

(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9日(09.01.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/007152 A1

- (51) 国際特許分類:
C21B 5/00 (2006.01) C21B 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/067788
- (22) 国際出願日: 2013年6月28日(28.06.2013)
- (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 2012-149384 2012年7月3日(03.07.2012) JP
特願 2013-077526 2013年4月3日(03.04.2013) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社 (JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藤原 大樹 (FUJIWARA Daiki); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 村尾 明紀 (MURAO Akinori); 〒1000011 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 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, 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 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

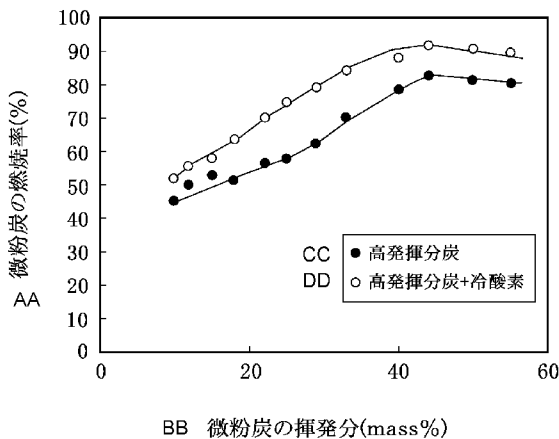
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: METHOD FOR OPERATING BLAST FURNACE

(54) 発明の名称: 高炉操業方法

[図7]



- AA Degree of combustion of pulverized coal (%)
- BB Volatile content of pulverized coal (mass%)
- CC High-volatile-content coal
- DD High-volatile-content coal + cool oxygen

(57) Abstract: [Problem] To propose a method for operating a blast furnace, the method making it possible to improve the degree of combustion of pulverized coal blown into the furnace from the tuyeres and to reduce the reducing-material unit. [Solution] A method for operating a blast furnace into which a solid reducing material is blown also from the tuyeres through the lances, wherein when the amount of the solid reducing material to be blown from the tuyeres is 150 kg/t or larger per ton of the pig iron, double-pipe lances are used as the lances to blow the solid reducing material into the furnace through each inner pipe and blow 100°C or lower oxygen into the furnace through the space between each inner pipe and the outer pipe and pulverized coal is used as the solid reducing material to be blown into, the pulverized coal having an average volatile content that is higher than 25 mass% but not higher than 50 mass%.

(57) 要約: 【課題】羽口から吹き込まれる微粉炭の燃焼率の向上及び還元材原単位の低減を可能とする高炉操業方法を提案する。【解決手段】羽口からもランスを介して吹き込む高炉の操業方法において、羽口から吹き込む前記固体還元材の吹き込み量が銑鉄1トン当たり150kg/t以上の場合に、前記ランスとして二重管ランスを用い、その内管からは該固体還元材を吹き込むと共に、内管と外管との間からは100°C以下の酸素を吹き込み、かつ吹き込み用固

体還元材としては平均揮発分が25mass%超50mass%以下の微粉炭を用いる。

WO 2014/007152 A1

明 細 書

発明の名称：高炉操業方法

技術分野

[0001] 本発明は、高炉操業方法に関し、特に、微粉炭などの固体還元材を高炉の羽口から吹き込んで、生産性の向上と還元材原単位の低減を図る上で有効となる高炉の操業方法である。

背景技術

[0002] 近年、炭酸ガス排出量の増加による地球温暖化が問題となっており、このことは製鉄業においても重要な課題となっている。この課題に対し、最近の高炉では、低還元材比（低 R A R : Reduction Agent Ratio の略で、銑鉄 1 トン製造当たりの、羽口から吹き込まれる還元材と炉頂から装入されるコークスの合計量のこと）操業が推進されている。高炉は、還元材として主にコークス及び微粉炭を使用している。従って、前述した低還元材比と炭酸ガス排出量の抑制を達成するには、前記微粉炭の燃焼率を向上させると共に、炉内に発生する粉の量を低減して炉内の通気性を改善する方法が有効であると考えられる。

[0003] この点、特許文献 1 は、L N G (Liquefied Natural Gas) と微粉炭との混焼によって微粉炭の燃焼率が向上させる方法を提案している。また、特許文献 2 は、揮発分の多い微粉炭を使用することで、その揮発分によって微粉炭の燃焼を促進させる方法を提案している。特許文献 3 では、羽口内に縮径部を設けて対処する方法を提案している。特許文献 4 では、羽口ランスから固体還元材と酸素を同時に吹き込むことにより微粉炭の燃焼性を向上させる方法を提案している。また、特許文献 5 では、微粉炭の燃焼率の改善を目的として酸素を用いるときに、その酸素の温度を高くして微粉炭の燃焼効率を向上させる方法について提案している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-233332号公報

特許文献2：特開2002-241815号公報

特許文献3：特許第3644856号公報

特許文献4：特許第4074467号公報

特許文献5：特開平8-260010号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、前記特許文献1に開示のLNGを使用する方法は、LNGが高価であること、しかも、微粉炭の燃焼率を向上させるために多量のLNGが必要になるという問題がある。また、前記特許文献3に開示の方法では、羽口の改造が必要となって設備コストの増大を招く。

[0006] 前記特許文献2に開示の高炉操業方法は、揮発分の低い微粉炭を羽口から吹き込む方法に比べれば、微粉炭の燃焼率が向上して還元材原単位の低減に効果がある。しかしながら、このような方法では、燃焼率は向上するものの、燃焼速度の上昇により燃焼点が炉壁側へと移るため、炉壁からの抜熱が増加し、高炉の熱効率が低下する。また、この方法では、急激なガスの膨張による羽口先の圧力損失が上昇して送風圧力が増大し、ランニングコストが増加する。

[0007] 本発明の目的は、抜熱や圧力損失を招くことなく、固体還元材の燃焼率を向上させることのできる高炉操業方法を提案することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するための方法として、本発明は、固体還元材を炉頂から装入する一方、羽口からもランスを介して吹き込む高炉の操業方法において、羽口から吹き込む前記固体還元材の吹き込み量が銑鉄1トン当たり150kg/t以上の場合に、前記ランスとして二重管ランスを用い、その内管からは該固体還元材を吹き込むと共に、内管と外管との間からは100℃以下の酸素を吹き込み、かつ吹き込み用固体還元材としては平均揮発分が25mass%超50mass%以下のものを用いることを特徴とする高炉操業方

法を提案する。

- [0009] ところで、特許文献4は、上述したように、羽口から高炉内に固体還元材（微粉炭）と酸素を同時に吹き込み、その微粉炭の燃焼性を向上させる方法を提案している。しかし、この方法では、揮発分の低い微粉炭を使用している。それは、揮発分の低い微粉炭は発熱量が高いため、このような低揮発分炭を用いると、炉下部における燃焼性を向上させることができ、ひいては炉下部の温度維持に使用されるコークスを削減することができるからであるとしている。
- [0010] しかしながら、銑鉄1トン当たりの羽口からの微粉炭吹き込み量（以下、「微粉炭比」という）が150kg/t以上の場合、あるいはまた、コークス強度 $[D_{15}]$ が85%以下の場合には、吹き込み微粉炭による発熱よりも炉内粉の増加の方が還元材比に与える影響が大きいため、むしろ高揮発分の微粉炭を使用する方が有利になる。
- [0011] また、発明者らは、高炉炉頂部から高炉内に装入するコークスの強度については、次のような知見を得た。高炉操業ではコークス強度が低いほど、炉内の荷重や摩擦の影響によって15mm以下のコークス粉を発生しやすくなる。そのコークス粉の量が、ソリューションロス反応（固体炭素が二酸化炭素と反応して一酸化炭素を生じる反応）で消費される量よりも多くなると、該コークス粉の一部が炉下部の中心領域（以下、「炉芯」という）に堆積するようになる。もし、そのコークス粉の堆積量が増加すると、羽口より吹き込まれる熱風が炉芯部を通るのではなく、炉壁側を通る（以下、この現象を「偏流」という）ようになる。このようにして熱風の流れが炉壁側に偏流すると、炉壁からの抜熱量が増加したり、還元ガスと鉱石との反応効率の低下が生じて還元材比の増加を招く。
- [0012] このとき、羽口からの吹き込み微粉炭比が増加すると、炉内に流入する未燃チャーも増加する。もし、この未燃チャーがソリューションロス反応で優先的に消費されると、ソリューションロスで消費されずに炉芯に堆積する前記コークス粉の量が増加することになる。従って、高炉炉頂から装入するコ

ークスの強度[DI^{150}_{15} [%]]が85以下、かつ羽口からの微粉炭の吹き込み量が150kg/t（銑鉄）以上であるような場合、微粉炭の燃焼率を改善することによって未燃チャーの炉内流入量を低減させることができるようになり、還元材比の低減に有利となる。

[0013] なお、前記特許文献5では、酸素温度を高くすることが微粉炭の燃焼について望ましいと述べられている。しかし、ランスの耐久性を考えた場合、酸素の温度を高温にすると、後で述べるように、ランスの表面温度も高くなり、ランスの変形や溶損が生じ、微粉炭の吹き込み不良や羽口損耗といったトラブルの原因となる。そのため、ランスから吹き込む酸素の温度は、ランスの変形が生じる温度以下に調整することが望ましい。

[0014] 以上のことから、本発明に係る前記高炉操業方法においては、以下のような構成にすることがより好ましい。

(1) 炉頂から装入される前記固体還元材は、JIS K2151に記載の試験方法によって測定された強度： DI^{150}_{15} [%]が85以下のコークスであること、

(2) 吹き込み用の前記固体還元材は、その中に、揮発分が30mass%～60mass%である固体還元材を、10mass%以上含むものを用いること、

(3) 吹き込み用の前記固体還元材は、微粉炭であること、

発明の効果

[0015] 本発明の高炉操業方法によれば、前記微粉炭比が150kg/t（銑鉄：以下は省略する）以上、かつ高炉の炉頂から装入されるコークスの強度[DI^{150}_{15} [%]]が85以下である場合、二重管ランスを用いて、その内管からは固体還元材を吹き込み、内管と外管との間からは100℃以下の酸素を吹き込むこととし、このとき該固体還元材として、平均揮発分が25mass%超50mass%以下のものを用いるので、炉壁からの抜熱や炉下部の圧力損失を招くことなく、固体還元材の燃焼率を向上させることができる。その結果、本発明方法を採用すれば、高炉の操業コストの低減、設備コストの低減

などを図ることができる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]本発明の高炉操業方法が適用される高炉の一実施形態を示す縦断面図である。
- [図2]ランスから微粉炭だけを吹き込んだときのその燃焼状態の説明図である。
- [図3]微粉炭吹き込み時の燃焼メカニズムの説明図である。
- [図4]揮発分の高い微粉炭吹き込み時の燃焼メカニズムの説明図である。
- [図5]揮発分の高い微粉炭と冷酸素とを同時に吹き込んだときの燃焼メカニズムの説明図である。
- [図6]燃焼実験装置の説明図である。
- [図7]燃焼実験結果における微粉炭の揮発分と燃焼率の関係を示すグラフである。
- [図8]燃焼実験結果におけるの微粉炭の揮発分と炉壁からの抜熱量の関係を示すグラフである。
- [図9]燃焼実験結果におけるの微粉炭の揮発分と炉下部の圧力損失の関係を示すグラフである。
- [図10]微粉炭比とコークス置換率との関係を示すグラフである。
- [図11]微粉炭比とコークス置換率との関係を示すグラフである。
- [図12]酸素温度とランス表面温度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

- [0017] 以下、本発明に係る高炉操業方法の一実施形態について図面を参照して説明する。図1は、本実施形態の高炉操業方法が適用される高炉1の全体図である。この高炉1はボッシュ部に羽口3が配置されており、その羽口3には、熱風を送風するための送風管2が接続されている。図2に示すように、この送風管2には固体燃料等を吹き込むためのランス4が取付けてある。羽口3からの熱風吹き出し方向前方にある炉内のコークス堆積層部分には、レースウェイ5と呼ばれる燃焼空間が形成されている。溶銑は、主として、この

燃焼空間において生成する。

[0018] 図2は、前記ランス4から羽口3を通じて固体還元材である微粉炭6だけを炉内に吹き込んだときの燃焼状態を模式的に示した図である。この図に示すように、ランス4から羽口3を通過してレースウェイ5内に吹き込まれた微粉炭6の揮発分や固定炭素は、炉内堆積コークス7と共に燃焼し、燃焼しきれずに残る炭素と灰分の集合体、即ち、チャーが、レースウェイ5から未燃チャー8として排出される。なお、前記羽口3の熱風吹き出し方向の前方における該熱風の速度は約200m/secである。一方、ランス4の先端部からレースウェイ5内に到達するまでの距離、即ち、O₂が存在する領域は、約0.3~0.5mである。従って、吹き込み微粉炭粒子の昇温や該微粉炭とO₂との接触（分散性）は、実質的に1/1000秒という短時間で反応させることが必要となる。

[0019] 図3は、ランス4を介して送風管2内に微粉炭（図中のPC：Pulverized Coal）6のみを吹き込んだ場合の燃焼メカニズムを示すものである。前記羽口3からレースウェイ5内に吹き込まれた微粉炭6は、レースウェイ5内の火炎からの輻射伝熱によって粒子が加熱され、さらに輻射伝熱、伝導伝熱によって粒子が急激に温度上昇し、300℃以上昇温した時点から熱分解を開始し、揮発分に着火して燃焼し（火炎が形成され）、1400~1700℃の温度に達する。揮発分を放出した微粉炭は前記チャー8となる。このチャー8は、主に固定炭素で構成されているので、前記燃焼反応と共に炭素溶解反応も生じる。

[0020] 図4は、ランス4を介して送風管2内に揮発分の高い微粉炭6を吹き込んだ場合の燃焼メカニズムを示したものである。このように揮発分の高い微粉炭6を吹き込んだ場合、揮発分の増加によって、微粉炭6の着火が促進されると共に、揮発分による燃焼量の増加が起こる。その結果、微粉炭の昇温速度と最高温度とが上昇して、該微粉炭の分散性が上がると共に、温度の上昇によってチャーの反応速度が向上する。このとき微粉炭6は揮発分の気化膨張によって分散すると共に揮発分の燃焼をもたらし、その燃焼熱によって該

微粉炭自身は急速に加熱されて昇温する。また、この場合の微粉炭の燃焼は、炉壁に近い位置で起こるため、羽口3からの抜熱と炉内の圧力損失が増大する。

[0021] 図5は、前記ランス4から送風管2内に揮発分の高い微粉炭6と100℃以下の低温酸素（以下、「冷酸素」という）とを同時に吹き込んだ場合の燃焼メカニズムを示したものである。このように揮発分の高い微粉炭6と冷酸素とを同時に吹き込むと、該冷酸素の影響により微粉炭の昇温速度が低下して着火が遅れる。しかし、その後は微粉炭近傍の高い酸素濃度により揮発分の燃焼速度が上がると同時に微粉炭の昇温も促されて該微粉炭の温度が上がり、それによってチャーの反応速度が上昇する。このように、冷酸素を吹き込んだ場合、当初は微粉炭の昇温速度が低下して燃焼が遅れるが、上述したように、微粉炭近傍の酸素濃度が高いため、微粉炭の温度が一定以上となると、やがて微粉炭は急激に燃焼し、最終的には微粉炭の燃焼率は却って向上することになる。このようなメカニズムによって、燃焼率の向上と、燃焼が遅れることによって起こる炉壁からの抜熱及び炉内圧力損失の増大の防止とが達成される。即ち、ランス4から吹込む酸素の温度を100℃以下とすることにより、高温の酸素を供給した場合のランスの変形や溶損、急激な燃焼による送風管2内の圧力損失の増大を防止するだけでなく、燃焼率の向上作用と炉壁からの抜熱防止作用を両立することができるようになる。

[0022] 発明者らは、このような知見に基づき、図6に示す高炉を模した燃焼実験装置を用いて燃焼実験を行った。この実験装置で使用した実験炉11は、内部にコークスが充填され、覗き窓を設けてレースウェイ15の内部を観察できるようにしたものである。そして、この実験炉11にはまた、送風管12が取付けられており、外部設置の燃焼バーナ13で発生させる熱風をこの送風管12を介して実験炉11内に送風できると共に、送風中への酸素富化量の調整をすることができる。なお、この送風管12内にはランス14が挿入される。そのランス14は、微粉炭及び酸素の何れか一方又は双方を該送風管12内に吹き込むために用いられる。実験炉11内で発生する

排ガスは、サイクロンと呼ばれる分離装置 16 を介して排ガスとダストに分離され、その排ガスは助燃炉などの排ガス処理設備に送給し、ダストは捕集箱 17 に捕集する。

[0023] 前記装置を用いる燃焼実験に当たっては、前記ランス 14 として、単管ランスと二重管ランスを用いた。実験は、単管ランスを用いて微粉炭のみを吹き込んだ場合、二重管ランスを用いて微粉炭と酸素を同時に吹き込んだ場合のそれぞれについて、燃焼率、羽口抜熱、炉内圧力損失などを測定した。燃焼率は、レースウェイ 15 の後方からプローブで未燃チャーを回収してその重量変化より求めた。使用した微粉炭は、固定炭素 (FC: Fixed Carbon) 40~80 mass%、揮発分 (VM: Volatile Matter) 10~50 vol. %、灰分 (Ash) 7~12 mass% で、吹き込みの条件は、50 kg/h (溶銑原単位で 158 kg/t に相当) とした。また、ランス 14 からの酸素の吹き込みの条件は、12 Nm³/h (酸素富化 3% に相当) とした。コークスは、JIS K2151 に記載の試験方法で [DI¹⁵⁰₁₅[%]] 83 のものを用いた。送風の条件は、送風温度: 1200℃、流量: 350 Nm³/h、流速: 80 m/s、O₂ 富化は +3.7 (酸素濃度 24.7%、空气中酸素濃度 21% に対し、3.7% の富化) とした。

[0024] 実験結果の評価は、微粉炭の揮発分を種々に変更して、一本の単管ランスから微粉炭のみ (媒体として N₂ を使用) を吹き込んだ場合の燃焼率、羽口からの抜熱および炉内圧力損失と、そして、二重管ランスを用いて微粉炭と酸素を同時に吹き込んだ場合の燃焼率、羽口から抜熱、炉内圧力損失とについてそれぞれ評価した。

[0025] 図 7 は、吹き込み微粉炭の揮発分と燃焼率との関係を示したものである。この図に示すように、単管ランスから微粉炭のみ (高揮発分炭) を吹き込んだ場合、該微粉炭の揮発分が 25 mass% から燃焼率は大きく上昇し始め、45 mass% で最大となり、45 mass% 以上では燃焼率向上の効果が飽和した。これは、揮発分 45 mass% 以上では、揮発分の燃焼によって生じる熱が送風に逃げてしまうため、微粉炭の昇温に利用される熱が頭打

ちとなり、それ以上、燃焼速度が上昇しないからであると考えられる。

[0026] これに対して、微粉炭と燃焼率の関係は二重管ランスを用いて微粉炭（高揮発分散）と冷酸素を同時に吹き込んだ場合には、単管ランスから微粉炭のみを吹き込んだ場合に比べ、全体的に燃焼率が向上している。これは、微粉炭近傍の酸素濃度が高まったことにより、微粉炭の燃焼速度が上昇したからである。

[0027] 図8は、微粉炭の揮発分と羽口抜熱との関係を示したものである。この図に示すように、単管ランスから微粉炭のみを吹き込んだ場合、炉壁からの抜熱は揮発分の増加に伴って増加している。これは、揮発分の増加によって微粉炭の燃焼速度が上昇し、燃焼点が炉壁側へ移行したためと考えられる。

[0028] これに対して、前記の微粉炭の揮発分と羽口抜熱との関係は二重管ランスを用いて、高揮発分の微粉炭（高揮発分散）と冷酸素を同時に吹き込んだ場合には、単管ランスから微粉炭のみを吹き込んだ場合に比べ、炉壁からの抜熱が全体的に低下している。これは、冷酸素により微粉炭の昇温速度が低下し、燃焼点が炉内側へ移行したためである。

[0029] なお、上記実験に用いた冷酸素（ランスから吹込まれる100℃以下の酸素）は以下のようにして準備した。即ち、ランスから吹込む該冷酸素は、深冷分離処理によって得られたものをランス部分で20℃以下となるようにして用いた。なお、ランスの先端部分は、高温の送風管2内に挿入されているため、送風管2内の熱風や送風管2の壁面からの熱影響を受ける。従って、ランスから吹込まれる酸素の温度は不可避に上昇するものの、深冷分離によって得られた酸素を低温度のままランスに供給するので、結局、ランスから吹込まれる酸素の温度は100℃以下とすることができる。また、ランスの送風管2内への挿入深さを調整することによっても、ランスから供給される酸素の温度を調整することができる。このランスの挿入深さの調整によって、ランスから吹込む酸素の温度を100℃以下に調整することができる場合には、ランスへの供給酸素温度を20℃以下にする必要はない。

[0030] 図9は、吹き込み微粉炭の揮発分と炉内圧力損失の関係を示したものであ

る。この図に示すように、単管ランスから微粉炭のみを吹き込んだ場合、炉下部の圧力損失は、揮発分が29 mass%までは揮発分の増加に伴って低下し、29 mass%以上では揮発分の増加に伴って増加している。これは、揮発分が29 mass%までは未燃粉の低下により炉内の通気性が向上するのに対し、揮発分29 mass%以上では燃焼ガスが炉壁に偏って流れたためである。

[0031] これに対して、微粉炭の揮発分と炉内圧力との関係は二重管ランスを用いて高揮発分の微粉炭と冷酸素を同時に吹き込んだ場合には、単管ランスを用いて微粉炭のみを吹き込んだ場合に比べると、炉下部の圧力損失が全体的に低下しており、特に揮発分が30 mass%以上である微粉炭を吹き込んだときに低い圧力損失を維持している。これは、冷酸素により微粉炭の昇温速度が低下し、燃焼点が炉内側へ移行したことによりガスの偏流が抑制されたためである。このことから、平均揮発分が25～50 mass%の固体還元材（微粉炭）中には、揮発分が30～60 mass%の固体還元材（微粉炭）を、重量割合で10%以上混合することにより、圧力損失低減効果が確実に得られることがわかる。

[0032] 図10及び図11は、微粉炭比とコークス置換率の関係を示したものである。ここで、コークス置換率とは、高炉操業において微粉炭比を1 kg/t増加させた場合に低減可能なコークス比(kg/t)のことである。いずれも微粉炭比の増加によってコークス置換率が低下するが、これは、炉内における微粉炭の未燃粉が増加することにより、炉芯に堆積するコークス粉の量が増加し、炉内ガスが炉壁側に偏って流れるようになり、炉の反応及び熱交換効率が低下するためである。

[0033] 図10に示すように、高炉内に装入されるコークスの強度[DI₁₅₀[%]]が85以下である場合、羽口から吹き込まれる微粉炭比が150 kg/t以下では、微粉炭によるコークス置換率は高く維持されるが、該微粉炭比が150 kg/t超になると、微粉炭によるコークスの置換率は低下する。即ち、微粉炭比が150 kg/t超では、本発明でいうところの、平均揮発分が2

5 m a s s %を超える微粉炭（固体還元材）を使用すると、コークス置換率は高めを維持できる。これは、微粉炭比が小さい、つまり炉内ガスが偏流しない条件では、炉壁側、つまり羽口近傍での微粉炭の燃焼が促進されないため、微粉炭の揮発分が大きくても羽口近傍での熱量が小さいためにコークス置換率が小さくなることを意味している。

[0034] これに対し、微粉炭比が大きい、即ち炉内ガスが偏流する条件では、炉壁側、つまり羽口近傍での微粉炭の燃焼が促進されるため、微粉炭の揮発分が大きいほど燃焼率が大きく、これにより未燃粉が低減して結果的に炉内ガスの偏流を抑制することになるため、コークス置換率の低下が高微粉炭比側に移行したためである。

[0035] 一方、図11に示すように、コークス強度[D I¹⁵⁰₁₅[%]]が85以上では、常に微粉炭の平均揮発分が25 m a s s %超の方が25 m a s s %以下よりもコークス置換率が大きい。これは、コークス強度[D I¹⁵⁰₁₅[%]]が大きいほど、炉内のコークス粉の割合が少なく、炉内ガスの偏流が抑制されるために、燃焼率改善の効果が低下したためである。なお、図10、図11ともに本発明でいう冷酸素使用時の微粉炭比とコークス置換率の関係で示した。

[0036] 図12は、ランスから吹込まれる酸素の温度とランス表面温度の関係を示したものである。この図から明らかなように、酸素の温度の上昇に伴ってランス表面温度も増加している。この場合において、二重管ランスを使用した場合、この二重管ランスの表面温度が880℃を超えるとクリープ変形が起こって曲がったり、ランスの溶損も生じる。なお、ランスから吹込まれる酸素の供給温度が100℃を超えると、ランスの表面温度は880℃を超えることから、ランスの変形や溶損のおそれがある。このためにも、ランスから吹込まれる酸素の温度は100℃以下にする必要がある。

[0037] 以上説明したように、本発明に従う高炉操業方法では、羽口から微粉炭（固体還元材）を吹き込む場合に、ランスを二重管とし、内管からは微粉炭（固体還元材）を吹き込み、内管と外管との間からは100℃以下の酸素を吹き込み、かつランスを通じて吹き込む微粉炭（固体還元材）は平均揮発分が

25mass%超50mass%以下のものを用いることで、抜熱や圧力損失を増加させることなく、微粉炭（固体還元材）の燃焼率を向上させることができ、ひいてはコークス置換率を向上させることができる。

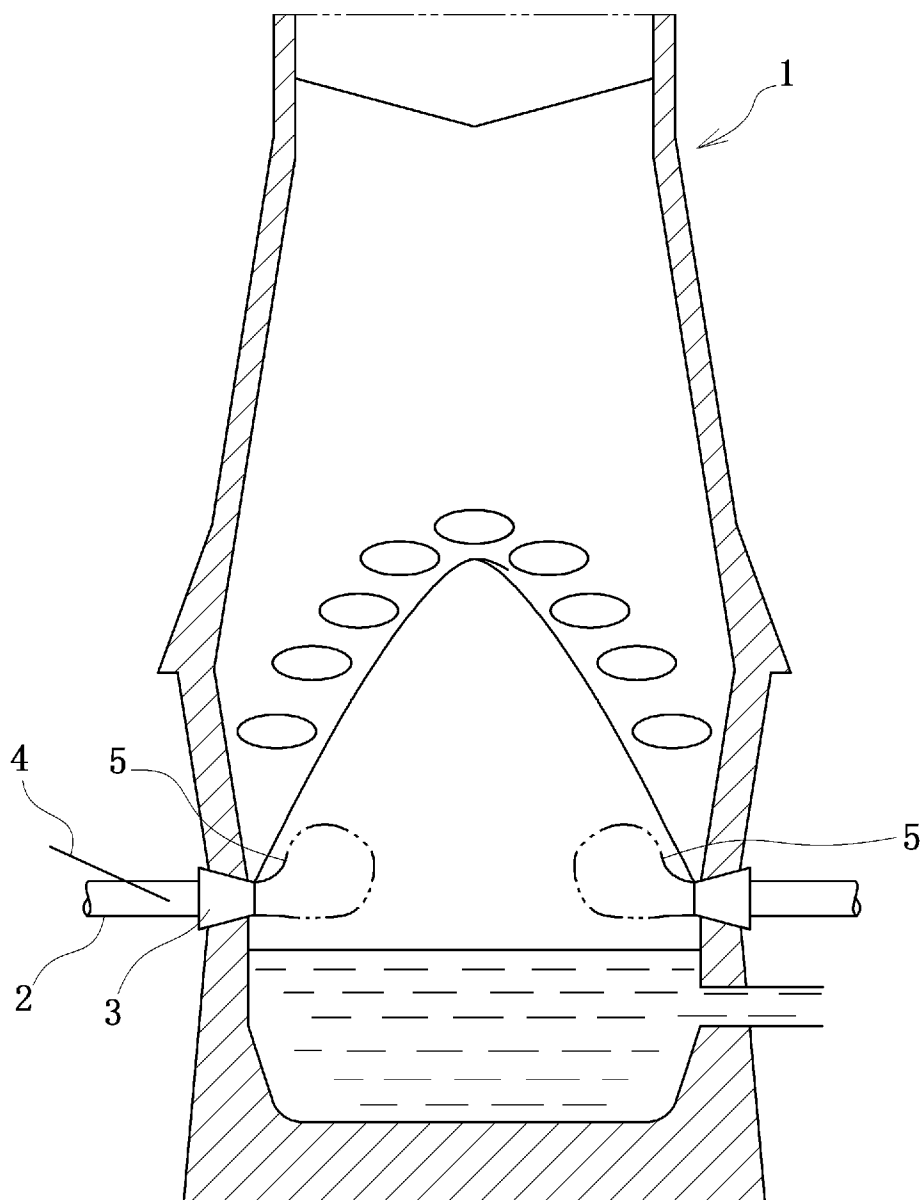
符号の説明

- [0038]
- 1 高炉
 - 2 送風管
 - 3 羽口
 - 4 ランス
 - 5 レースウェイ
 - 6 微粉炭（固体還元材）
 - 7 コークス
 - 8 チャー

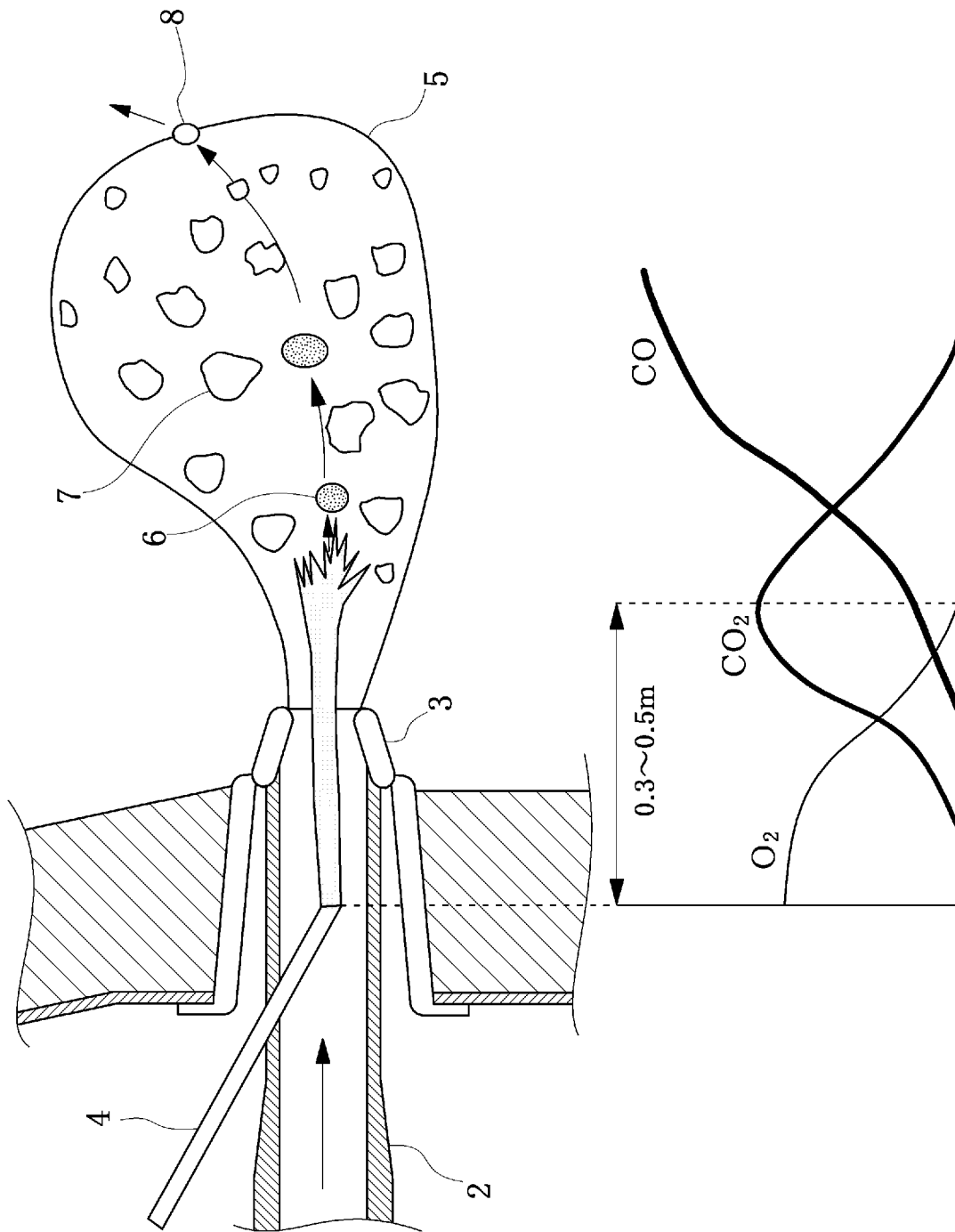
請求の範囲

- [請求項1] 固体還元材を炉頂から装入する一方、羽口からもランスを介して吹き込む高炉の操業方法において、羽口から吹き込む前記固体還元材の吹き込み量が銑鉄1トン当たり150kg/t以上の場合に、前記ランスとして二重管ランスを用い、その内管からは該固体還元材を吹き込むと共に、内管と外管との間からは100℃以下の酸素を吹き込み、かつ吹き込み用固体還元材としては平均揮発分が25mass%超50mass%以下のものを用いることを特徴とする高炉操業方法。
- [請求項2] 炉頂から装入される前記固体還元材は、JIS K2151に記載の試験方法によって測定された強度： $[DI^{150}_{15}[\%]]$ が85以下のコークスであることを特徴とする請求項1に記載の高炉操業方法。
- [請求項3] 吹き込み用の前記固体還元材は、その中に、揮発分が30mass%～60mass%である固体還元材を、10mass%以上含むものを用いることを特徴とする請求項2に記載の高炉操業方法。
- [請求項4] 吹き込み用の前記固体還元材は、微粉炭であることを特徴とする請求項3に記載の高炉操業方法。

[図1]

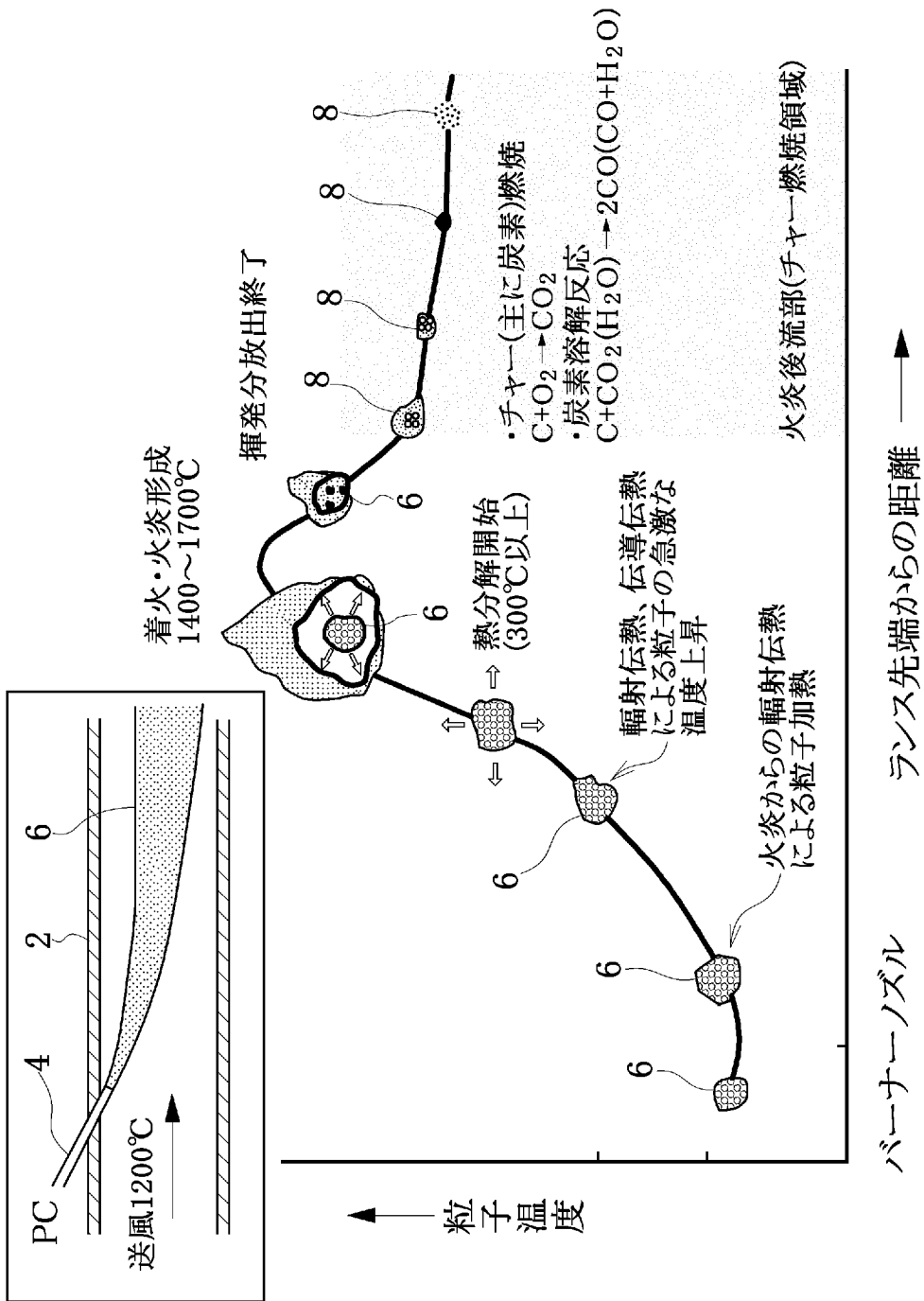


[図2]

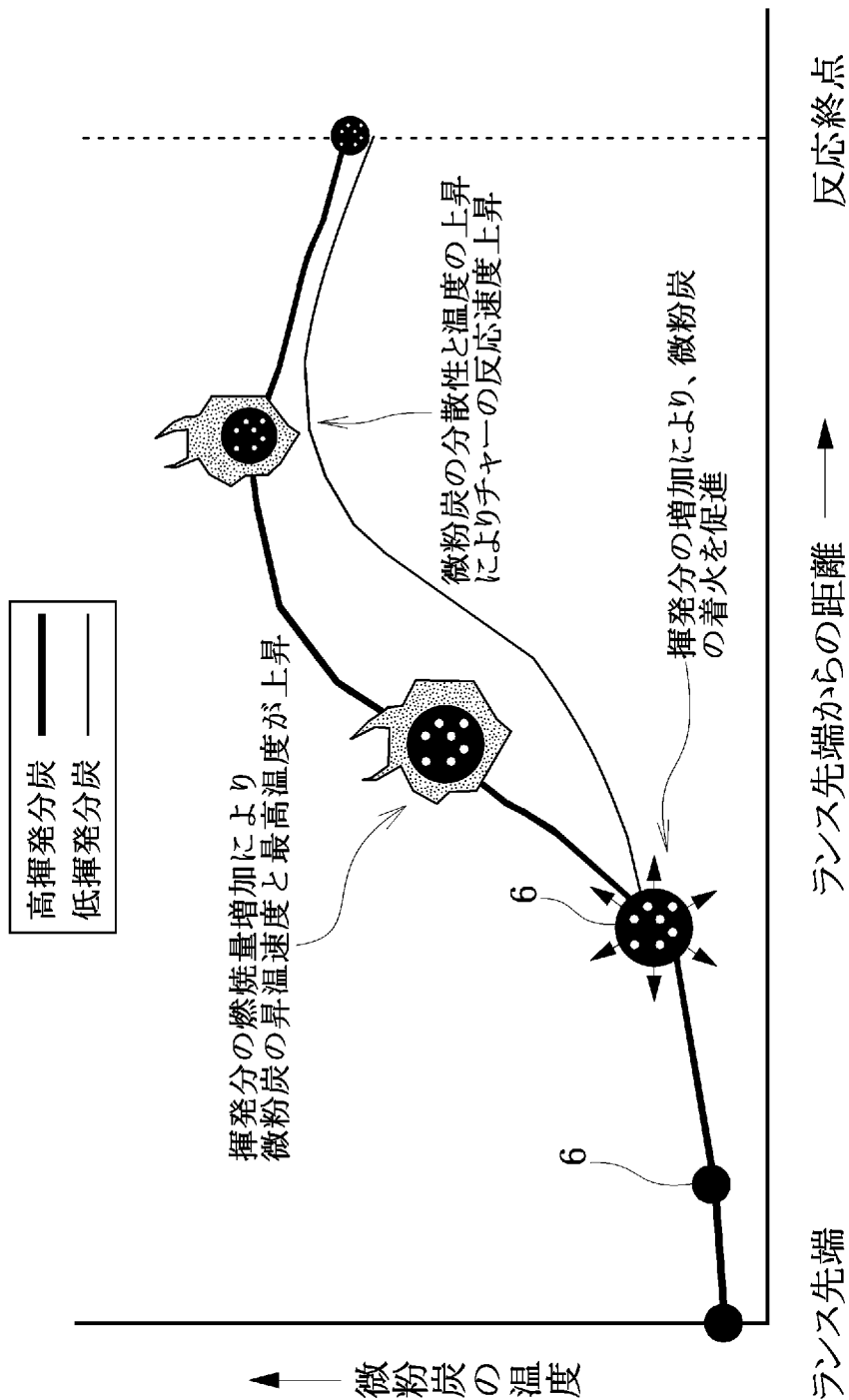


燃ス先端からの距離

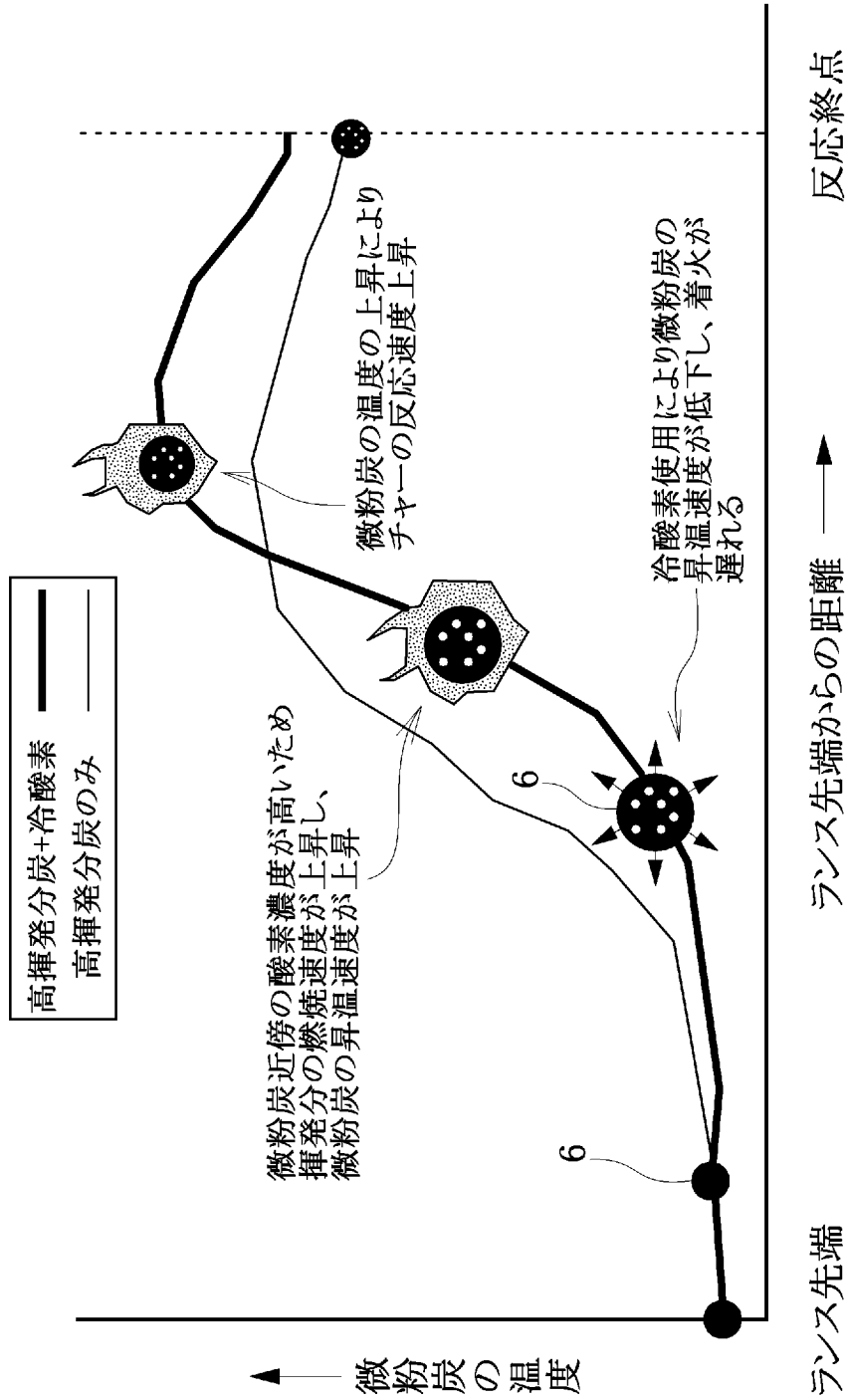
[図3]



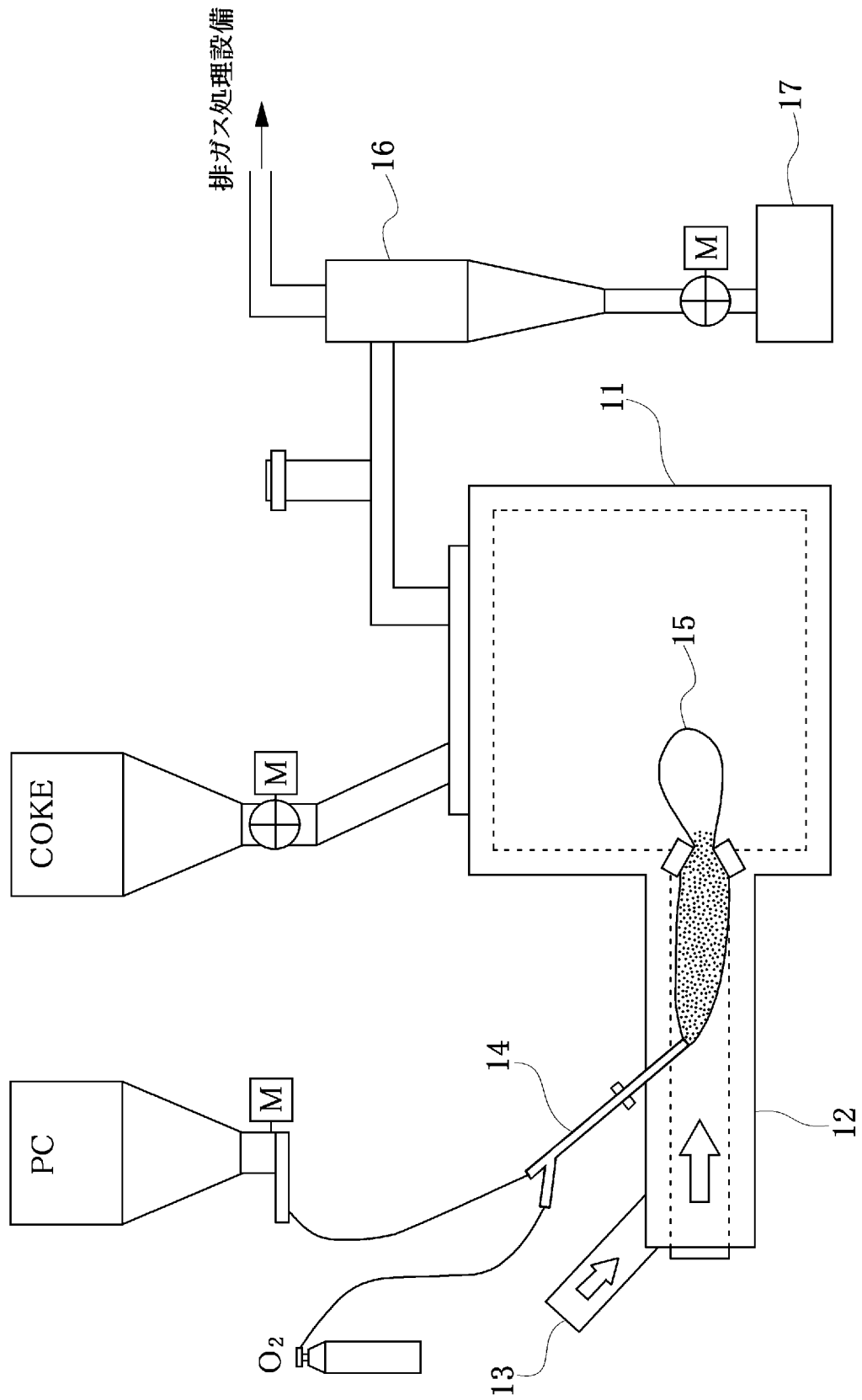
[図4]



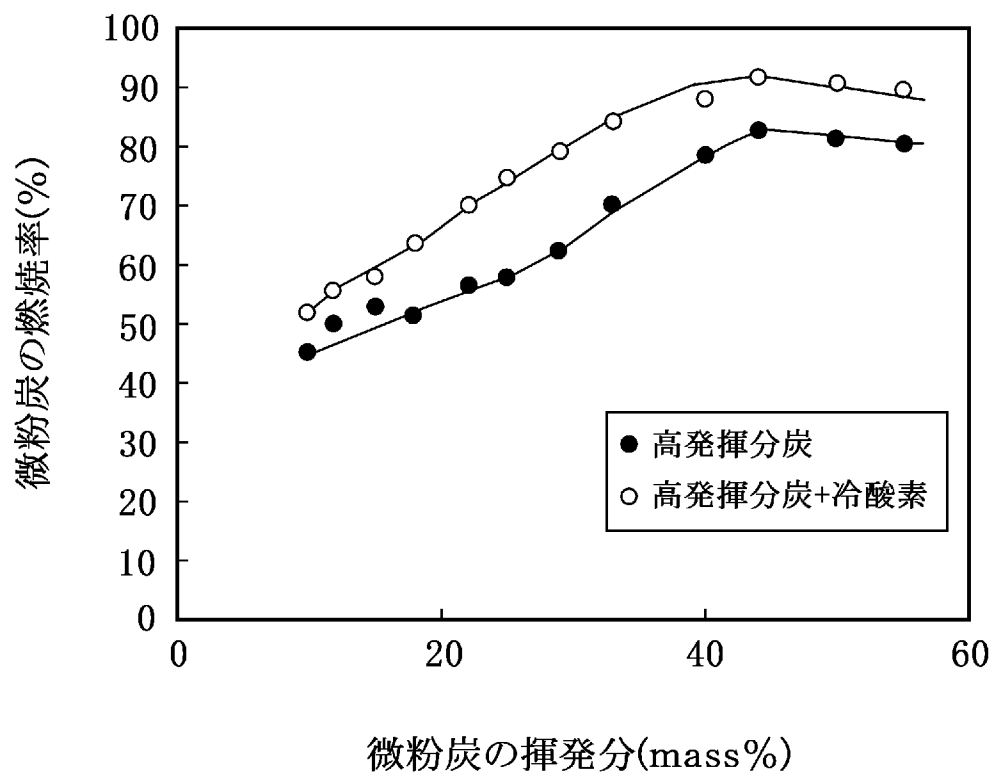
[図5]



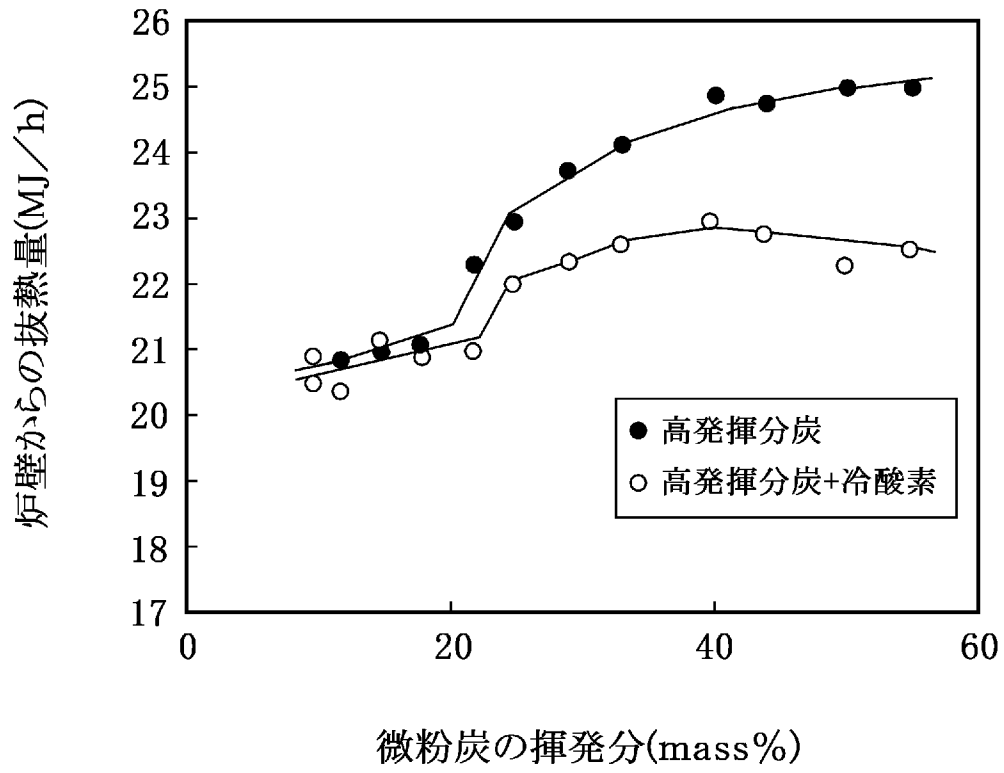
[図6]



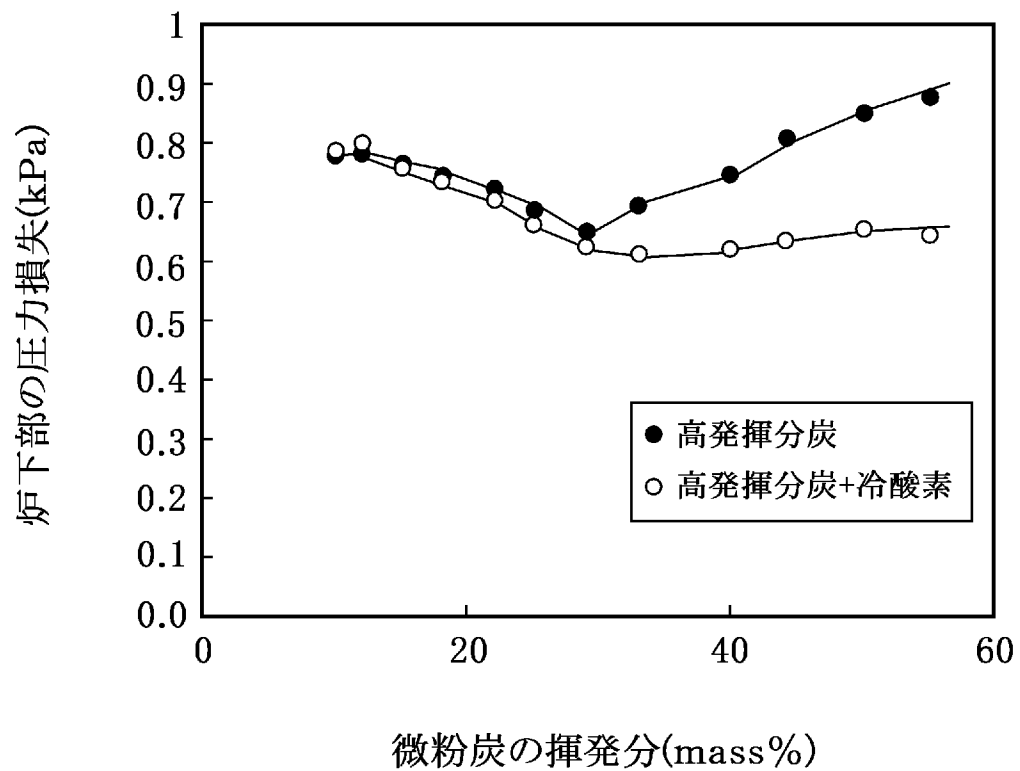
[図7]



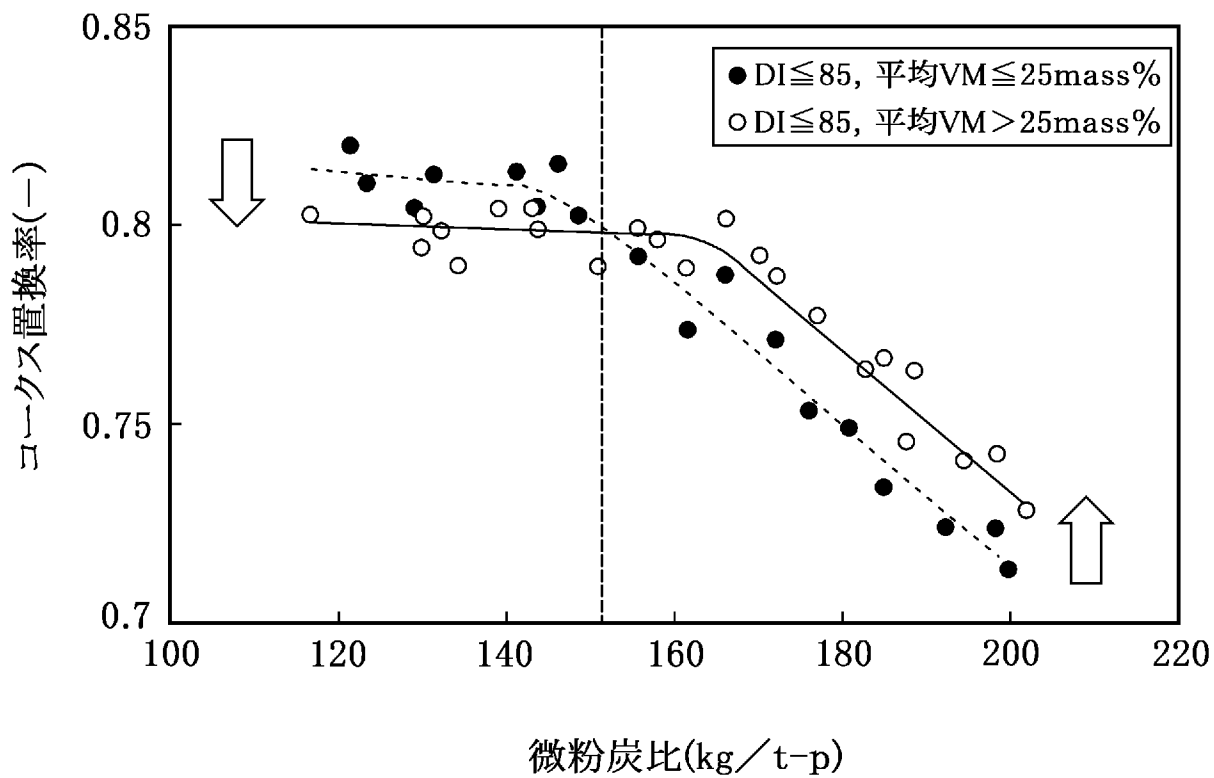
[図8]



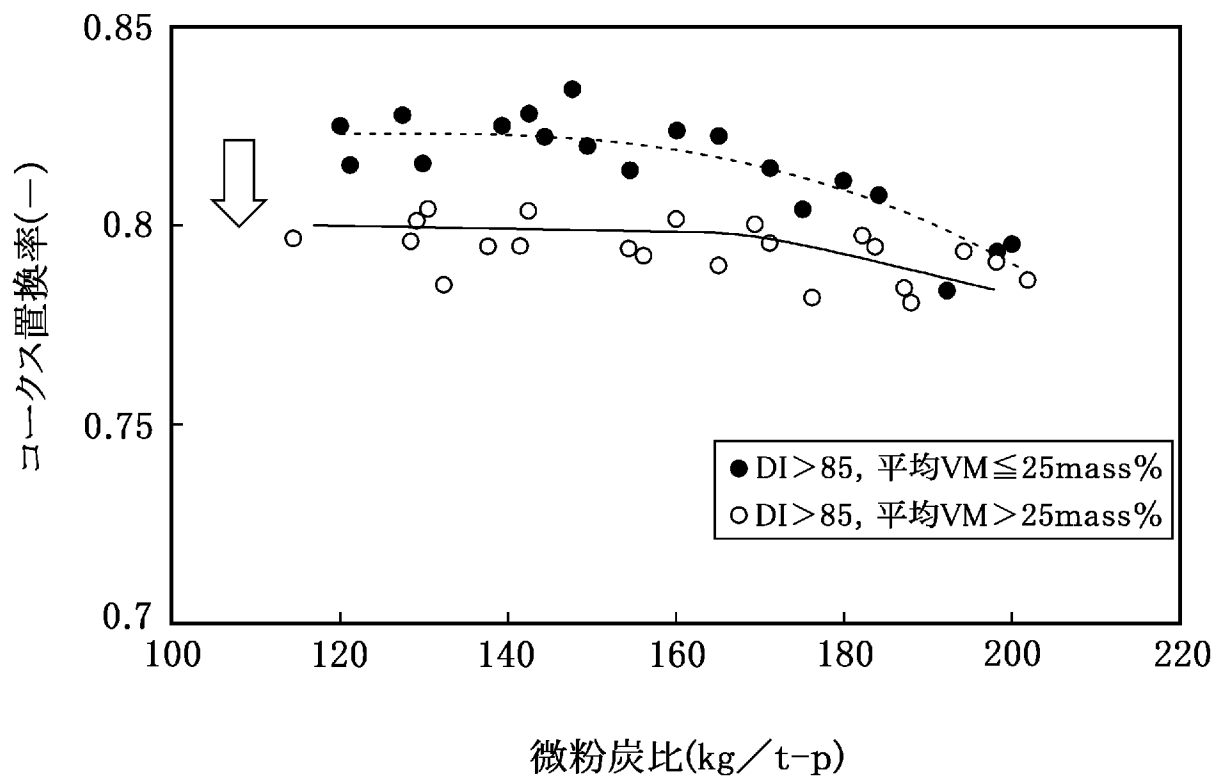
[図9]



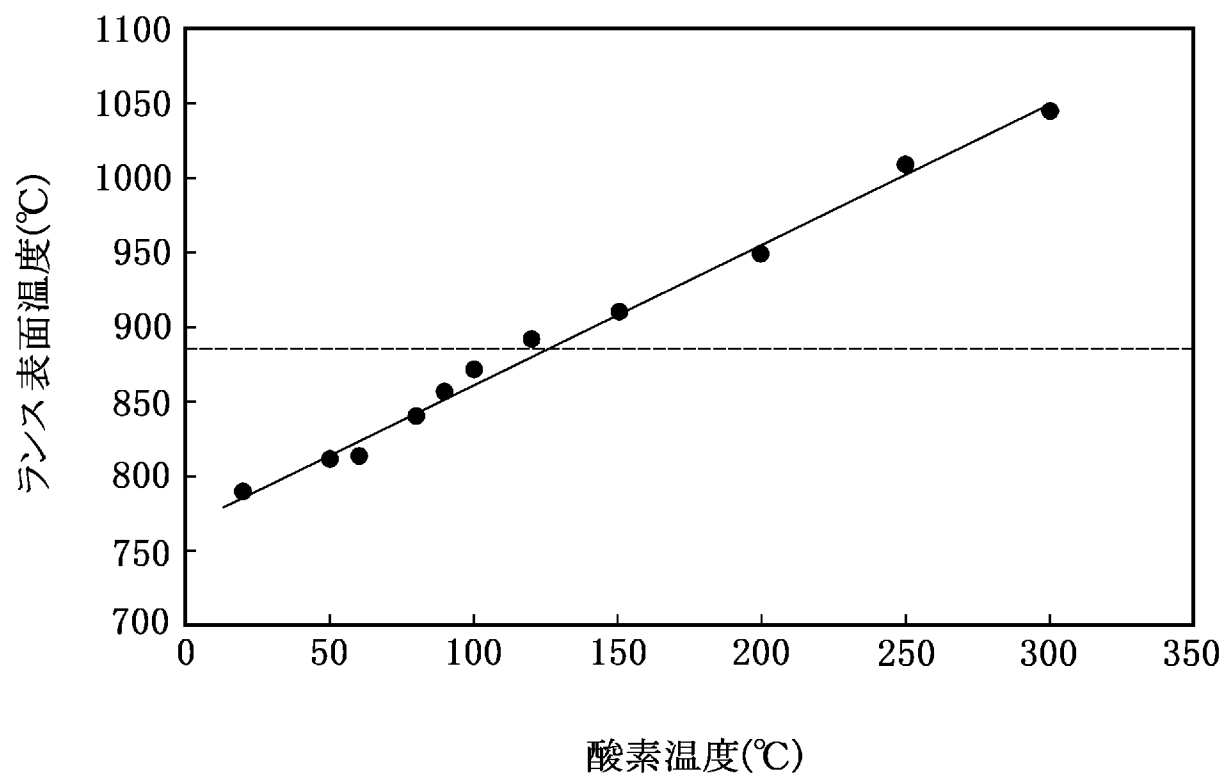
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/067788

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21B5/00(2006.01) i, C21B7/00(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)

C21B5/00, C21B7/00

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 2011-127176 A (Kobe Steel, Ltd.), 30 June 2011 (30.06.2011), (Family: none)	1-4
A	JP 2006-241493 A (JFE Steel Corp.), 14 September 2006 (14.09.2006), (Family: none)	1-4
A	JP 2005-82852 A (Nippon Steel Corp.), 31 March 2005 (31.03.2005), (Family: none)	1-4
A	JP 10-310808 A (NKK Corp.), 24 November 1998 (24.11.1998), (Family: none)	1-4

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
11 July, 2013 (11.07.13)

Date of mailing of the international search report
23 July, 2013 (23.07.13)

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 (IPC))

Int.Cl. C21B5/00(2006.01)i, C21B7/00(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. C21B5/00, C21B7/00

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	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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 2011-127176 A (株式会社神戸製鋼所) 2011.06.30, (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2006-241493 A (JFEスチール株式会社) 2006.09.14, (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2005-82852 A (新日本製鐵株式会社) 2005.03.31, (ファミリーなし)	1-4
A	JP 10-310808 A (日本鋼管株式会社) 1998.11.24, (ファミリーなし)	1-4

☐ 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

11.07.2013

国際調査報告の発送日

23.07.2013

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

坂本 薫昭

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

4E

9265