa)	被還元性 (%)
ヘマタイト	49	50
マグネタイト	58	22
カルシウムフェライト	102	35
カルシウムシリケート	19	3

[0011] すなわち、非特許文献1には、焼結鉱の品質を確保する上では、燃焼時の最高到達温度や高温域保持時間などの制御が非常に重要な管理項目であり、これらの制御如何によって焼結鉱の品質がほぼ決定されることが開示されている。したがって、高強度で被還元性に優れ、かつ、還元粉化性（RDI）にも優れる焼結鉱を得るためには、1200℃以上の温度で生成したカルシウムフェライトを、カルシウムシリケートと二次ヘマタイトとに分解させないことが重要であり、そのためには、焼結時における装入層内の最高到達温度を1400℃超え、好ましくは1380℃超えとすることなく、装入層内の温度を1200℃（カルシウムフェライトの固相線温度）以上に長時間保持することが必要となる。以降、本発明では、上記1200℃以上1400℃以下の温度域に保持される時間を、「高温域保持時間」と称することとす

る。

[0012] なお、従来から、装入層上層部を長時間にわたって高温に保持することを目的とした技術が幾つか提案されている。例えば、特許文献 1 には、装入層に点火後、装入層上に気体燃料を噴射する技術が、特許文献 2 には、装入層に点火後、装入層に吸引される空気中に可燃性ガスを添加する技術が、また、特許文献 3 には、焼結原料の装入層内を高温にするため、装入層の上にフードを配設し、そのフードから空気やコークス炉ガスとの混合ガスを点火炉直後の位置で吹き込む技術が、さらに、特許文献 4 には、低融点溶剤と炭材や可燃性ガスを同時に点火炉直後の位置で吹き込む技術が提案されている。

[0013] しかし、これらの技術は、高濃度の気体燃料を使用し、しかも燃料ガスの吹き込みに際して炭材量を削減していないため、焼結時における装入層内の最高到達温度が操業管理上の上限温度である 1400℃を超える高温となり、焼結過程で生成したカルシウムフェライトが分解して、被還元性や冷間強度の低い焼結鉱が生成して気体燃料供給効果が得られなかったり、気体燃料の燃焼による温度上昇と熱膨張によって通気性が悪化し、生産性が低下したりし、さらには、気体燃料の供給によって焼結ベッド（装入層）上部空間で火災を起こす危険性があつたりするため、いずれも実用化には至っていない。

[0014] そこで、発明者らは、上記問題点を解決する技術として、焼結原料中に添加する炭材量を削減した上で、焼結機の点火炉の下流かつ焼結に必要な熱量が不足している装入層上層部が焼結反応を起こす、焼結機の機長の前半部分において、燃焼下限濃度以下に希釈した各種気体燃料を、パレット上方から装入層内に導入し、装入層内で燃焼させることにより、装入層内の最高到達温度および高温域保持時間の両方を適正範囲に制御する技術を開発し、特許文献 5～7 等に提案している。

[0015] 焼結鉱の製造方法に、上記特許文献 5～7 の技術を適用し、焼結原料中への炭材添加量を削減した上で、燃焼下限濃度以下に希釈した気体燃料を装入層内に導入し、気体燃料を装入層内で燃焼させた場合には、図 9 に示したよ

うに、上記気体燃料は、炭材が燃焼した後の装入層内（焼結層内）で燃焼するので、燃焼・溶融帯の最高到達温度を1400℃超えとすることなく、燃焼・溶融帯の幅を厚さ方向に拡大することができ、効果的に高温域保持時間の延長を図ることができる。

先行技術文献

特許文献

- [0016] 特許文献1：特開昭48-018102号公報
特許文献2：特公昭46-027126号公報
特許文献3：特開昭55-018585号公報
特許文献4：特開平05-311257号公報
特許文献5：WO2007/052776号公報
特許文献6：特開2010-047801号公報
特許文献7：特開2008-291354号公報

非特許文献

- [0017] 非特許文献1：「鉬物工学」；今井秀喜、武内寿久禰、藤木良規編、（1976）、p. 175、朝倉書店

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0018] 先述したように、高強度でかつ被還元性に優れる高品質の焼結鉬を高歩留りで製造するためには、1200℃以上1400℃以下の高温域に保持する時間（高温域保持時間）を少なくとも所定の時間以上確保する必要がある。しかしながら、パレット上に装入された原料装入層の内部に吸引される空気量は、機長方向では必ずしも一定とはならないと考えられる。例えば、パレットの移動、即ち、焼結の進行に伴って、装入層内部に燃焼・溶融帯や湿潤帯が形成されることによって、図2に示したように、装入層内の通気抵抗が変化し、機長方向で装入層内に吸引される空気量に変化することが予想されるからである。

[0019] しかしながら、前述した特許文献5～7の技術においては、気体燃料の供給量は機長方向で均一としていた。そのため、焼結に必要な熱量が不足する装入層の上層部に対しては、必ずしも十分な量の気体燃料の供給がなされておらず、気体燃料供給効果が十分に得られていないおそれがある。

[0020] 本発明は、従来技術が抱える上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、気体燃料の総供給量を一定とした上で、各気体燃料供給装置から供給する気体燃料の供給比率を適正化することによって、高強度かつ被還元性に優れる高品質の焼結鉱を高歩留りで製造することができる焼結鉱の製造方法を提案することにある。

課題を解決するための手段

[0021] 発明者らは、上記課題を解決するべく鋭意検討を重ねた。その結果、気体燃料を供給する領域においては、気体燃料の供給量を機長方向で一定とするのではなく、焼結原料の装入層内に吸引される空気量（風量、風速）に応じて、気体燃料の供給量を変化させてやることが有効であることを見出し、本発明を開発するに至った。

[0022] すなわち、本発明は、循環移動するパレット上に粉鉱石と炭材を含む焼結原料を装入して装入層を形成し、その装入層表面の炭材に点火するとともに、点火炉の下流に機長方向に複数設置された気体燃料供給装置から供給した気体燃料を含む装入層上方の空気をパレット下に配設されたウインドボックスで吸引して装入層内に導入し、装入層内において前記気体燃料と炭材を燃焼させて焼結鉱を製造する方法において、前記気体燃料供給装置から供給される気体燃料の総供給量を一定とし、かつ、各気体燃料供給装置から供給する気体燃料の供給量を、各気体燃料供給装置の設置された領域において装入層内に吸引される空気量に応じて気体燃料の供給量を増減することを特徴とする焼結鉱の製造方法である。

[0023] 本発明の焼結鉱の製造方法は、上記気体燃料供給装置から供給される気体燃料の供給量を、各気体燃料供給装置の気体燃料供給領域において装入層内に吸引される空気量に比例する量以上とすることを特徴とする。

[0024] また、本発明の焼結鉍の製造方法は、上記気体燃料供給装置から供給される気体燃料の供給量を、各気体燃料供給装置の気体燃料供給領域において装入層内に吸引される空気量の2乗に比例する量以上とすることを特徴とする。

[0025] また、本発明の焼結鉍の製造方法は、上記装入層内に導入される空気に含まれる気体燃料を燃焼下限濃度以下とすることを特徴とする。

[0026] また、本発明の焼結鉍の製造方法は、上記気体燃料の総供給量を、燃焼熱換算で、 $18 \sim 41 \text{ MJ} / \text{t} - \text{s}$ の範囲とし、かつ、燃焼熱換算で、上記気体燃料の総供給量を超える量の炭材を削減することを特徴とする。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、焼結に必要な熱量が最も不足する焼結原料装入層の上層部に重点的に気体燃料を供給し、気体燃料の供給効果を最大限に発現させるので、装入層内のほぼ全ての領域において焼結時における最高到達温度を 1200°C 以上 1400°C 以下の高温域に長時間保持することができ、高強度かつ被還元性に優れる、高品質の焼結鉍を高歩留りで製造することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]焼結プロセスを説明する概要図である。

[図2]焼結時における装入層内の圧損分布を説明するグラフである。

[図3]高生産時と低生産時の装入層内の温度分布を説明するグラフである。

[図4]焼結の進行に伴う装入層内の変化を説明する模式図である。

[図5]燃焼帯が装入層の上層部、中層部および下層部の各位置に存在しているときの温度分布と、装入層の幅方向断面内における焼結鉍の歩留り分布を説明する図である。

[図6]炭材量の変化（増量）による装入層内の温度変化を説明する図である。

[図7]焼結反応について説明する図である

[図8]骸晶状二次ヘマタイトが生成する過程を説明する状態図である。

[図9]気体燃料供給が高温域保持時間に及ぼす効果を説明する模式図である。

[図10]装入層内に吸引・導入される空気量の測定方法の一例を説明する図である。

[図11]装入層内に吸引・導入される空気量の機長方向の変化の測定結果例を示すグラフである。

[図12]図 1 1 の上に、気体燃料供給装置の配置位置と各装置設置領域内における吸気量の変化を示すグラフである。

[図13]焼結機 A の生産率とタンブラー強度 T_1 との関係に及ぼす本発明の効果を示すグラフである。

[図14]焼結機 B の生産率とタンブラー強度 T_1 との関係に及ぼす本発明の効果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0029] 発明者らは、パレット下方に配設されたウインドボックスによって焼結原料装入層の上方から装入層内に吸引・導入される空気量の機長方向の変化を、下記表 2 に示したような設備仕様が異なる A および B の 2 つの実機焼結機において測定した。上記 A、B の実機焼結機は、有効機長が A は 8.2 m、B は 7.4 m で、いずれも、点火炉の下流側約 4 m 以降に 7.5 m の長さの気体燃料供給装置がそれぞれ 3 基直列に配設されており、別々に気体燃料の供給量を制御することができるようになっている。

なお、装入層内に吸引・導入される空気量の測定は、気体燃料の供給を停止し、気体燃料供給装置をジャッキアップした後、図 10 に示したように点火炉の出側で、原料装入層の上面に風速計を幅方向に複数台（図 10 では 5 台）設置し、パレットの移動に伴う風速の変化をモニターすることで行った。

[0030]

[表2]

焼結機	パレット幅 (m)	有効機 長 (m)	気体燃料 供給長さ (m)	有効機長における 気体燃料供給範囲	層 厚 (mm)
A	5	82	$7.5 \times 3 = 22.5$	0.05-0.32	700
B	4	74	$7.5 \times 3 = 22.5$	0.07-0.36	560

*有効機長：点火炉～排鉱部までの長さ

[0031] 上記測定の結果を図11に示した。この結果から、焼結機の機長方向においては、装入層内に吸引される空気の流れは、焼結の前半では徐々に低下し、逆に、後半では徐々に上昇する傾向があることが確認された。ここで、上記焼結開始後の風速の低下は、パレット上に堆積された原料装入層は、パレット下方に配設されたウインドボックスによる吸引によって収縮を起こして密度が高まることや、図2に示したように、焼結の進行に伴う燃焼・溶融帯や湿潤帯の形成による通気抵抗の上昇によるものと考えられる。また、焼結後半における風速の増加は、原料装入層の焼結がある程度まで進行すると、排気ガスによってもたらされる熱によって湿潤帯が徐々に消失していくこと、および、焼結が完了した焼結ケーキは空隙率が高いことによるものと考えられる。

[0032] 図12は、上記図11の上に、3基（#1～#3）の気体燃料供給装置が設置されている領域を重ねて示したものである。図12（a）から、上述した風速が低下している領域は、焼結に必要な熱量不足を補償するため気体燃料供給装置を設置している領域とほぼ重複していることがわかる。また、図12（b）は、それぞれの焼結機に設置した3基の気体燃料供給装置の各設置区間内における風速から換算した空気量と、その空気量を3基全体で1.0としたときの各設置区間の空気量の比率を示したものである。この図から、A、B焼結機とも#3の気体燃料供給装置設置区間内における空気量は#1のそれより約20%減少していること、しかし、Aの焼結機では、空気量が#1から#3において徐々に減少しているのに対して、Bの焼結機では

最初 # 1 と # 2 間で大きく低下しており、焼結機により低下の仕方に違いがあることがわかる。

[0033] この結果は、機長方向に複数配設された気体燃料供給装置から供給する気体燃料は、焼結機に供給する気体燃料の総量を一定とした場合、従来のように 3 基の気体燃料供給装置から均等に供給すると、原料装入層内に導入される気体燃料は上流側で低濃度、下流側で逆に高濃度となり、その結果、ただでさえ焼結に必要な熱量が不足気味の原料装入層の上層部分の熱量不足が解消されず、一方、焼結に必要な熱量が足りている原料装入層の下部にはさらに過剰の熱量を供給することになること、そして、その状況は焼結機により異なることを示している。

[0034] そこで、発明者らは、焼結機に供給する気体燃料の総量を一定とした上で、各気体燃料供給装置の設置区間内における空気量を測定し、その測定結果に応じて気体燃料の供給量を増減してやることによって、気体燃料供給効果を最大限に発現させることとした。

[0035] ここで、焼結機に供給する気体燃料の総量を一定とする理由は、上流側の気体燃料の濃度を所定の濃度と定めるために、全気体燃料供給装置からの気体燃料の供給量を増加させることは、下流側に対しては必要以上に気体燃料を供給することとなり、逆効果となることその他、燃料コストの上昇を招くからである。

[0036] なお、上記気体燃料の総量は、燃焼熱に換算して、 $18 \sim 41 \text{ MJ} / \text{t-s}$ の範囲として供給するのが好ましい。 $18 \text{ MJ} / \text{t-s}$ 未満では、気体燃料供給による焼結鉱の品質改善効果が十分に得られず、一方、 $41 \text{ MJ} / \text{t-s}$ を超えて添加しても上記の効果が飽和してしまうからである。より好ましくは $21 \sim 29 \text{ MJ} / \text{t-s}$ の範囲である。

[0037] また、上記気体燃料を供給した場合、炭材添加量がそのままでは、炭材と気体燃料の総燃焼熱量が増加し、挿入層内部の最高到達温度が 1400°C を超えるおそれがある。そのため、気体燃料の供給量に応じて、炭材の添加量を削減するのが好ましい。この場合の炭材削減量は、燃焼熱換算で、気体燃

料の供給量超えとするのが好ましく、例えば、2～5 倍の量を削減しても、本発明の効果を十分に得ることができる。したがって、本発明は、前述した高品質の焼結鉱が得られるという効果の他に、炭材使用量削減による炭酸ガス排出量の低減という効果もある。

[0038] また、各気体燃料供給装置の設置区間内における空気量に応じて気体燃料の供給量を増減してやる理由は、図 1 2 に示した結果に対応し、上流側の気体燃料供給装置からの気体燃料供給量を多くし、下流側の気体燃料供給装置からの気体燃料供給量を多くすることによって、装入層内に導入される気体燃料の濃度を機長方向で均一化し、上流側においても所期した気体燃料供給効果を発現させるためである。

[0039] ここで、気体燃料供給効果を十分に発現させるためには、各気体燃料供給装置から供給する気体燃料の量は、各装置の設置区間内における空気量に比例する量以上とすることが好ましいが、さらに、装入層上層部の熱量不足を効果的に補償してやるためには、各装置の設置区間内における空気量の 2 乗に比例する量以上とするのがより好ましい。ただし、5 乗に比例する量を超えると、気体燃料の燃焼位置が炭材の燃焼位置に近い上流側のみ（例えば、図 1 2 の # 1 のみ）に過剰に気体燃料を供給することになる、すなわち、燃焼位置が重なるため、温度上昇効果が大きくなって最高到達温度が上がり過ぎたり、高濃度の気体燃料の燃焼によって空気中の酸素が消費され、装入層中の粉コークスの燃焼に用いられる酸素の不足を招いたりするおそれがあることから、上限は 5 乗程度とするのがより好ましい。なお、上記比例させる量は、厳密である必要はなく、± 2 0 % 程度の範囲内であれば、焼結機の特性に合わせて、適宜、調整してもよい。

[0040] また、装入層内に導入する空気中に含まれる気体燃料は、その気体燃料の燃焼下限濃度以下であることが好ましい。希釈した気体燃料を供給する方法は、予め気体燃料を燃焼下限濃度以下に希釈した空気を供給する方法、気体燃料を高速で空気中に噴出させて瞬時に燃焼下限濃度以下に希釈させる方法のいずれでもよい。希釈気体燃料の濃度が燃焼下限濃度より高いと、装入層

上方で燃焼してしまい、気体燃料を供給する効果が失われてしまったり、火災や爆発を起こしたりするおそれがある。また、希釈気体燃料が高濃度であると、焼結が完了した焼結層内の低温度域で燃焼するようになるため、高温域保持時間の延長に有効に寄与し得ないおそれがあるからである。好ましくは、希釈した気体燃料の濃度は、大気中の常温における燃焼下限濃度の $3/4$ 以下、より好ましくは燃焼下限濃度の $1/5$ 以下、さらに好ましくは燃焼下限濃度の $1/10$ 以下である。ただし、希釈気体燃料の濃度が、燃焼下限濃度の $1/100$ 未満では、燃焼による発熱量が不足し、焼結鉋の強度向上と歩留りの改善効果が得られないため、下限は燃焼下限濃度の 1% とする。これを、天然ガス（LNG）についてみると、LNGの室温における燃焼下限濃度は $4.8\text{ vol}\%$ であるから、希釈気体燃料の濃度は $0.05 \sim 3.6\text{ vol}\%$ の範囲が好ましく、 $0.05 \sim 1.0\text{ vol}\%$ の範囲がより好ましく、 $0.05 \sim 0.5\text{ vol}\%$ の範囲がさらに好ましいことになる。

実施例

[0041] 前述した表2に示したA、Bの実機焼結機において、焼結熱源として、炭材の他に気体燃料を供給して焼結操業を行うに際して、本発明を適用し、機長方向に3基直列に設置された各気体燃料供給装置からの気体燃料の供給量を、図12に示した各気体燃料供給装置設置区間内における風速（空気量）に応じて、表3に示すように1乗～6乗に比例させて気体燃料の供給量を変化させた。なお、供給する気体燃料としてはLNGを用い、希釈後の気体燃料の濃度は、 $0.4\text{ vol}\%$ 一定となるようにした。また、本発明の適用の効果は、各焼結機の排鉋部から排出された焼結ケーキのタンブラー強度TI（JIS M8712）を測定することにより行った。

[0042]

[表3]

No.	焼結機	各気体燃料供給装置の気体燃料供給比率				T I 強度 向上率 (%)	備 考
		# 1	# 2	# 3	比率決定方法		
1	A	0.33	0.33	0.33	均 一	—	比較例
2	A	0.37	0.33	0.30	1 乗に比例	1.8	発明例
3	A	0.45	0.31	0.2	3 乗に比例	2.7	発明例
4	A	0.56	0.26	0.18	6 乗に比例	1.1	発明例
5	B	0.33	0.33	0.33	均 一	—	比較例
6	B	0.38	0.31	0.31	1 乗に比例	1.7	発明例
7	B	0.53	0.24	0.23	4 乗に比例	2.8	発明例
8	B	0.62	0.20	0.18	6 乗に比例	1.0	発明例

[0043] 上記各焼結条件の評価結果を、各焼結機における本発明を適用する前、すなわち、3基の各気体燃料供給装置からの気体燃料の供給量を均等（0.33）としていた場合と比較した、タンブラー強度 T I の向上代として表 3 中に示した。この結果から、3基の気体燃料供給装置からの気体燃料の供給量を、各気体燃料供給領域において装入層内に吸引される空気量に応じて変化させることにより、焼結鉱のタンブラー強度、言い換えれば焼結鉱の成品歩留りを大幅に向上することができることがわかる。なお、参考として、図 13 および図 14 には、焼結機 A および B のそれぞれにおける本発明適用前（No. 1, No. 5）の焼結機の生産率とタンブラー強度 T I との関係と、本発明適用後（No. 2～4, No. 6～8）の焼結機の生産率とタンブラー強度 T I との関係を対比して示した。これらの図からも、本発明の効果は明らかである。

産業上の利用可能性

[0044] 本発明の焼結技術は、製鉄用、特に高炉用原料として使用される焼結鉱の製造技術として有用であるばかりでなく、その他の鉱石塊成化技術としても利用することができる。

符号の説明

- [0045] 1 : 原料ホッパー
 2、3 : ドラムミキサー
 4 : 床敷鉢ホッパー
 5 : サージホッパー
 6 : ドラムフィーダー
 7 : 切り出しシュート
 8 : パレット
 9 : 装入層
 10 : 点火炉
 11 : ウインドボックス (風箱)
 12 : カットオフプレート

請求の範囲

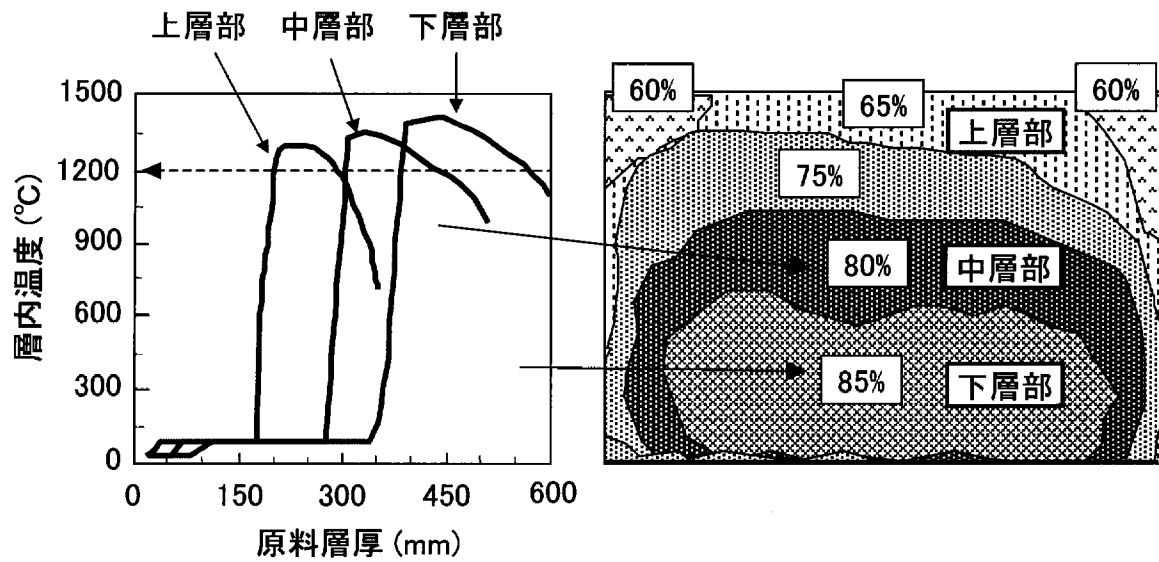
- [請求項1] 循環移動するパレット上に粉鉱石と炭材を含む焼結原料を装入して装入層を形成し、その装入層表面の炭材に点火するとともに、点火炉の下流に機長方向に複数設置された気体燃料供給装置から供給した気体燃料を含む装入層上方の空気をパレット下に配設されたウインドボックスで吸引して装入層内に導入し、装入層内において前記気体燃料と炭材を燃焼させて焼結鉱を製造する方法において、
前記気体燃料供給装置から供給される気体燃料の総供給量を一定とし、かつ、各気体燃料供給装置から供給する気体燃料の供給量を、各気体燃料供給装置の設置された領域において装入層内に吸引される空気量に応じて気体燃料の供給量を増減することを特徴とする焼結鉱の製造方法。
- [請求項2] 前記気体燃料供給装置から供給される気体燃料の量を、各気体燃料供給装置の気体燃料供給領域において装入層内に吸引される空気量に比例する量以上とすることを特徴とする請求項1に記載の焼結鉱の製造方法。
- [請求項3] 前記気体燃料供給装置から供給される気体燃料の供給量を、各気体燃料供給装置の気体燃料供給領域において装入層内に吸引される空気量の2乗に比例する量以上とすることを特徴とする請求項1または2に記載の焼結鉱の製造方法。
- [請求項4] 前記装入層内に導入される空気に含まれる気体燃料を燃焼下限濃度以下とすることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の焼結鉱の製造方法。
- [請求項5] 前記気体燃料の総供給量を、燃焼熱換算で、 $18 \sim 41 \text{ MJ} / \text{t} - \text{s}$ の範囲とし、かつ、燃焼熱換算で、前記気体燃料の総供給量を超える量の炭材を削減することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の焼結鉱の製造方法。

[illegible]

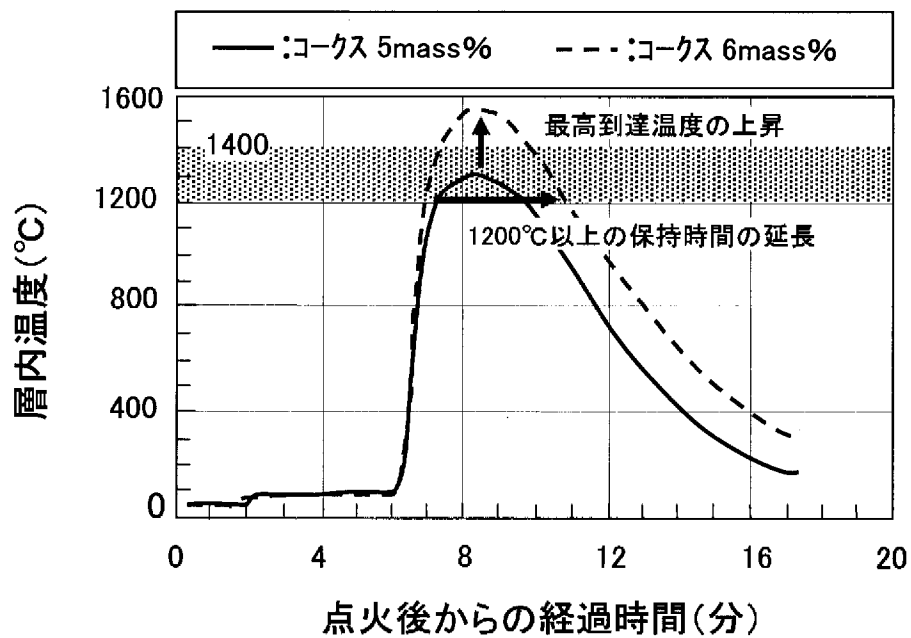
Figure 1 is a graph showing the relationship between temperature (°C) and ventilation resistance (mmH₂O) for a 40% reduction in ventilation resistance. The graph includes two curves: '温度' (Temperature) and '圧損' (Pressure Loss). The temperature curve starts at approximately 750°C at 0 mmH₂O and decreases to about 400°C at 1000 mmH₂O. The pressure loss curve starts at approximately 230 mmH₂O at 0 mmH₂O and increases to about 320 mmH₂O at 1000 mmH₂O. The area between the two curves is shaded with a cross-hatch pattern. The x-axis is labeled '温度(°C)' and '通気抵抗(mmH₂O)'. The y-axis is labeled '層厚(mm)'.

Figure 1 consists of two parts. The left part is a cross-sectional photograph of a combustion furnace. It shows three distinct layers: the top layer is labeled '焼結ケーキ' (Sinter cake), the middle layer is labeled '燃焼溶融帯' (Combustion melting band), and the bottom layer is labeled '湿潤帯' (Moisture band). A large downward-pointing arrow is positioned in the center of the middle layer. The right part is a line graph showing Temperature (°C) on the x-axis (ranging from 0 to 1500) versus Bed Depth (mm) on the y-axis (ranging from 0 to 600). Two curves are plotted: a solid line for '高生産時' (High production time) and a dashed line for '低生産時' (Low production time). The high production curve shows a sharp temperature drop from about 1500°C at 0 mm depth to about 1000°C at 300 mm depth, followed by a gradual decrease. The low production curve shows a more gradual temperature drop from about 1500°C at 0 mm depth to about 1000°C at 300 mm depth. A vertical line is drawn at approximately 1200 mm depth, indicating the position of the melting band. The temperature difference between the two curves at this depth is labeled T_1 , and the temperature difference between the peak and the bottom is labeled T_2 .

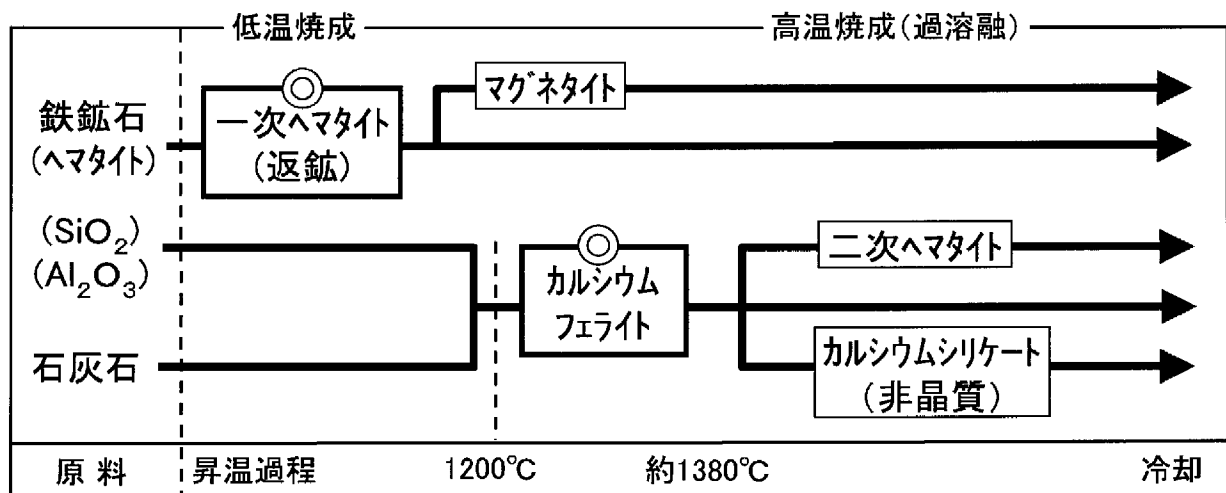
[図5]



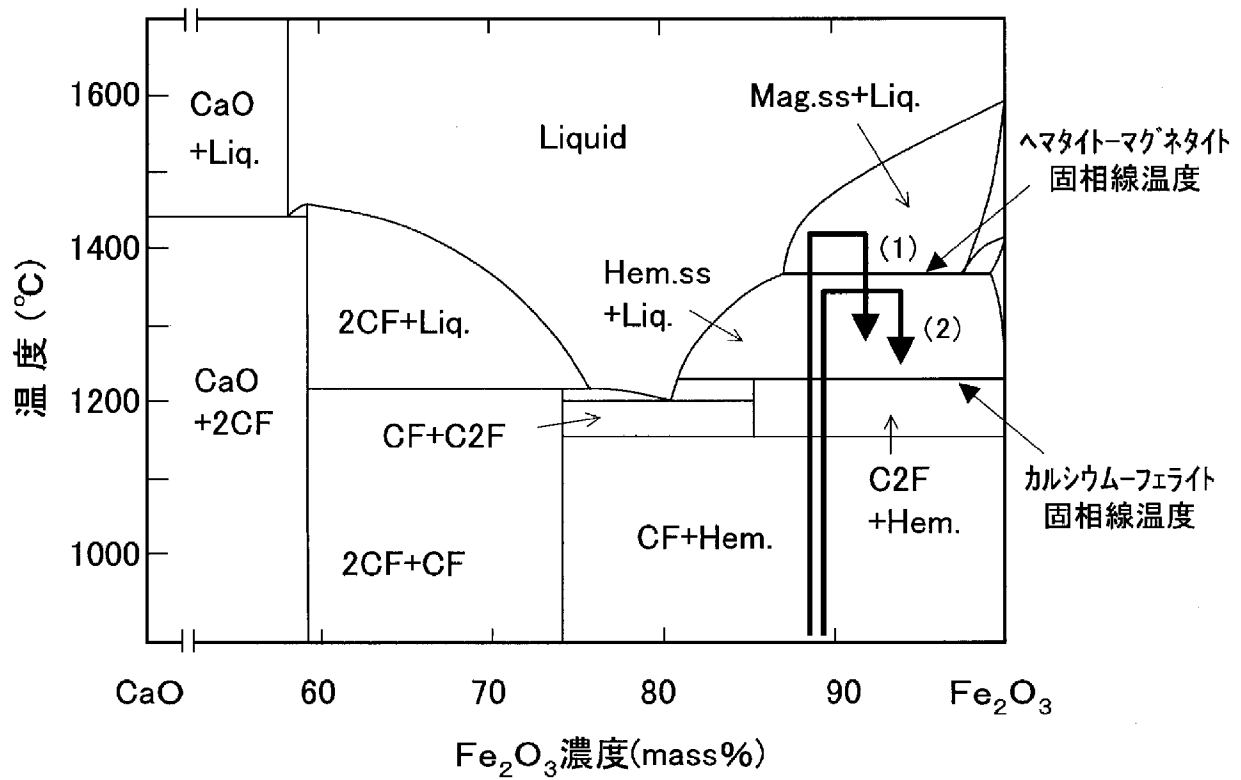
[図6]



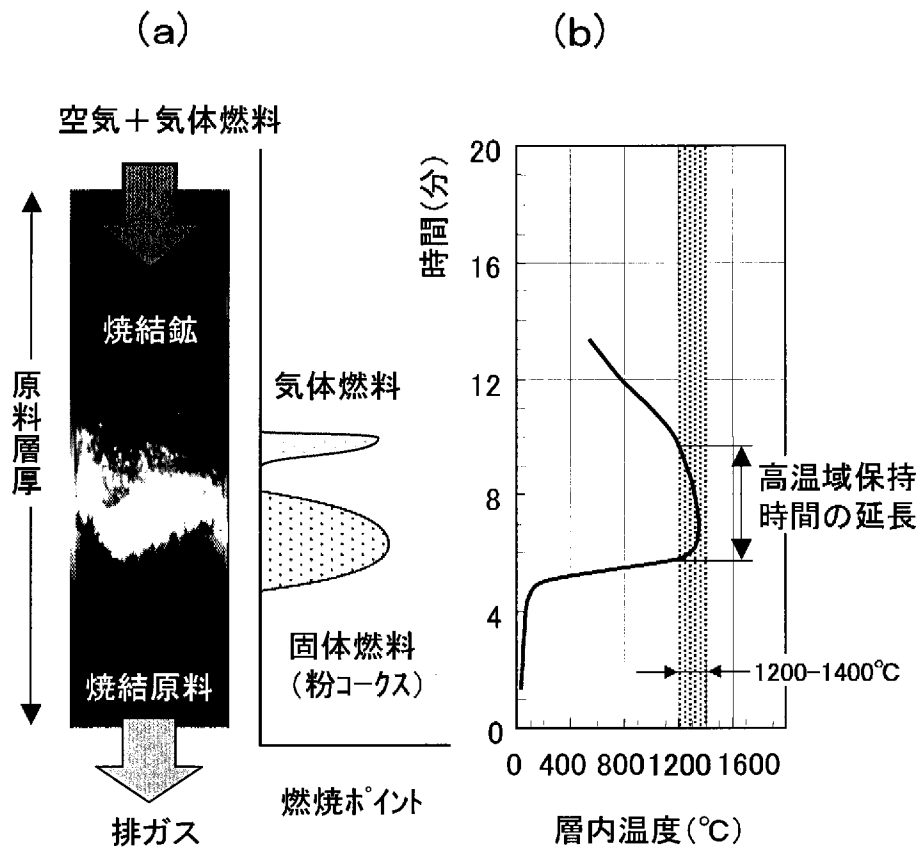
[図7]



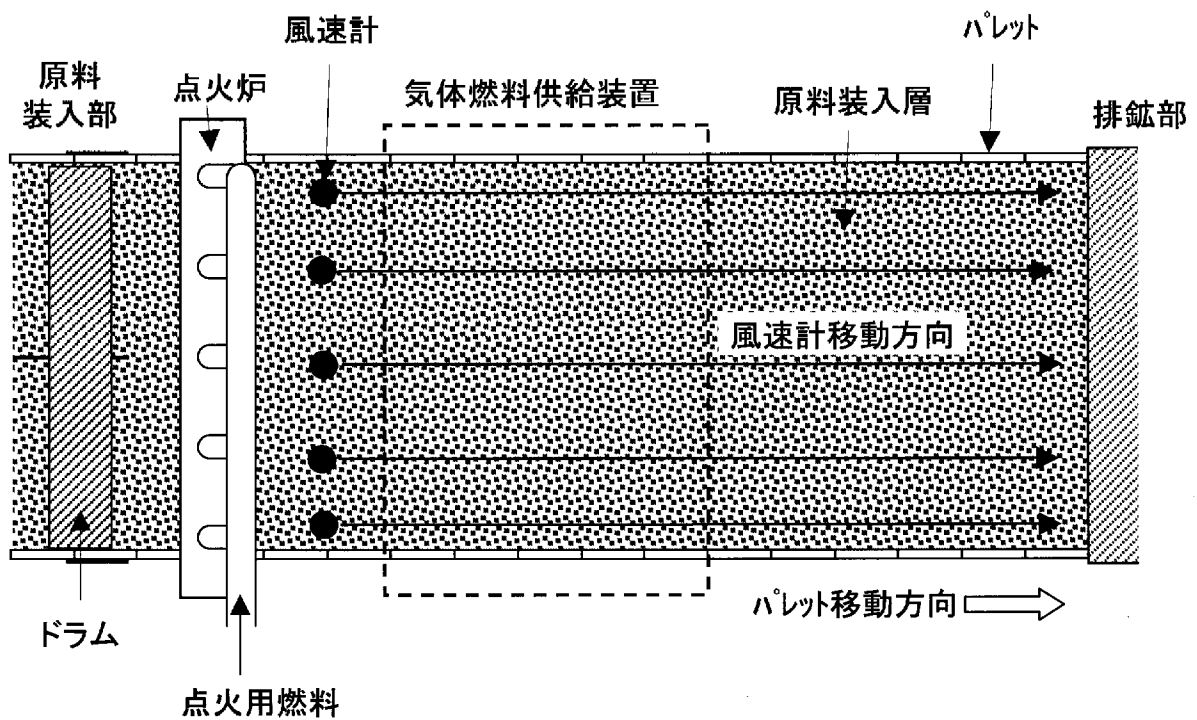
[図8]



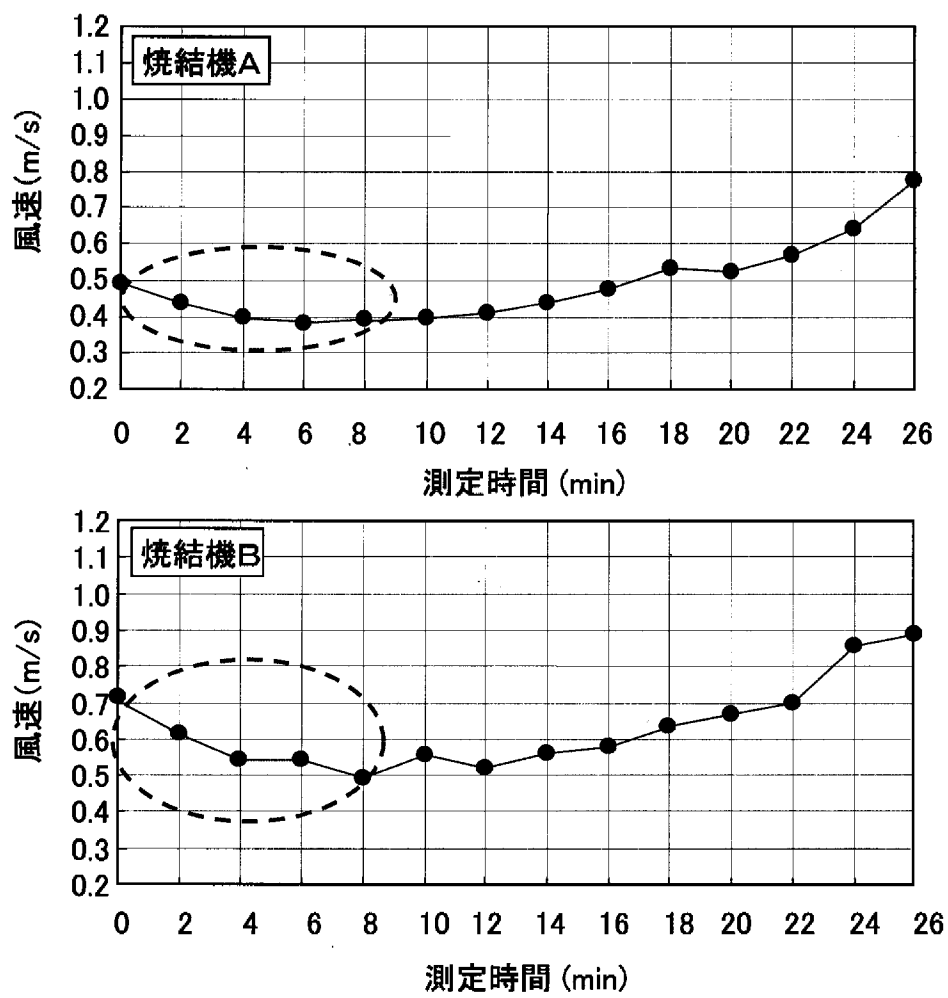
[図9]



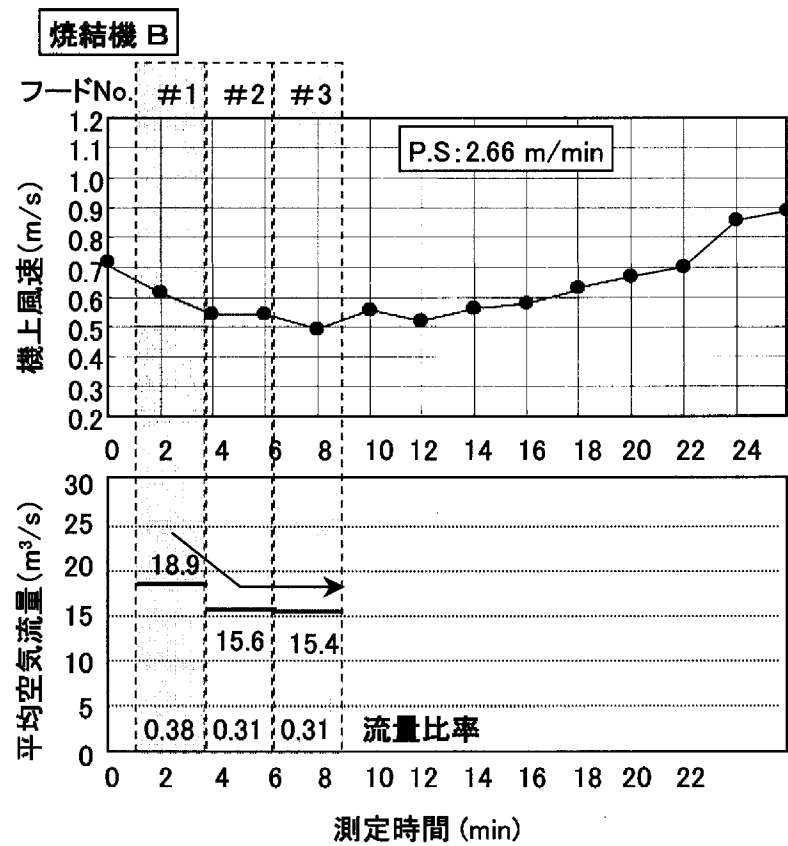
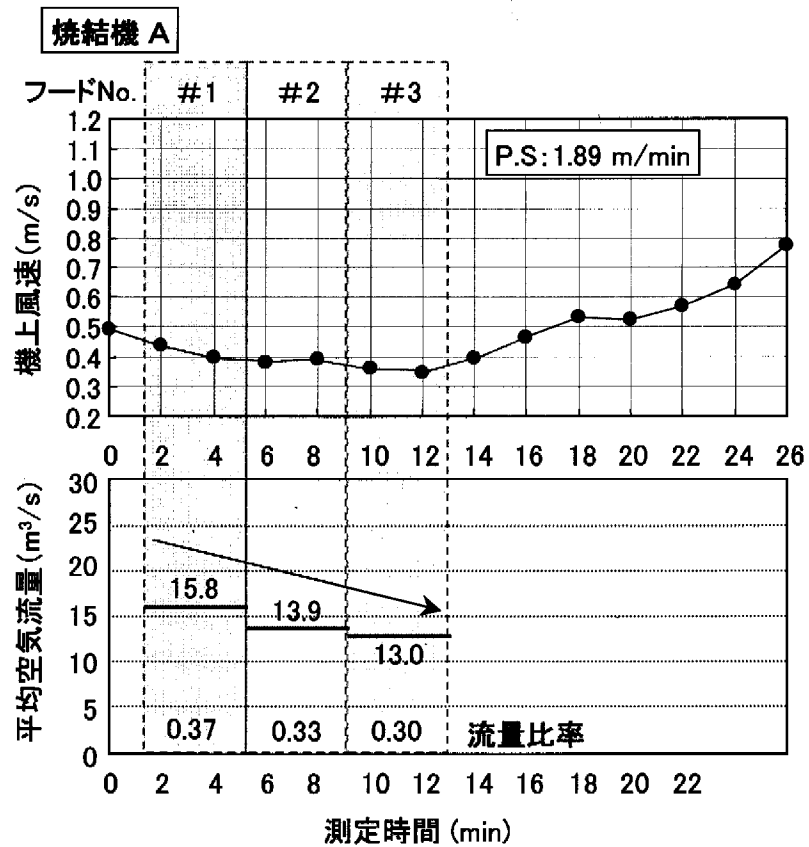
[図10]



[図11]

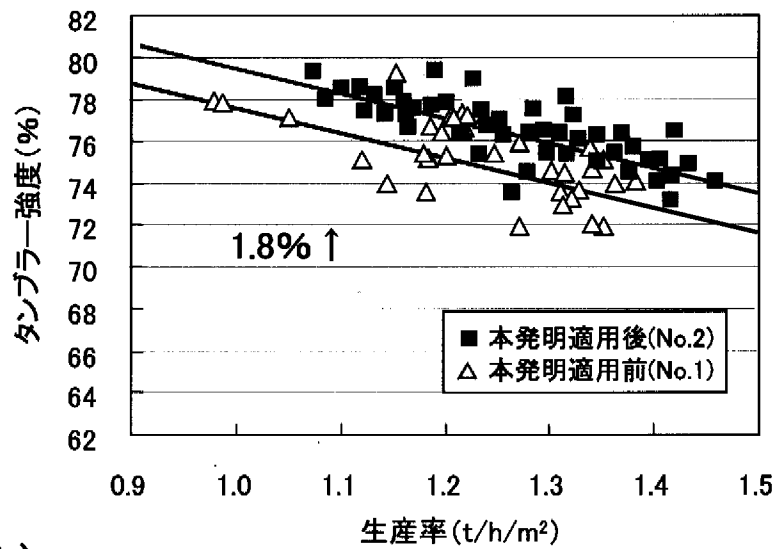


[図12]

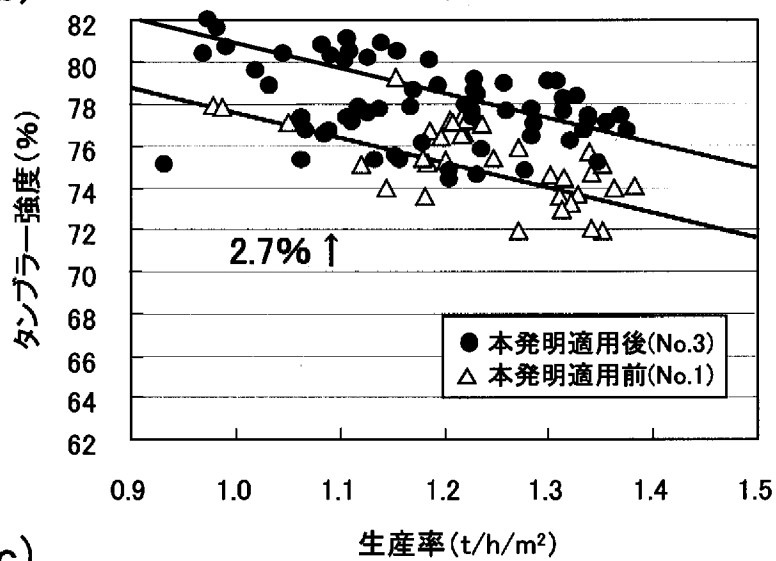


[図13]

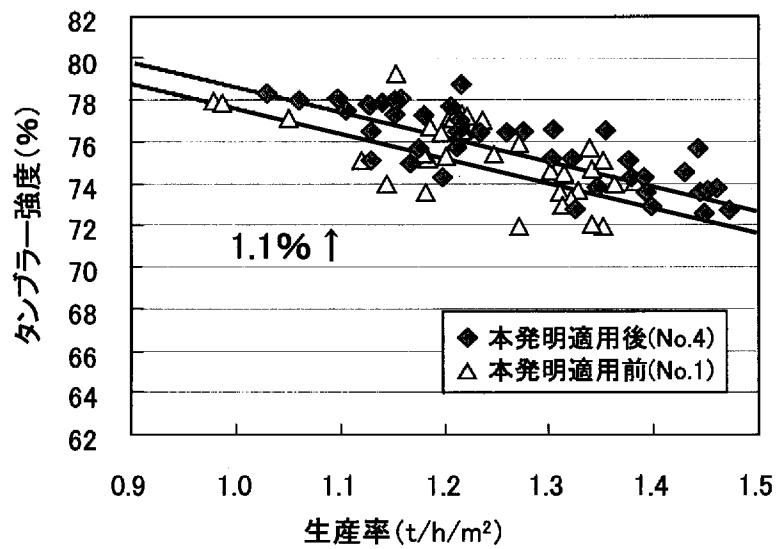
(a)



(b)

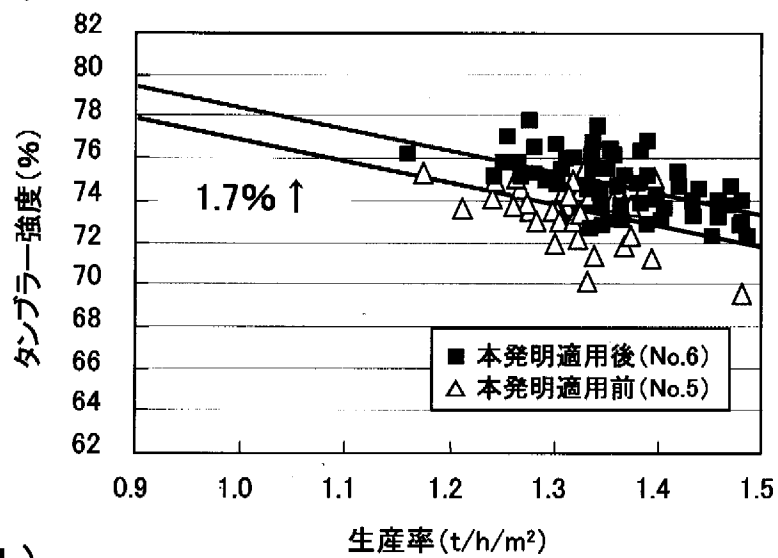


(c)

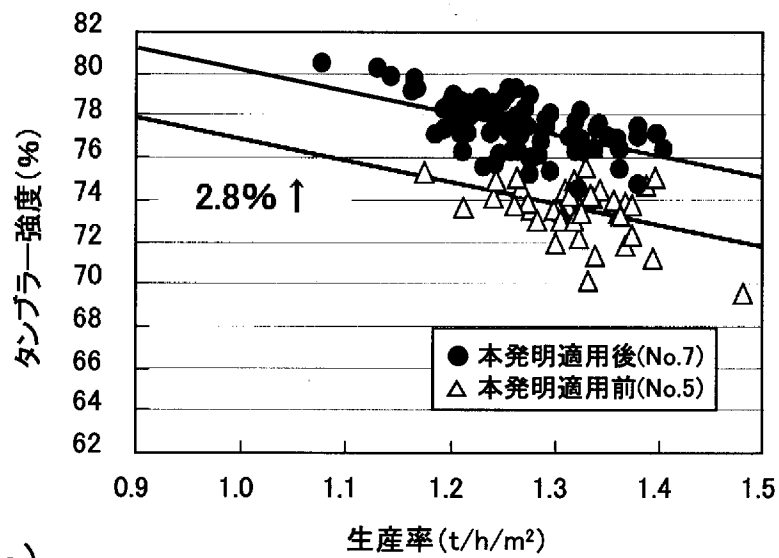


[図14]

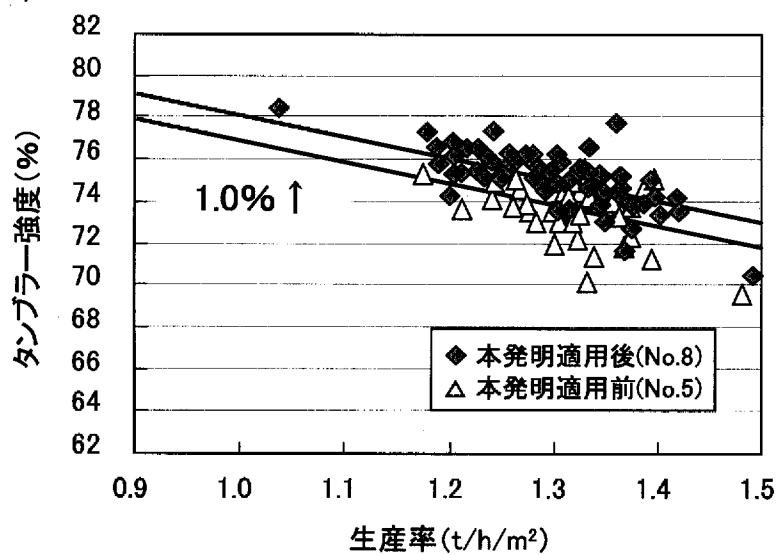
(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/063353

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22B1/20 (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)

C22B1/20

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
A	JP 2008-291362 A (JFE Steel Corp.), 04 December 2008 (04.12.2008), paragraphs [0027], [0039] to [0041] (Family: none)	1-5
A	JP 2008-291354 A (JFE Steel Corp.), 04 December 2008 (04.12.2008), claims (Family: none)	1-5
A	JP 2010-126802 A (JFE Steel Corp.), 10 June 2010 (10.06.2010), claims & EP 2365101 A1 & WO 2010/064717 A1 & CN 102232120 A & TW 201033373 A & KR 10-2011-0084321 A & AU 2009323269 A	1-5

☐ 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
07 August, 2013 (07.08.13)

Date of mailing of the international search report
20 August, 2013 (20.08.13)

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. C22B1/20(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. C22B1/20

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
A	JP 2008-291362 A（J F E スチール株式会社）2008.12.04, 段落【0027】、【0039】－【0041】（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2008-291354 A（J F E スチール株式会社）2008.12.04, 特許請求の範囲（ファミリーなし）	1-5
A	JP 2010-126802 A（J F E スチール株式会社）2010.06.10, 特許請 求の範囲 & EP 2365101 A1 & WO 2010/064717 A1 & CN 102232120 A & TW 201033373 A & KR 10-2011-0084321 A & AU 2009323269 A	1-5

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

0 7 . 0 8 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 8 . 2 0 1 3

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）

池ノ谷 秀行

4 E

4 1 4 2

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