

(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
2012 年 12 月 6 日(06.12.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/164889 A1

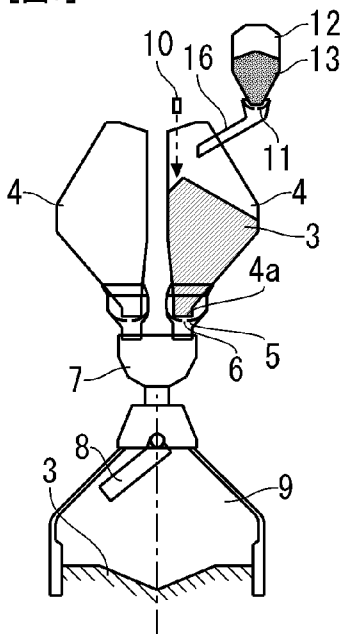
- (51) 国際特許分類:
C21B 7/20 (2006.01) C21B 7/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/003423
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 25 日(25.05.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-121211 2011 年 5 月 31 日(31.05.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新日鐵住金株式会社 (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 夏井 琢哉 (NATSUI, Takuya) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 松倉 良徳 (MATSUKURA, Yoshinori) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号住友金属工業株式会社内 Osaka (JP). 稲田 隆信 (INADA, Takanobu) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号住友金属工業株式会社内 Osaka (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 1 7 番 2 3 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, 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, 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: STARTING MATERIAL CHARGING DEVICE FOR BLAST FURNACE, AND STARTING MATERIAL CHARGING METHOD USING SAME

(54) 発明の名称: 高炉の原料装入装置およびそれを用いた原料装入方法

[図6]



(57) Abstract: A bell-less type charging device comprises two furnace top bunkers (4), a first supply system which charges a starting material into the furnace top bunkers (4), and a rotary chute (8) to which the starting material discharged from the furnace top bunkers (4) is supplied via a collecting hopper (7) and which charges the starting material into a blast furnace. At least one furnace top bunker (4) comprises a level meter (10) for measuring the height of the starting material in a rat hole, a specific starting material bunker (12) for storing a specific starting material, a specific starting material chute (16) for charging the specific starting material discharged from the specific starting material bunker (12) to the rat hole of the furnace top bunker (4), and a flow rate adjustment valve (11) for adjusting the flow rate of the specific starting material discharged from the specific starting material bunker (12), thereby making it possible to form a mixed layer with a uniform mixing ratio when the mixed layer is formed by charging a main starting material and a small amount of specific starting material from the furnace top bunkers (4) of the blast furnace into the furnace and improve the controllability of distribution of charges.

(57) 要約:

[続葉有]



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, 添付公開書類:
NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

2つの炉頂バンカー（４）と、炉頂バンカー（４）に原料を装入する第１供給系統と、炉頂バンカー（４）から排出される原料が集合ホッパー（７）を介して供給され、当該原料を高炉に装入する旋回シュート（８）とを有するベルレス式装入装置において、少なくとも一方の炉頂バンカー（４）がラットホール（１０）の原料高さを測定するレベル計（１０）と、特定原料を貯留する特定原料用バンカー（１２）と、特定原料用バンカー（１２）から排出される特定原料を炉頂バンカー（４）のラットホールに装入する特定原料用シュート（１６）と、特定原料用バンカー（１２）から排出される特定原料の流量を調整する流量調整弁（１１）とを有することにより、高炉の炉頂バンカー（４）から主原料と少量の特定原料とを炉内へ装入して混合層を形成する際、均一な混合割合である混合層を形成でき、装入物分布の制御性を高めることができる。

明 細 書

発明の名称：

高炉の原料装入装置およびそれを用いた原料装入方法

技術分野

[0001] 本発明は、高炉のベルレス式原料装入装置およびそれを用いた原料装入方法に関する。詳しくは、高炉の炉頂バンカーから、鉄源や還元材（以下、総称して「主原料」と称する）と、少量の特定銘柄の原料（以下、「特定原料」と称する）とを炉内へ装入して混合層を形成する際、主原料と特定原料とが均一な混合割合である混合層を形成でき、高炉炉内の装入物分布の制御性を高めることができる原料装入装置およびそれを用いた原料装入方法に関する。

背景技術

[0002] 高炉操業においては、高炉炉頂部から鉄源である焼結鉱、塊鉱石、ペレット等（以下、これらを総称して「鉱石」と称する）と還元材であるコークスとを交互に装入して炉内に層状に堆積させる。高炉炉頂部からの鉱石および還元材の装入には、高炉上部に炉頂バンカーが並列に設置されたベルレス式原料装入装置（以下、「並列バンカー式ベルレス装入装置」と称する）を用いることができる。

[0003] 図1は、従来の並列バンカー式ベルレス装入装置の構成例を示す概念図である。図1では、鉱石や還元材といった高炉原料は、その種類や粒度に応じてそれぞれ原料槽1に貯蔵される。原料装入装置を用いて高炉炉内へ原料を装入する際は、各原料を所定質量ずつ装入ベルトコンベア2上に切り出して搬送する。装入ベルトコンベア2により高炉の炉頂に搬送された原料は、切替シュート15を介して炉頂バンカー4に供給され、炉頂バンカー4で一旦貯留される。

[0004] 図1に示す原料装入装置では、2つの炉頂バンカー4が並列に配置されており、装入ベルトコンベア2により高炉の炉頂に搬送された原料は、切替シ

ュート 15 により振り分けられて所望の炉頂バンカー 4 に供給されて貯留される。炉頂バンカー 4 は貯留する原料を底部の排出口 4 a から排出し、炉頂バンカーの排出口 4 a の下方には、原料の流量を調整する流量調整弁 5 が配置される。流量調整弁 5 は、開度を変更することにより開口 6 の面積を調節することができ、炉頂バンカー 4 から集合ホッパー 7 を介して旋回シュート 8 に供給される原料の流量を調整する。旋回シュート 8 は、供給された原料を高炉 9 の炉内の所望位置に装入する。

[0005] このような並列バンカー式ベルレス装入装置を用いる場合、一つの炉頂バンカーから鉱石を装入する操作と、別の炉頂バンカーからコークスを装入する操作とを交互に行う。これにより、高炉炉内に鉱石層とコークス層とを交互に形成して堆積させることができる。

[0006] このように炉内に原料を装入して高炉を操業すると、還元反応が急速に進行するとともに、通気抵抗が大きくなる領域が発生する。この領域は融着帯と呼ばれ、高炉全体の通気性および高炉の生産性に大きな影響を及ぼす。したがって、融着帯において通気性を改善するとともに還元反応を促進するために、一般的に、高炉炉内に堆積する原料の炉半径方向の質量や層厚、粒度分布を制御する操作が行われている。

[0007] 例えば、前記図 1 に示す並列バンカー式ベルレス装入装置では、旋回シュート 8 を傾動させながら旋回して原料を炉内に装入することにより装入物分布を制御している。ここで、傾動とは、前記図 1 に実線矢印で示すように旋回シュート 8 を旋回させた状態で、旋回シュートの中心軸 8 a と高炉垂直方向の中心軸 9 a とのなす角度を変更することをいう。通常、旋回シュートの傾動は、高炉炉内で原料が装入される位置が、炉壁側、中間部および中心側の順に移動するように操作される。

[0008] 近年、融着帯における反応効率および通気性を改善するための一つの手段として、鉱石に少量のコークスを混合して装入する方法が注目されている。この鉱石に少量のコークスを混合して混合層を形成する方法では、鉱石とコークスを近接配置することによる還元反応促進と、鉱石が軟化融着する際に

コークスが骨材（スペーサー）としての役割を果たすことによる通気性改善との両立が期待できる。

[0009] 鉱石とコークスとの混合層を形成する方法では、炉半径方向に均一に混合層を形成する方式、あるいは還元性や通気性が悪い特定の位置に混合層を形成する方式がある。いずれの方式でも、炉頂バンカー４から集合ホッパー７を介して旋回シュート８に原料を供給する際、旋回シュート８に供給される原料に含まれる鉱石とコークスとの割合が変化してコークスの割合が低下する場合や、著しく増加する場合がある。これらの場合、高炉内の円周方向、あるいは半径方向でコークスの割合に偏差を生じてしまい、還元反応の促進および通気性の改善に支障が生じる。このため、高炉炉内に混合層を形成する際は、旋回シュート８に供給される原料の混合割合は経時変化がなるべく少なく、均一であることが望ましい。

[0010] ここで、混合割合が均一な混合層を形成するため、鉱石とコークスとを予め混合して炉頂バンカーに供給することにより炉内に混合層を形成する方式が考えられる。しかし、この方式では、高炉装入までの搬送過程で粒径や密度が異なることにより偏析が起こるので、高炉に形成された混合層では、位置によってコークスの割合が変化する。このため、鉱石とコークスとを予め混合する方式では、混合層全体で均一な混合状態を維持することは困難であった。

[0011] 高炉炉内で鉱石とコークスとの混合層を形成する際、偏析を抑えて均一な混合状態を維持する方法に関し、例えば特許文献１～３に示されるように従来から種々の提案がなされている。特許文献１および特許文献２に開示される原料装入方法では、複数の炉頂バンカーのうち一つの炉頂バンカーに鉱石を貯留し、別の炉頂バンカーにコークスを貯留する。この状態で、炉頂バンカーの下方に配置した流量調整弁の制御によって鉱石およびコークスの両方を排出して旋回シュートに供給し、高炉炉内に混合層を形成する。

[0012] ここで、高炉は、大気圧よりも高い圧力で操業を行っているので、高炉炉内へ原料を装入する時には炉頂バンカー内の均圧操作と排圧操作とが行われ

る。このため、特許文献 1 および特許文献 2 に開示される原料装入方法によって、鉱石に対して少量のコークスを混合して装入する場合、鉱石を貯留する炉頂バンカーとともに、コークスを貯留する炉頂バンカーについて均圧操作と排圧操作とが必要になることから、1 回の装入に長時間を要することになる。この装入時間の制約を解決するために 3 つ以上の炉頂バンカーを並列に配置することが考えられるが、この場合には、並列に配置する炉頂バンカーの数が増加するのに伴って原料装入装置が煩雑となり、設備コストの面で不利となる。

[0013] 特許文献 3 で開示される原料装入装置では、炉頂バンカーを垂直方向に 2 つ設置し、下段の炉頂バンカーの排出口の真下に旋回シュートを備えるベルレス装入装置（以下、垂直バンカー式ベルレス装入装置）において、これとは別に原料バンカーを設け、この原料バンカーが旋回シュートに直接原料を供給する。特許文献 3 に開示される原料装入装置を用いた原料装入方法では、炉頂バンカーと原料バンカーとで、粒度および性状のいずれか一方または両方が異なる原料を貯留する。これにより、旋回シュートによって装入される原料の粒度および性状のいずれか一方または両方の時間変化を制御可能としている。また、別の実施形態では、炉頂バンカーと原料バンカーとで、粒度および性状が同じ原料を貯留することにより、装入時間を短縮可能としている。

[0014] 特許文献 3 に開示される原料装入装置で炉頂バンカーと原料バンカーの流量調整弁開度をそれぞれ一定条件にて混合装入をした場合には、混合装入をしている間は炉内に装入される原料の体積流量が変化（増加）してしまうため、炉内に形成される原料層厚が変化（増加）する。したがって、高炉内に所望する原料分布状態、プロフィールを造り込むためには、旋回シュート傾動角や回転数を調整する必要がある。あるいは、混合装入をしている間の炉内に装入される原料の体積流量を一定として炉内に装入するためには、様々な混合条件（原料種、混合割合）に応じて炉頂バンカーと原料バンカーの流量調整弁開度をそれぞれオンライン制御しなければならない。以上のように

、特許文献3の原料装入装置を用いて混合装入を行う場合、高炉内に所望する原料分布状態を造り込むための操作が煩雑になる。

[0015] 近年、良質な原材料の枯渇や価格の高騰を背景に、低品位で安価な高炉原料を使用することは避けられず、上述した鉱石に混合するコークスの他にも、ペレットや塊鉱石といった炉内へ少量装入される特定原料は多様化する傾向にある。このため、これらの特定原料を適正な割合で混合した状態で高炉炉内に装入する方法を確立することは重要な課題となっている。

[0016] ところで、炉頂バンカーに複数種類の原料を順に供給して一旦貯留した後、原料排出は炉頂バンカーへの供給順序通りにはならないことが知られている。

[0017] 図2は、炉頂バンカーにおける原料の供給順序および排出順序を示す図であり、図2(a)は原料の供給順序、図2(b)は排出順序をそれぞれ示す。炉頂バンカー4に、上方から3つに小分けされた原料を順に供給して装入すると、図2(a)に示すように、炉頂バンカー4の下部から上部に向かって領域3a、領域3bおよび領域3cの順で層状に堆積して貯留される。すなわち、最初に装入した原料は領域3aに、続いて装入した原料は領域3bに、最後に装入した原料は領域3cに堆積して貯留される。このように、炉頂バンカーに供給された装入原料3は、供給順序通りに炉頂バンカー4に堆積して貯留される。

[0018] このように貯留された原料3を炉頂バンカー4の底部に設けられた排出口4aから排出すると、炉頂バンカーへの供給順序通りに排出されない。これは、炉頂バンカー内において、一部内壁の近傍領域に堆積する原料が、粉体圧によって内壁に押し付けられて摩擦が大きくなり、炉頂バンカーから排出され難くなることによる。

[0019] 例えば、図2(b)に示すような形状の炉頂バンカー4において、底部の排出口4aから原料を排出すると、最初に、排出口4aの真上領域3dに堆積する原料が排出される。続いて、最初に排出された領域3d周辺であって、炉頂バンカーの内壁からある程度離れた領域3eに堆積する原料から次第

に流れて排出され、最後に、炉頂バンカーの内壁の近傍領域 3 f に残った原料が排出される。最初に排出口の真上領域 3 d に堆積する原料が排出されることにより形成される空間はラットホールと呼ばれ、ラットホールを形成しながらその周辺の原料が崩れながら排出される現象はファネルフローと呼ばれる。また、以下では、排出口 4 a の真上に位置し、最初に排出される領域 3 d、すなわち、原料が供給順序に排出される（マスフロー）領域をラットホール領域と称する。

[0020] このファネルフローの排出特性を利用して特定原料を所望の時期に高炉に装入する方法が特許文献 4 に開示されている。特許文献 4 で開示される原料装入方法は、炉頂バンカーに複数種類の原料を順に供給し、複数種類の原料を層状に積載して一旦貯留した後で炉頂バンカーから高炉炉内に原料を装入する方法である。この方法において、予め原料の積載高さ位置とファネルフロー特性との関係を把握し、把握した関係に基づいて特定原料の積載高さ位置を調整する。

[0021] このような特許文献 4 で開示される原料装入方法に旋回シュートの傾動角調整を組み合わせることによって、所望の位置に特定原料を装入することが可能である。しかし、特許文献 4 で開示される原料装入方法を用いて旋回シュートに原料を供給すると、時間経過に伴って特定原料の混合割合が大きく変化する。このため、鉱石とコークスとの混合層を形成させる場合に、特許文献 4 で開示される原料装入方法によって炉頂バンカーから排出される際の原料の混合割合を均一化するのは不適切である。

先行技術文献

特許文献

[0022] 特許文献 1：特開昭 6 1－2 4 3 1 0 7 号公報

特許文献 2：特開 2 0 0 5－2 6 4 2 9 2 号公報

特許文献 3：特許第 2 7 8 2 7 8 6 号

特許文献 4：特開 2 0 0 1－1 9 2 7 1 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0023] 前述の通り、高炉の操業において、融着帯における反応効率と通気性を改善するための手段として、鉱石に少量のコークスを混合して混合層を形成する方法が注目されている。しかし、鉱石とコークスとを事前に混合した原料を炉頂バンカーに供給することにより炉内に混合層を形成すると、搬送過程で偏析が起こり、混合層全体で均一な混合状態を維持することは困難であった。
- [0024] また、前記特許文献 1 および特許文献 2 に開示される原料装入方法では、複数の炉頂バンカーのうちで一つの炉頂バンカーに鉱石を貯留し、別の炉頂バンカーにコークスを貯留し、流量調整弁の制御によって鉱石とコークスとを混合する。この方法では、均圧操作と排圧操作とを 2 つの炉頂バンカーについて行う必要があることから、装入に長時間を要する。この装入時間の制約を解決するために 3 つ以上の炉頂バンカーを並列に配置することが考えられるが、3 つ以上の炉頂バンカーを並列に配置すると、設備コストの面で不利となる。
- [0025] 前記特許文献 3 に開示される垂直バンカー式ベルレス装入装置では、炉頂バンカーとは別に原料バンカーを設け、この原料バンカーが旋回シュートに直接原料を供給する。この特許文献 3 に開示される原料装入装置によって、炉頂バンカーおよび原料バンカーから原料を排出して混合装入する場合、旋回シュート傾動角や回転数を調整したり、炉頂バンカーと原料バンカーの流量調整弁開度をそれぞれオンライン制御したりする必要があり、操作が煩雑になる。
- [0026] 前記特許文献 4 に開示される原料装入方法では、ファネルフローの排出特性を利用することにより、特定原料を所望の時期に高炉に装入することができる。しかし、特許文献 4 で開示される原料装入方法を用いて旋回シュートに原料を供給すると、時間経過に伴って特定原料の混合割合が大きく変化することから、高炉炉内に混合層を形成させる場合に用いるのは不適切である。

[0027] 本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、高炉の炉頂バンカーから主原料と特定原料とを炉内へ装入して混合層を形成する際、主原料と特定原料とが均一な割合である混合層を形成でき、高炉炉内の装入物分布の制御性を高めることができる原料装入装置およびそれを用いた原料装入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

[0028] 炉頂バンカーに貯留された高炉原料を排出する場合、前記図2を用いて説明したように、ファネルフローの排出特性によって原料は炉頂バンカーへの供給順序通りに排出されない。一般に、最初に、排出口の真上に堆積する領域の原料が排出されてラットホールが形成され、続いて、最初に排出された領域周辺（ラットホールの内周面周辺）の原料が上部から崩れてラットホール領域にある原料表面に流れ込んで排出される。

[0029] このため、主原料と特定原料とを順に炉頂バンカーに供給して貯留された状態で排出口から原料を排出すると、排出される原料に含まれる主原料と特定原料との混合割合は、時間経過に伴って大きく変化する。したがって、主原料と特定原料とを順に炉頂バンカーに装入して貯留された状態で原料を排出する場合、炉頂バンカーから排出される原料に含まれる主原料と特定原料との割合を所望の割合に制御することが困難である。

[0030] そこで本発明者らは、炉頂バンカーから排出される原料に含まれる主原料と特定原料の割合を所望の割合に制御する方法について種々の試験を行い、鋭意検討を重ねた結果、ファネルフロー排出特性を利用すれば実現できることを知見した。その知見に基づく方法は、前記図2（b）に示す炉頂バンカーを用いて説明すると、領域3dの原料が排出されるのに伴ってラットホールが形成された後で、領域3d周辺（ラットホールの内周面周辺）の領域3eに堆積する原料が上部から崩れ始めてラットホール領域にある原料（領域3dの下部に堆積する原料）との混合が起こるタイミングを検知し、この混合が起こる部分に特定原料を直接供給して主原料と混合して排出する。

[0031] 上記のファネルフロー排出特性が検知可能か否かを検証するため、高炉容

積 $5, 370\text{ m}^3$ の 5.6 分の 1 縮尺である並列バンカー式ベルレス装入模型装置を用いて試験を実施した。

[0032] 図3は、ラットホールの内周面周辺に堆積する原料の崩れを検知する試験に用いた模型装置の炉頂バンカーを示す図である。図3には、貯留される原料を底部の排出口4aから排出する炉頂バンカー4と、排出口4aの真上に配置されたレベル計（非接触式レーザー距離計）10と、炉頂バンカー4に装入されて貯留される原料3とを示す。本試験は、炉頂バンカー4に所定質量の主原料を装入して貯留した状態で、炉頂バンカー4の底部の排出口4aから、図示しない流量調整弁の開度を一定にして全ての主原料を排出した。その際、レベル計10から、排出口4aの真上に形成されるラットホール領域にある原料表面までの距離を、レベル計10によって一定時間間隔で計測することにより、ラットホール領域にある原料表面の原料高さを計測した。

[0033] 各試験では、炉頂バンカーに装入する主原料の種類および装入量（初期の原料高さ）を変更するとともに、流量調整弁の開度を変更して実施した。

[0034] 図4は、原料の排出開始時からの経過時間（s）とラットホールの原料高さ（mm）との関係を示す図であり、図4（a）は主原料として焼結鉱676kgを装入した場合、図4（b）は主原料として焼結鉱473kgを貯留した場合、図4（c）は主原料としてコークス123kgを装入した場合、図4（d）は主原料としてコークス160kgを装入した場合をそれぞれ示す。図4（a）～（d）における流調弁開度とは、流量調整弁の開度を意味する。図4（a）～（d）より、炉頂バンカーに装入する主原料の種類および装入量並びに流量調整弁の開度にかかわらず、ラットホールで原料高さが低下する速度は一定でないことが分かる。

[0035] ここで、原料の排出開始時におけるラットホールの原料高さを H_0 （mm）、原料の排出開始時から経過した時間 t （s）におけるラットホールの原料高さを H （mm）としたときに下記（1）式で表せる速度を原料高さが低下する速度 V_H （mm/s）とする。この原料高さが低下する速度 V_H （以下、「原料低下速度」とも称す）は排出開始から時刻 t までの平均速度であり、

原料低下速度を用いて本試験の結果を整理した。

$$V_H = (H_0 - H) / t \quad \cdots (1)$$

[0036] 図5は、原料の排出開始時からの経過時間（s）と原料低下速度（mm/s）との関係を示す図であり、図5（a）は主原料として焼結鉱676kgを装入した場合、図5（b）は主原料として焼結鉱473kgを装入した場合、図5（c）は主原料としてコークス123kgを装入した場合、図5（d）は主原料としてコークス160kgを装入した場合をそれぞれ示す。図5（a）～（d）における流調弁開度とは、流量調整弁の開度を意味する。

[0037] 図5（a）～（d）より、炉頂バンカーに装入する主原料の種類および装入量並びに流量調整弁の開度にかかわらず、ラットホールの原料低下速度は排出開始時から時間が経過するのに伴って増加していくが、ある時点を境に減少に転じることが見て取れる。この原料低下速度が増加から減少に転じる時点を、図5（a）～（d）では、それぞれ実線矢印で指し示す。

[0038] 原料低下速度がある時点で増加から減少に転じるのは、前記図2（b）で示したように、最初に、排出口の真上に堆積する原料が排出されてラットホールが形成され、続いて、ラットホール内周面の周辺に堆積する原料が上部から崩れてラットホール領域にある原料表面へ流れ込みながら排出されることによる。すなわち、本発明者らは、レベル計により計測した原料高さから原料低下速度を算出し、この原料低下速度が増加から減少に転じる時点を検出することにより、ファネルフロー排出特性の変化によりラットホール内周面の周辺に堆積する原料が上部から崩れてラットホール領域にある原料表面へ流れ込みながら排出される時点を検知できることを知見した。

[0039] さらに、前記図5に示す経過時間と原料低下速度との関係で、排出末期において原料低下速度が再び増加に転じている。これは、前記図3に示す炉頂バンカーにおいて、水平断面における空間部（原料を貯留する部分）の面積が、底部の排出口近傍および上部では一定であるが、それ以外の中間部では底部に近づくほど減少することによる。

[0040] また、図4および図5より、原料の種類、装入量（初期原料高さ）、およ

び流量調整弁開度（排出流量）によって原料低下速度が増加から減少に転じる時点（原料高さ）が変動することが分かる。この他にも、炉頂バンカーの形状や、炉頂バンカーに供給されて堆積した原料の頂点位置（炉頂バンカーへの原料装入方法）、原料の水分含有量によって原料低下速度が増加から減少に転じる時点が変動することは言うまでもない。このため、炉頂バンカーからのファネルフロー排出特性を把握する上では、原料排出中のラットホールの原料高さの経時変化をオンライン計測するのが好ましい。

[0041] 一方、高炉の定常操業時には原料装入条件は頻繁に変更されるものではない。このように同一条件で繰り返し高炉を操業する場合には、測定データによってファネルフロー排出特性を事前に把握する。これにより、ラットホールの内周面周辺に堆積する原料が上部から崩れてラットホール領域にある原料表面へ流れ込みながら排出される時点を、事前に把握したファネルフロー排出特性を利用して検知できる。

[0042] 本発明は、上記の知見に基づいて完成したものであり、下記（１）および（２）の高炉の原料装入装置、下記（３）の高炉の原料装入方法の第１実施形態、並びに、下記（４）の高炉の原料装入方法の第２実施形態を要旨としている。

[0043] （１）高炉炉内に装入する原料を一旦貯留するための２つの炉頂バンカーと、この２つの炉頂バンカーに原料を装入する第１供給系統と、前記２つの炉頂バンカーから排出される原料が集合ホッパーを介して供給され、当該原料を高炉に装入する旋回シュートとを有するベルレス式装入装置において、前記２つの炉頂バンカーのうちで少なくとも一方の炉頂バンカーがラットホールの原料高さを測定するレベル計と、特定原料を一旦貯留する特定原料用バンカーと、当該特定原料用バンカーから排出される特定原料を前記レベル計を有する炉頂バンカーのラットホールに装入する特定原料用シュートと、前記特定原料用バンカーから排出される特定原料の流量を調整する流量調整弁とを有することを特徴とする高炉の原料装入装置。

[0044] （２）さらに前記第１供給系統から分岐して前記特定原料用バンカーに原料

を装入する第2供給系統を有することを特徴とする上記（1）に記載の高炉の原料装入装置。

[0045] （3）上記（1）または（2）に記載の高炉の原料装入装置を用いて高炉へ原料を装入する方法であって、前記レベル計を有する炉頂バンカー内からの原料排出に際し、当該原料排出に伴って形成されるラットホールの原料高さを計測して下記（1）式により規定される原料高さが低下する速度を連続的に算出し、当該原料高さが低下する速度が増加から減少に変化する時点を検出し、前記時点を検出してから15秒経過するまでの間に前記特定原料用バンカーからの原料排出を開始することを特徴とする高炉の原料装入方法。

$$V_H = (H_0 - H) / t \quad \cdots (1)$$

ここで、

V_H ：原料低下速度（排出開始から時刻 t までの平均速度）（mm/s）、

t ：原料の排出開始時からの経過時間（s）、

H_0 ：原料の排出開始時における原料高さ（mm）、

H ：経過時間 t における原料高さ（mm）

[0046] （4）上記（1）または（2）に記載の高炉の原料装入装置を用いて高炉へ原料を装入する方法であって、事前に、前記レベル計を有する炉頂バンカー内からの原料排出を開始してから、前記（1）式により算出される原料高さが低下する速度が増加から減少に変化する時点までに経過する時間 A を把握しておき、前記時間 A を把握した条件と同一条件で行う前記レベル計を有する炉頂バンカー内からの原料装入に際し、事前に把握した前記時間 A の15秒前から前記時間 A までの間で前記特定原料用バンカーからの原料排出を開始することを特徴とする高炉の原料装入方法。

発明の効果

[0047] 本発明の原料装入装置およびそれを用いた原料装入方法により、鉄源や還元材と少量の特定原料とを炉内へ装入して混合層を形成すれば、主原料と特定原料とが均一な混合割合である混合層を形成でき、高炉炉内の装入物分布の制御性を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0048] [図1]図1は、従来の並列バンカー式ベルレス装入装置の構成例を示す概念図である。

[図2]図2は、炉頂バンカーにおける原料の供給順序および排出順序を示す図であり、図2（a）は原料の供給順序、図2（b）は排出順序をそれぞれ示す。

[図3]図3は、ラットホールの内周面周辺に堆積する原料の崩れを検知する試験に用いた模型装置の炉頂バンカーを示す図である。

[図4]図4は、原料の排出開始時からの経過時間とラットホールの原料高さとの関係を示す図であり、図4（a）は主原料として焼結鉱676kgを装入した場合、図4（b）は主原料として焼結鉱473kgを装入した場合、図4（c）は主原料としてコークス123kgを装入した場合、図4（d）は主原料としてコークス160kgを装入した場合をそれぞれ示す。

[図5]図5は、原料の排出開始時からの経過時間と原料低下速度との関係を示す図であり、図5（a）は主原料として焼結鉱676kgを装入した場合、図5（b）は主原料として焼結鉱473kgを装入した場合、図5（c）は主原料としてコークス123kgを装入した場合、図5（d）は主原料としてコークス160kgを装入した場合をそれぞれ示す。

[図6]図6は、本発明を適用した並列バンカー式ベルレス装入装置の概念図である。

[図7]図7は、実施例の比較例で炉頂バンカーに装入された原料の状態を示す図である。

[図8]図8は、実施例の比較例における経過時間と、コークス含有率との関係を示す図である。

[図9]図9は、実施例の本発明例1および本発明例2における経過時間と、コークス含有率との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0049] 以下に、本発明の高炉の原料装入装置およびそれを用いた原料装入方法に

ついて、図面を参照しながら説明する。

[0050] 図6は、本発明を適用した並列バンカー式ベルレス装入装置の概念図である。図6に示す原料装入装置は、前記図1に示す原料装入装置と基本構成が同じであるが、原料槽1、装入ベルトコンベア2および炉頂バンカー上部に配置される切替シュート15の図示が省略されている。図6に示す原料装入装置は、前記図1に示す原料装入装置に、炉頂バンカー4の排出口の真上に配置されたレベル計10と、特定原料13を一旦貯留する特定原料用バンカー12と、特定原料用バンカー12から排出される特定原料を炉頂バンカー4のラットホールに装入する特定原料用シュート16と、特定原料用バンカー12から排出される特定原料の流量を調整する流量調整弁11とを加えたものである。

[0051] 本発明の原料装入装置は、高炉炉内に装入する原料を一旦貯留するための2つの炉頂バンカー4と、この2つの炉頂バンカー4に原料を装入する第1供給系統と、2つの炉頂バンカー4から排出される原料が集合ホッパー7を介して供給され、当該原料を高炉に装入する旋回シュート8とを有するベルレス式装入装置において、2つの炉頂バンカー4のうちでいずれか一方の炉頂バンカー4がラットホールの原料高さを測定するレベル計10と、特定原料を一旦貯留する特定原料用バンカー12と、当該特定原料用バンカー12から排出される特定原料をレベル計10を有する炉頂バンカー4のラットホールに装入する特定原料用シュート16と、特定原料用バンカー12から排出される特定原料の流量を調整する流量調整弁11とを有する実施形態を採用できる。

[0052] 前記図4および図5を用いて説明した通り、炉頂バンカー4がラットホールの原料高さを測定するレベル計10を有すれば、炉頂バンカー4から原料を排出して高炉に装入する際に、計測される原料高さから原料低下速度を算出することにより、原料低下速度が増加から減少に転じる時点を検出することができる。すなわち、ファネルフロー排出特性の変化によりラットホールの内周面周辺に堆積する原料が上部から崩れてラットホール領域にある原料

表面へ流れ込みながら排出される時点を検知できる。

[0053] 本発明の原料装入装置は、ラットホールの原料高さを測定するレベル計 10 を有する炉頂バンカー 4 が、さらに、特定原料を一旦貯留する特定原料用バンカー 12 と、炉頂バンカー 4 のラットホールに原料を装入する特定原料用シュート 16 と、特定原料の流量を調整する流量調整弁 11 とを有する。これにより、炉頂バンカー 4 のラットホールに所望の流量で特定原料を供給することができる。炉頂バンカー 4 のラットホールに特定原料を供給する際に、レベル計 10 を用いて検知したファネルフロー排出特性の変化を利用して特定原料の供給を開始すれば、炉頂バンカー 4 から排出される原料に含まれる特定原料の割合を所望の割合に制御できる。

[0054] 本発明の原料装入装置に、特定原料用バンカー 12 にコークスを貯留し、2つの炉頂バンカー 4 のうちで特定原料用バンカー 12 から特定原料が装入される炉頂バンカーに鉱石を貯留し、もう一つの炉頂バンカー 4 にコークスを貯留して高炉に原料を装入する。これにより、高炉炉内にコークス層と混合層を交互に形成して原料を堆積させることができる。したがって、本発明の原料装入装置は、炉頂バンカーの数を増加させることなく、2つの炉頂バンカーにより高炉炉内にコークス層と混合層を交互に形成して原料を堆積させることができる。

[0055] 2つの炉頂バンカー 4 に原料を装入する第 1 供給系統は、前記図 1 に示す原料装入装置と同様の構成を採用できる。具体的には、複数の原料槽 1 と、装入ベルトコンベア 2 と、炉頂バンカー上部に配置され、装入ベルトコンベア 2 により搬送された原料をいずれかの炉頂バンカーに振り分ける切替シュート 15 とで構成することができる。

[0056] 本発明の原料装入装置は、第 1 供給系統から分岐して特定原料用バンカー 12 に原料を装入する第 2 供給系統を有するのが好ましい。具体的には、前述したように、第 1 供給系統を、複数の原料槽 1 と、装入ベルトコンベア 2 と、切替シュート 15 とで構成する場合、切替シュートから特定原料用バンカーに原料が供給する経路（第 2 供給系統）を追加し、切替シュートを操作

することにより２つの炉頂バンカーおよび特定原料用バンカーのうちのいずれか一つに原料供給先を切替え可能にするのが好ましい。これにより、特定原料用バンカーに原料を供給するのに、第１供給系統を利用することができ、設備コストを抑えることができる。

[0057] 本発明の原料装入装置は、前記図６に示すように、２つの炉頂バンカー４のうちでいずれか一方の炉頂バンカー４がレベル計１０と、特定原料を一旦貯留する特定原料用バンカー１２と、当該特定原料用バンカー１２から排出される特定原料をレベル計１０を有する炉頂バンカー４のラットホールに装入する特定原料用シュート１６と、特定原料用バンカー１２から排出される特定原料の流量を調整する流量調整弁１１とを有する実施形態に限定されない。

[0058] すなわち、本発明の原料装入装置は、２つの炉頂バンカーの両方が前記レベル計と、前記特定原料用バンカーと、前記特定原料用シュートと、前記流量調整弁とをそれぞれ有する実施形態を採用できる。これにより、いずれの炉頂バンカーからも混合層の形成が可能となり、鉬石を貯留する炉頂バンカーの変更が可能となる。このため、高炉炉内にコークス層と混合層を交互に形成する１回の装入サイクルが、例えばコークス２回の分割装入と鉬石１回の装入によって構成され、混合層を形成するために鉬石装入で使用する炉頂バンカーが装入サイクル毎に入れ替わる場合にも対応できる。

[0059] なお、設備コストの観点から、本発明の原料装入装置は、２つの炉頂バンカーのうちでいずれか一方の炉頂バンカーがレベル計等を有する実施形態を採用するのが好ましい。

[0060] 次に、このような本発明の原料装入装置を用いる本発明の原料装入方法を説明する。本発明の原料装入方法の第１実施形態は、上述の本発明の原料装入装置を用いて高炉へ原料を装入する方法であって、レベル計を有する炉頂バンカー内からの原料排出に際し、当該原料排出に伴って形成されるラットホールの原料高さを計測して前記（１）式により規定される原料高さが低下する速度（原料低下速度）を連続的に算出し、当該原料低下速度が増加から

減少に変化する時点を検出し、この時点検出から15秒経過するまでの間に前記特定原料用バンカーからの原料排出を開始することを特徴とする。

[0061] 従来の炉頂バンカーに順に原料を装入する原料装入方法により、炉頂バンカーに主原料と、特定原料とを順に装入した状態で、炉頂バンカーから原料を排出すると、炉頂バンカーから排出される原料に含まれる主原料と特定原料との割合は時間経過に伴って大きく変化する。この場合、後述する実施例で図8を用いて説明する通り、排出初期には特定原料は排出されることなく、主原料のみが排出され、排出中期には特定原料の割合が増加してピークが現れ、排出中期から末期にかけて徐々に減少し、排出末期に再び増加する。

[0062] これに対し、本発明の原料装入方法の第1実施形態は、炉頂バンカー内からの原料排出を開始してから、当該原料装入に伴って形成されるラットホールの原料高さを計測して原料低下速度を連続的に算出し、原料低下速度が増加から減少に変化する時点を検出する。すなわち、ファネルフロー排出特性の変化によりラットホールの内周面周辺に堆積する原料が上部から崩れてラットホール領域にある原料表面へ流れ込みながら排出される時点を検知する。

[0063] このようなファネルフロー排出特性の変化に応じて、特定原料用バンカー12からの原料排出を開始する。これにより、炉頂バンカー内に装入された特定原料の大部分は、ラットホール領域にある原料やラットホールの内周面周辺から崩れてラットホール領域にある原料表面に流れ込む原料と混合されて排出口から排出される。このため、本発明の原料装入方法の第1実施形態は、後述する実施例に図9の本発明例1で示す通り、排出中期から末期まで、炉頂バンカーから排出される原料に含まれる特定原料の割合を均一にすることができる。

[0064] したがって、本発明の原料装入方法の第1実施形態により高炉炉内に原料を装入すれば、主原料と特定原料とが均一な割合である混合層を形成でき、高炉炉内の装入物分布の制御性を高めることができる。また、本発明の原料装入方法の第1実施形態は、オンラインでレベル計によって原料高さを計測

して原料低下速度を連続的に算出する。このため、原料の種類または装入量の変更や天候変化等による原料の水分含有量の変化によって、原料低下速度が増加から減少に転じる時点が変動した場合でも、高炉炉内に主原料と特定原料とが均一な割合である混合層を形成できる。

[0065] 本発明の原料装入方法の第1実施形態では、高炉炉内で主原料と特定原料とが均一な割合である混合層の形成を促進して融着帯における反応効率と通気性を改善する観点から、原料低下速度が増加から減少に変化する時点を検出した後、すみやかに（同時に）特定原料用バンカーからの原料排出を開始するのが好ましい。一方、特定原料用バンカーからの原料排出の開始が遅すぎると、高炉炉内で混合層が十分に形成されないおそれがあるので、本発明の原料装入方法の第1実施形態では、原料低下速度が増加から減少に変化する時点を検出してから15秒経過するまでの間に（15秒以内に）特定原料用バンカーからの原料排出を開始する。

[0066] 本発明の原料装入方法の第2実施形態は、上述の本発明の原料装入装置を用いて高炉へ原料を装入する方法であって、事前に、前記レベル計を有する炉頂バンカー内からの原料排出を開始してから、前記（1）式により算出される原料高さが低下する速度が増加から減少に変化する時点までに経過する時間Aを把握しておき、時間Aを把握した条件と同一条件で行うレベル計を有する炉頂バンカー内からの原料装入に際し、事前に把握した時間Aの15秒前から時間Aまでの間で特定原料用バンカーからの原料排出を開始することを特徴とする。

[0067] 原料排出を開始してから原料低下速度が増加から減少に変化する時点までに経過する時間Aは、所定の操業条件に従って主原料を炉頂バンカーに装入した後で排出する際に、レベル計によって炉頂バンカー内に形成されるラットホールの原料高さを一定時間間隔で計測し、原料低下速度を算出することによって把握することができる。

[0068] 前述の通り、原料の種類、装入量、および、炉頂バンカーが備える流量調整弁の開度によって原料低下速度が増加から減少に転じる時点は変動する。

この他にも、炉頂バンカーの形状や炉頂バンカーに供給されて堆積した原料の頂点位置、原料の水分含有量によって、原料低下速度が増加から減少に転じる時点は変動する。一方、これらの条件が同一であれば、原料低下速度が増加から減少に転じる時点は一定の範囲内となる。このため、本発明の原料装入方法の第2実施形態では、事前に時間Aを把握した際の条件と、特定原料を炉頂バンカー内に装入しつつ炉頂バンカー内から原料を装入する際の条件とを同一とする。

[0069] 本発明の原料装入方法の第2実施形態では、炉頂バンカー内からの原料装入に際し、事前に把握した時間Aの15秒前から時間Aまでの間に特定原料用バンカーからの原料排出を開始する。後述する実施例に示すように、事前に把握した時間Aの15秒前に特定原料用バンカーからの原料排出を開始する場合でも、炉頂バンカーから排出される原料に含まれる主原料と特定原料との割合を所望の割合かつ均一に制御できる。一方、事前に把握した時間Aの15秒前より早い時期に特定原料用バンカーからの原料排出を開始すると、炉頂バンカーから排出される原料に含まれる特定原料の割合が一時的に大きく変化（増加）する現象が発生する。

[0070] このような本発明の原料装入方法の第2実施形態は、上特定原料用バンカーからの原料排出を時間Aの15秒前から時間Aまでの間に開始する。これにより、本発明の原料装入方法の第1実施形態と比べ、より長い時間に亘って、炉頂バンカーから排出される原料に含まれる主原料と特定原料との割合を所望の割合かつ均一に制御できる。

[0071] 本発明の原料装入方法によれば、原料の種類や主原料と特定原料との混合割合、炉頂バンカーまたは特定原料用バンカーが備える流量調整弁の操作、旋回シュートの傾動操作といった条件のうちから、適宜、条件を選択して調整することにより、高炉の操業状態によって変化する様々な装入条件に対応できる。

[0072] 例えば、鉬石を主原料、コークスを特定原料とし、旋回シュートを操作して高炉炉内の炉壁側、中間部および中心側の順に原料を装入する際に、中心

部に鉱石とコークスの混合層を形成させたくない場合（炉壁側および中心側に鉱石のみの層、中間部に混合層を形成する場合）でも、本発明の原料装入方法を適用できる。

[0073] この場合は、炉頂バンカーからの鉱石排出が完了するよりも、特定原料用バンカーから炉頂バンカーへのコークスの供給が早く完了するようにする。具体的には、特定原料用バンカーが備える流量調整弁の開度を変更することなく、特定原料用バンカーへのコークスの装入量を減らせばよい。また、特定原料用バンカーへのコークスの装入量を変更することなく、特定原料用バンカーが備える流量調整弁の開度を変更して大きくしてもよい。

[0074] あるいは、鉱石を主原料、コークスを特定原料とし、旋回シュートを操作して高炉炉内の炉壁側、中間部および中心側の順に原料を装入する際に、炉壁側においてより炉壁に近い位置から鉱石とコークスとの混合層を形成したい場合にも、本発明の原料装入方法を適用できる。

[0075] この場合は、炉頂バンカーが備える流量調整弁の開度を変更して大きくすることにより、炉頂バンカー内からの原料排出を開始してから、原料低下速度が増加から減少に転じる時点までに経過する時間を短縮できる。これにより、特定原料用バンカーからのコークス排出を開始する時期を早めることができ、高炉炉内に装入された原料の炉壁側において、より炉壁に近い位置から混合層とすることができる。

[0076] また、高炉の操業では、現状、炉内に装入されるコークスの全量のうちで、1～2割程度のコークスが鉱石と混合されて装入される。このため、本発明の原料装入装置は、特定原料用バンカーの容量を、炉頂バンカーの容量に対する比（特定原料用バンカーの容量／炉頂バンカーの容量）で0.1以上とするのが好ましい。一方、特定原料用バンカーの容量が大き過ぎると、原料装入装置を主とする原料装入設備が大型化して高くなり、設備コスト面で不利となる。このため、特定原料用バンカーの容量は、炉頂バンカーの容量に対する比で0.5以下にするのが好ましい。

[0077] なお、本発明は、実施形態で参照しながら説明した並列バンカー式ベルレ

ス装入装置に限定されるものではなく、垂直バンカー式ベルレス装入装置にも適用可能である。また、前記図6に示す原料装入装置が有する炉頂バンカーの形状では、ラットホールは排出口の真上に形成されることから、レベル計を排出口の真上に配置するとともに、排出口の真上に特定原料が装入されるように特定原料用シュートを設置した。ラットホールは、通常、炉頂バンカーの排出口の真上に形成されるが、炉頂バンカーの形状によってこれ以外の位置に形成される場合がある。この場合でも、ラットホールが形成される位置を事前に確認しておくことによって、本発明を適用可能である。

実施例

[0078] 本発明の原料装入装置およびそれを用いた原料装入方法による効果を検証するため、下記の試験を行った。

[0079] [試験方法]

本試験では、高炉容積5, 370 m³の5. 6分の1縮尺である並列バンカー式ベルレス装入模型装置を用いた。ベルレス装入模型装置の炉頂バンカーの形状は、前記図3に示した通りである。このベルレス装入模型装置に、前記図6に示す原料装入装置と同様に、炉頂バンカーの排出口の真上にレベル計（非接触式レーザー距離計）と、特定原料を一旦貯留する特定原料用バンカーと、特定原料用バンカーから排出される特定原料を炉頂バンカーのラットホールに装入する特定原料用シュートと、特定原料用バンカーから排出される特定原料の流量を調整する流量調整弁とを設けた。炉頂バンカーに主原料として鉱石である焼結鉱676 kgを装入し、特定原料用バンカー12にコークス20 kgを装入した。

[0080] この状態で、本発明例1では、炉頂バンカーが備える流量調整弁を開け、開度を一定にして炉頂バンカーからの原料排出を開始した。その際、レベル計によって、排出口の真上に形成されるラットホールの原料高さを1秒毎に計測し、前記(1)式により原料低下速度を連続的に算出した。

[0081] 本発明例1では、原料低下速度が増加から減少に変化する時点を検知すると同時に、特定原料用バンカーが備える流量調整弁を開け、開度を一定にし

て特定原料用バンカーから炉頂バンカーのラットホールの中心に向けて特定原料を排出した。

[0082] 本発明例 2 では、本発明例 1 により把握した炉頂バンカー内からの原料排出を開始してから原料低下速度が増加から減少に変化する時点までに経過する時間 A を利用して、特定原料バンカーからの原料排出を開始した。ここで、本発明例 1 では、炉頂バンカー内からの原料排出を開始してから原料低下速度が増加から減少に変化する時点までに経過した時間 A は 3 5 秒であった。

[0083] 本発明例 2 では、本発明例 1 と同一条件で炉頂バンカーおよび特定原料用バンカーに原料が装入された状態で、炉頂バンカーが備える流量調整弁を開け、開度を一定にして炉頂バンカーからの原料排出を開始した。炉頂バンカー内からの原料排出を開始してから、事前に把握した時間 A が経過する 1 5 秒前（炉頂バンカー内からの原料排出を開始してから 2 0 秒経過した時）に、特定原料用バンカーが備える流量調整弁を開け、開度を一定にして特定原料用バンカーから炉頂バンカーのラットホールの中心に向けて特定原料を排出した。

[0084] 本発明例 1 および 2 とともに、炉頂バンカー内から全ての鉱石が排出される時期と、特定原料バンカー内から全てのコークスが排出される時期とが同じになるように、特定原料用バンカーが備える流量調整弁の開度を設定した。

[0085] 比較例では、炉頂バンカーに主原料である鉱石を装入した後、特定原料であるコークスを装入した。

[0086] 図 7 は、比較例で炉頂バンカーに装入された原料の状態を示す図である。図 7 に示すように、比較例では、炉頂バンカー内で鉱石からなる層 1 4 の上に、コークスからなる層 1 3 が形成された状態とした。このように炉頂バンカーに原料を装入した状態で、比較例では、炉頂バンカーが備える流量調整弁を開け、開度を一定にして炉頂バンカーからの原料排出を開始し、炉頂バンカー内の全ての原料を排出した。

[0087] [評価基準]

本発明例および比較例ともに、炉頂バンカーの原料排出を開始してから試験終了までの間について約6秒毎に、炉頂バンカーから排出された原料から4～6kgの試料を採取した。採取した試料について、磁選、および目視によりコークスを分離して質量を計測し、原料のコークス含有率（質量％）を算出した。

[0088] [試験結果]

図8は、比較例における経過時間と、コークス含有率との関係を示す図である。図8に示す経過時間は、相対値であり、炉頂バンカーから原料排出を開始した時点（0）とし、炉頂バンカーから原料排出を終了した時点（全ての原料が排出された時点）を1とする。

[0089] 図8から、比較例では、排出初期には排出口真上に堆積する鉱石が排出されてラットホールが形成されることから、排出開始時から経過時間が0.3となる付近まではコークスは排出されずに鉱石のみが排出された。排出中期には排出口真上に堆積するコークスに加えてラットホールの内周面周辺に堆積するコークスが崩壊してラットホール領域にある原料表面へ流れ込むので、コークスの含有率が増加し経過時間0.5付近でピークとなった。さらに排出中期から末期にかけては、コークスの含有率が徐々に減少していくが、排出末期にはバンカー側壁近傍に堆積するコークスが排出されることから、コークスの含有率が再び増加した。

[0090] 図9は、本発明例1および本発明例2における経過時間と、コークス含有率との関係を示す図である。図9に示す経過時間は、前記図8と同様に相対値であり、炉頂バンカーから原料排出を開始した時点（0）とし、炉頂バンカーから原料排出を終了した時点（全ての原料が排出された時点）を1とする。

[0091] コークスの含有率は、本発明例1では経過時間約0.6以降で約4～7％、本発明例2では経過時間約0.5以降で約5～7％とほぼ一定になっており、本発明が目指す炉頂バンカーから排出される原料における混合割合の均一化が実現できていることが確認できた。

[0092] ここで、本発明例 2 において、特定原料用バンカーからコークスの排出を開始するタイミングをさらに早めていくと、図 8 に示したような大きなピークをもつ従来の排出パターンに近づいていく。このため、本発明の原料装入方法の第 2 実施形態では、事前に把握した原料低下速度が増加から減少に変化する時間の 15 秒前から当該時間までの間で特定原料用バンカーからの原料排出を開始する。

産業上の利用可能性

[0093] 本発明の原料装入装置およびそれを用いた原料装入方法により、鉄源や還元材と少量の特定原料とを炉内へ装入して混合層を形成すれば、主原料と特定原料とが均一な混合割合である混合層を形成でき、高炉炉内の装入物分布の制御性を高めることができる。

[0094] したがって、高炉の操業において、本発明の原料装入装置およびそれを用いた原料装入方法を適用し、鉱石とコークスとの混合層を炉内に形成することにより、融着帯で還元反応を促進するとともに、通気性を改善することができ、高炉の生産性向上に大きく寄与することができる。

符号の説明

[0095] 1 : 原料槽、 2 : 装入ベルトコンベア、 3 : 装入原料、
4 : 炉頂バンカー、 4 a : 排出口、 5 : 炉頂バンカーの流量調整弁、
6 : 開口、 7 : 集合ホッパー、 8 : 旋回シュート、
8 a : 旋回シュートの中心軸、 9 : 高炉、 9 a : 高炉の中心軸、
10 : レベル計、 11 : 特定原料用バンカーの流量調整弁、
12 : 特定原料用バンカー、 13 : 特定原料、
14 : 主原料（鉱石）、 15 : 切替シュート、
16 : 特定原料用シュート

請求の範囲

[請求項1] 高炉炉内に装入する原料を一旦貯留するための2つの炉頂バンカーと、この2つの炉頂バンカーに原料を装入する第1供給系統と、前記2つの炉頂バンカーから排出される原料が集合ホッパーを介して供給され、当該原料を高炉に装入する旋回シュートとを有するベルレス式装入装置において、

前記2つの炉頂バンカーのうちで少なくとも一方の炉頂バンカーがラットホールの原料高さを測定するレベル計と、特定原料を一旦貯留する特定原料用バンカーと、当該特定原料用バンカーから排出される特定原料を前記レベル計を有する炉頂バンカーのラットホールに装入する特定原料用シュートと、前記特定原料用バンカーから排出される特定原料の流量を調整する流量調整弁とを有することを特徴とする高炉の原料装入装置。

[請求項2] さらに前記第1供給系統から分岐して前記特定原料用バンカーに原料を装入する第2供給系統を有することを特徴とする請求項1に記載の高炉の原料装入装置。

[請求項3] 請求項1または2に記載の高炉の原料装入装置を用いて高炉へ原料を装入する方法であって、

前記レベル計を有する炉頂バンカー内からの原料排出に際し、当該原料排出に伴って形成されるラットホールの原料高さを計測して下記(1)式により規定される原料高さが低下する速度を連続的に算出し、当該原料高さが低下する速度が増加から減少に変化する時点を検出し、前記時点を検出してから15秒経過するまでの間に前記特定原料用バンカーからの原料排出を開始することを特徴とする高炉の原料装入方法。

$$V_H = (H_0 - H) / t \quad \cdots (1)$$

ここで、

V_H ：原料低下速度（排出開始から時刻 t までの平均速度）（mm

／ s) 、

t : 原料の排出開始時からの経過時間 (s) 、

H₀ : 原料の排出開始時における原料高さ (m m) 、

H : 経過時間 t における原料高さ (m m)

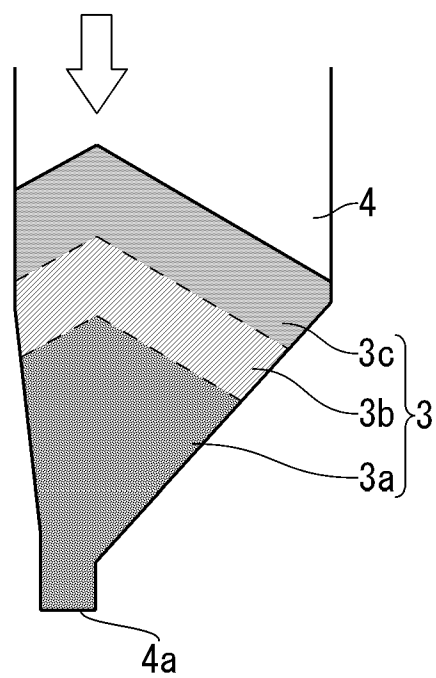
[請求項4]

請求項 1 または 2 に記載の高炉の原料装入装置を用いて高炉へ原料を装入する方法であって、

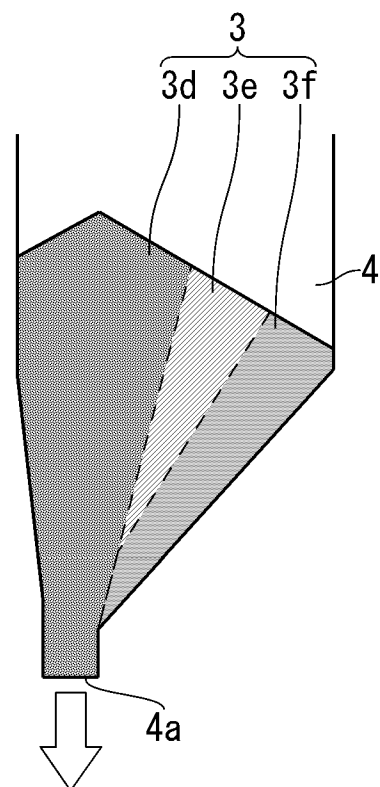
事前に、前記レベル計を有する炉頂バンカー内からの原料排出を開始してから、前記 (1) 式により算出される原料高さが低下する速度が増加から減少に変化する時点までに経過する時間 A を把握しておき、

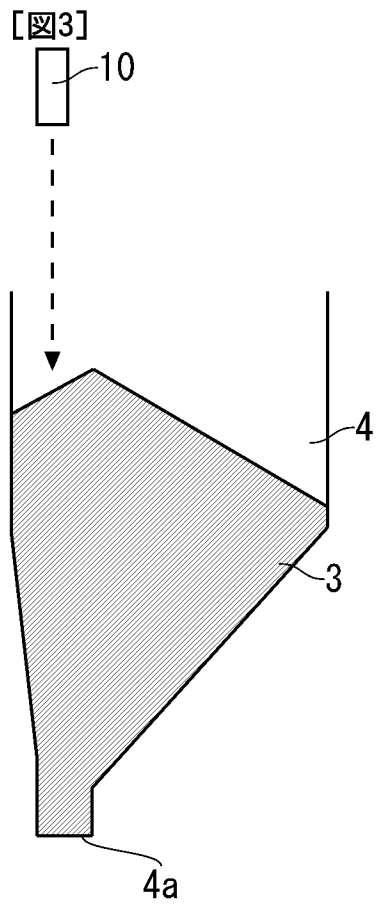
前記時間 A を把握した条件と同一条件で行う前記レベル計を有する炉頂バンカー内からの原料装入に際し、事前に把握した前記時間 A の 1 5 秒前から前記時間 A までの間で前記特定原料用バンカーからの原料排出を開始することを特徴とする高炉の原料装入方法。

(a) 原料供給順序

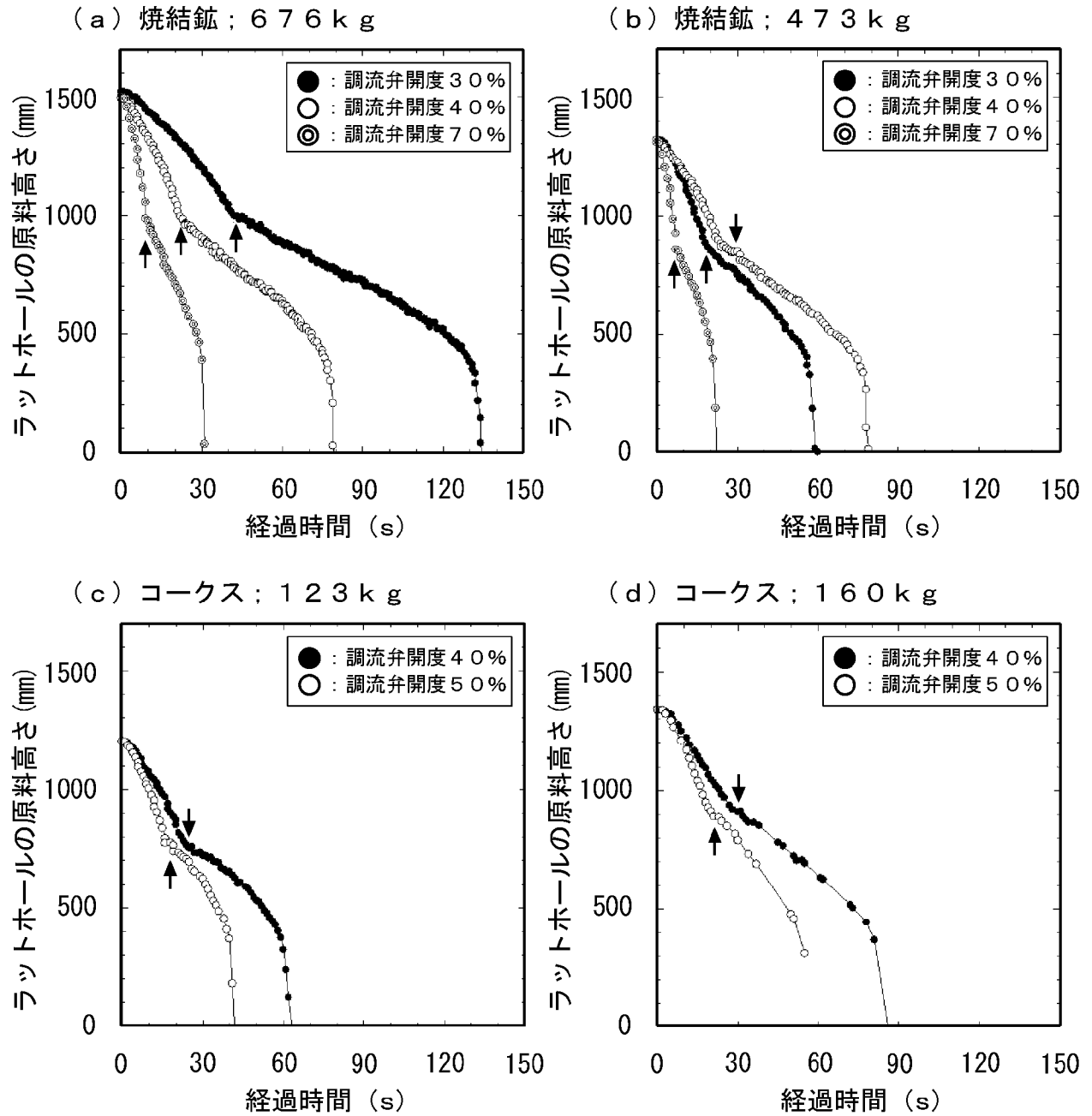


(b) 原料排出順序

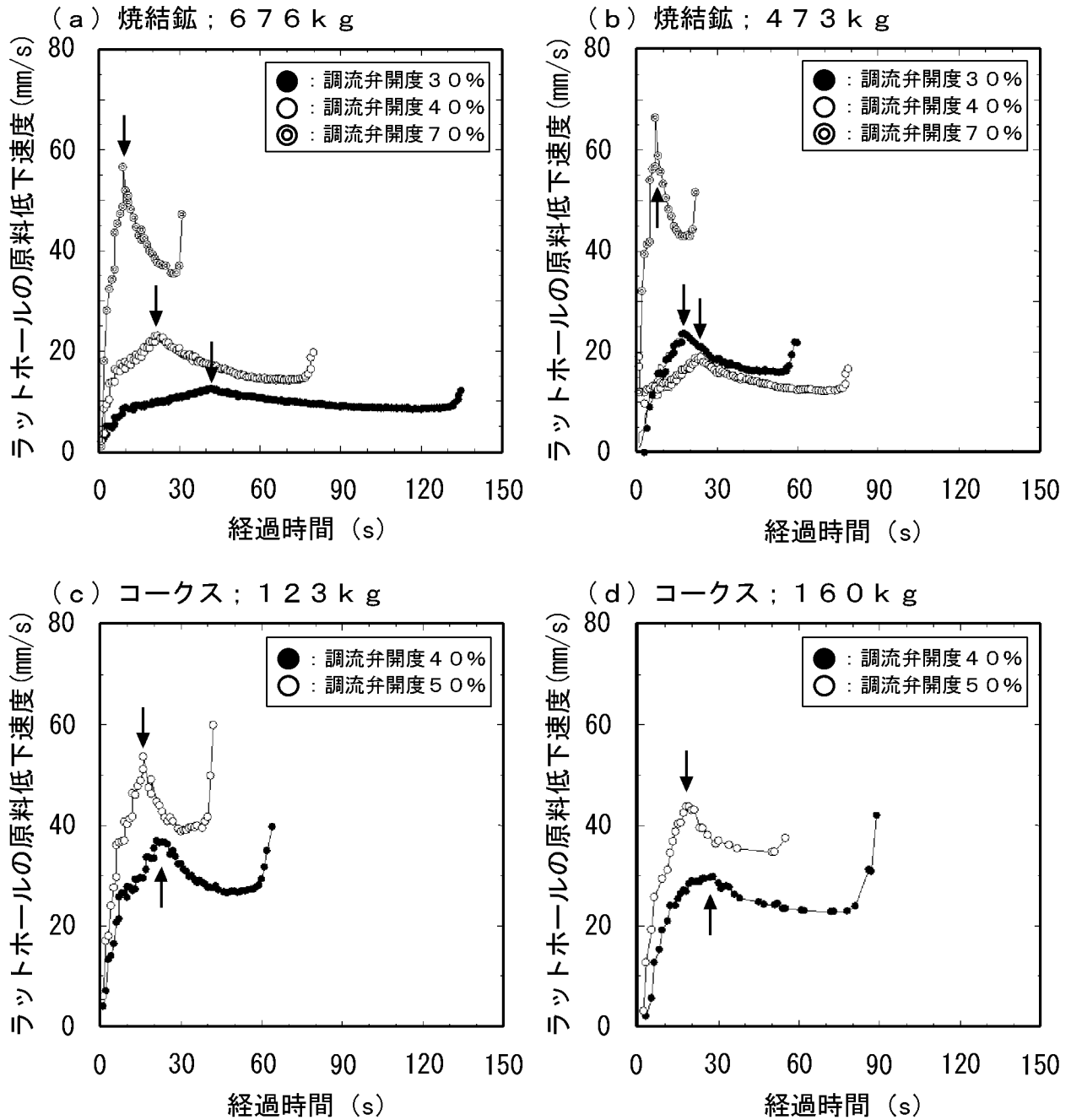




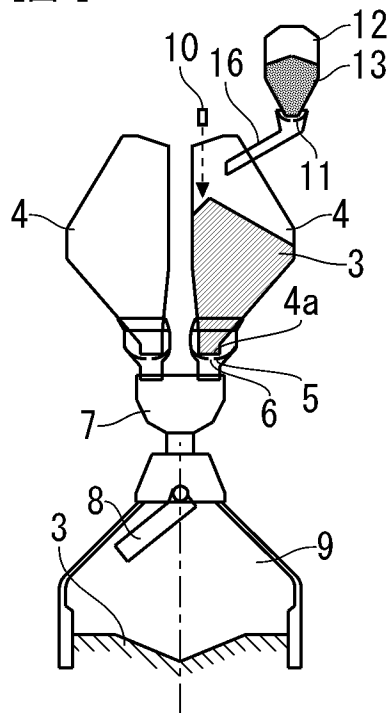
[図4]



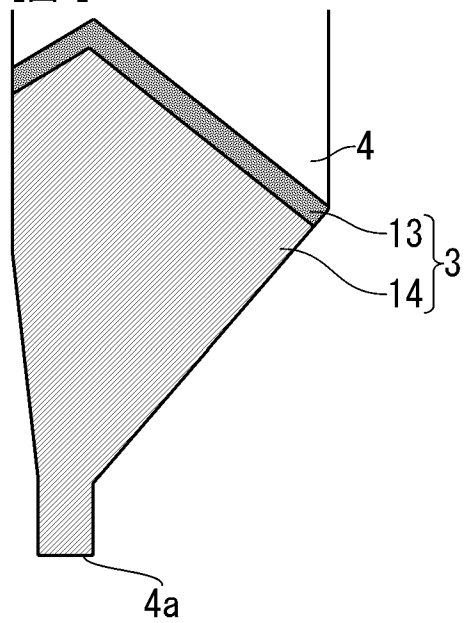
[図5]



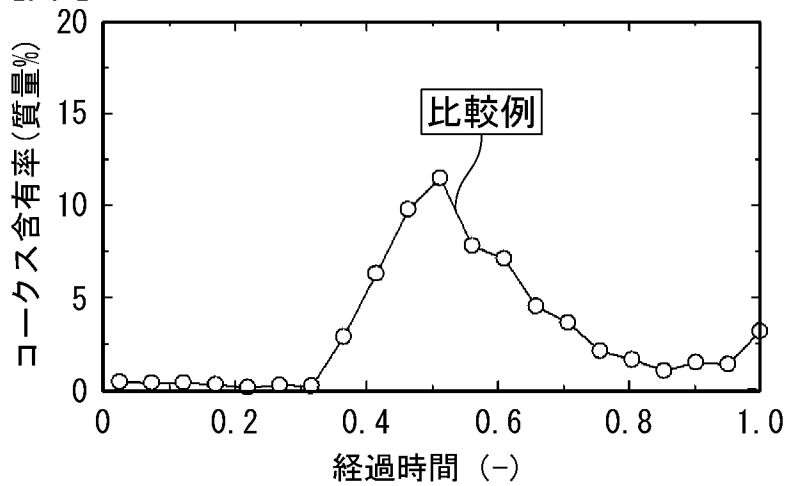
[図6]

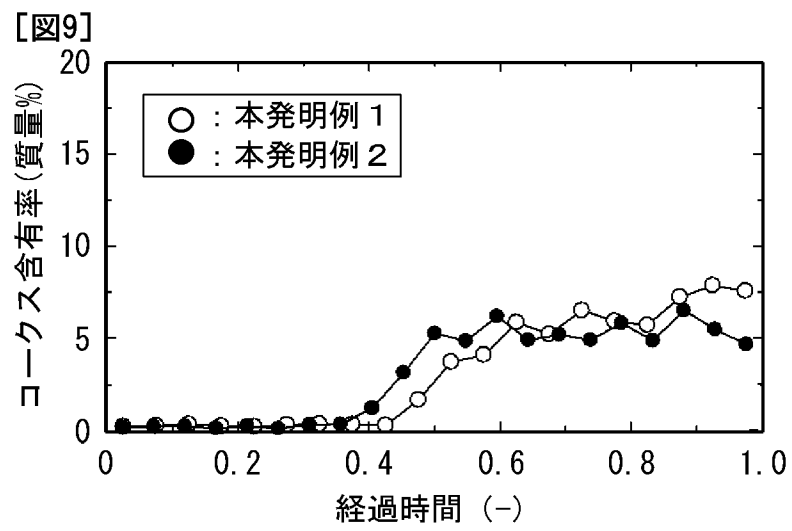


[図7]



[図8]





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003423

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C21B7/20(2006.01) i, C21B7/18(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)

C21B7/20, C21B7/18

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.
A	JP 2004-10980 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 15 January 2004 (15.01.2004), entire text (Family: none)	1-4
A	JP 2010-150642 A (JFE Steel Corp.), 08 July 2010 (08.07.2010), entire text (Family: none)	1-4
A	JP 2001-192714 A (Kobe Steel, Ltd.), 17 July 2001 (17.07.2001), entire text (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
08 August, 2012 (08.08.12)

Date of mailing of the international search report
21 August, 2012 (21.08.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/003423

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2-259005 A (Kawasaki Steel Corp.), 19 October 1990 (19.10.1990), entire text (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C21B7/20(2006.01)i, C21B7/18(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. C21B7/20, C21B7/18

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
A	JP 2004-10980 A（住友金属工業株式会社）2004.01.15, 全文（ファミリーなし）	1-4
A	JP 2010-150642 A（J F E スチール株式会社）2010.07.08, 全文（ファミリーなし）	1-4
A	JP 2001-192714 A（株式会社神戸製鋼所）2001.07.17, 全文（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

08.08.2012

国際調査報告の発送日

21.08.2012

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

4142

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

C (続き) . 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 2-259005 A (川崎製鉄株式会社) 1990. 10. 19, 全文 (ファミリーなし)	1-4