(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2019-143182
(P2019-143182A)
(43)公開日　令和1年8月29日(2019.8.29)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
C21B 5/00 (2006.01)		C21B	5/00	311	4K012

審査請求 未請求　請求項の数 7　ＯＬ　（全 14 頁）

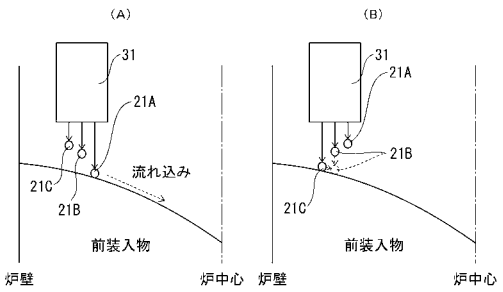
(21)出願番号　特願2018-26800(P2018-26800)
(22)出願日　平成30年2月19日(2018.2.19)

(71)出願人　000006655
日本製鉄株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目６番１号
(74)代理人　110000637
特許業務法人樹之下知的財産事務所
(72)発明者　稲吉　篤
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
(72)発明者　三尾　浩
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

Ｆターム(参考)　4K012 BC03　BC04

(54)【発明の名称】高炉への原料装入方法

(57)【要約】
【課題】排出速度の制御以外の方法で塊コークスの偏析を防止できる高炉への原料装入方法を提供する。
【解決手段】装入シュート３１を有するベルレス装入装置を用いて、鉱石およびコークスをそれぞれ層状に堆積させる高炉への原料装入方法において、鉱石と、前記コークスのうち、粒径比１以上のコークスである塊コークスを混合させた鉱石バッチを、落下流が、炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地するように装入する第１装入工程を実施することを特徴とする、高炉への原料装入方法。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
装入シュートを有するベルレス装入装置を用いて、鉱石およびコークスをそれぞれ層状に堆積させる高炉への原料装入方法において、
前記鉱石と、前記コークスのうち、前記鉱石に対する粒径比１以上の前記コークスである塊コークスを混合させたO_1バッチを、落下流が、炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地するように装入する第１装入工程を実施することを特徴とする、高炉への原料装入方法。
【請求項２】
請求項１に記載の高炉への原料装入方法であって、
前記装入シュートの旋回速度を１２ｒｐｍ以上とすることを特徴とする、高炉への原料装入方法。
【請求項３】
請求項１または請求項２に記載の高炉への原料装入方法であって、
前記O_1バッチの上に、前記鉱石に、前記塊コークスを混合させないO_2バッチを装入する第２装入工程を実施することを特徴とする、高炉への原料装入方法。
【請求項４】
請求項３に記載の高炉への原料装入方法であって、
前記第２装入工程は、
炉壁から炉中心に向けてO_2バッチを装入する工程であることを特徴とする、高炉への原料装入方法。
【請求項５】
請求項３または請求項４に記載の原料装入方法であって、
前記O_1バッチの前記鉱石の平均粒径は１１ｍｍ以上であり、
前記O_2バッチの前記鉱石は前記O_1バッチの前記鉱石の篩下で、その平均粒径は３ｍｍ以上であることを特徴とする、高炉への原料装入方法。
【請求項６】
請求項３または請求項４に記載の高炉への原料装入方法であって、
前記O_2バッチ上に、前記塊コークスを混合させないO_3バッチを炉壁側に装入する第３装入工程をさらに実施し、
前記O_1バッチの前記鉱石の平均粒径は１３ｍｍ以上であり、
前記O_2バッチの前記鉱石は前記O_1バッチの前記鉱石の篩下で、その平均粒径は６ｍｍ以上であり、
前記O_3バッチの前記鉱石は前記O_2バッチの前記鉱石の篩下で、その平均粒径は３ｍｍ以上であることを特徴とする、高炉への原料装入方法。
【請求項７】
請求項３または請求項４に記載の高炉への原料装入方法であって、
前記O_2バッチ上に、前記塊コークスを混合させないO_3バッチを炉壁側に装入する第３装入工程をさらに実施し、
前記O_1バッチおよび前記O_2バッチの前記鉱石の平均粒径は６ｍｍ以上であり、
前記O_3バッチの前記鉱石は前記O_1バッチおよび前記O_2バッチの前記鉱石の篩下で、その平均粒径は３ｍｍ以上であることを特徴とする、高炉への原料装入方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、高炉への原料装入方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、高炉において、コストや生産性の観点から、コークス比を下げて出銑速度を上げる、いわゆる極限操業が試みられている。

一方で、単純にコークス比を下げて出銑速度を上げると、炉内での還元ガスの通気性が悪化し、還元性が悪化する。これは以下の理由によるものである。

【０００３】

まず、コークスは高炉内では軟化し難いため、炉下部においてもコークスの形状が保持され、コークスの隙間が還元ガスの通気性を確保する。一方で、鉱石は鉄源として重要であるが、高炉内で溶融し、還元反応により銑鉄となるため、溶融物が通気性を悪化させる。

そのため、極限操業において、コークス比を下げると、通気性を確保するコークスの割合が下がって、通気性を悪化させる鉱石の割合が増えるため、通気性が悪化する。

【０００４】

そこで、鉱石層にコークスを混合することにより、鉱石層の通気性を改善する技術が提案されている。ここでは、鉱石層に装入するコークスを塊コークスと呼ぶ。塊コークスの平均粒径は、特に限定しないが、一般に３０～６０ｍｍ程度である。なお、本明細書において「平均粒径」とは算術平均径をいう。算術平均径は、目開きの異なるふるいで粒子を分級し、格段の粒子についてふるい目により決定される粒子直径の上限と下限の平均値に質量割合を乗じ、それらを合算して求められる。

【０００５】

一方で、塊コークスは密度や粒径が鉱石と異なる。特に密度が鉱石よりも小さいため、塊コークスを鉱石に混合して装入しても、塊コークスが炉中心に流れ込み、偏析を生じやすく、均一に装入するのが難しい。

【０００６】

そこで、特許文献１では、ベルレス高炉において、塊コークスと鉱石の混合原料を１．５ｔ／ｓ以上の排出速度で装入することにより、混合層を均一に形成している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特許第５６０１４２６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

しかしながら、特許文献１の技術では、排出速度が１．８ｔ／ｓ以上で、混合層を均一に形成する効果が飽和するため、さらに均一に混合したい場合には適用できなかった。

また、ベルレス高炉は、シュートを径方向に旋回させつつ原料を装入するため、１チャージの原料あたりの装入量が同じ条件で原料の排出速度を早くすると、１回転当たりの装入量が増えるため、１チャージの原料あたりの回転数が少なくなる。

【０００９】

１チャージの原料あたりの回転数が少なくなると、１回転あたりの径方向の装入幅が増えるため、径方向の堆積形状を厳密に制御し難くなる。

さらに、円周方向の堆積形状も厳密に制御し難くなる。これは、実炉のシュートでは、設定した旋回数と実際の旋回数が異なる誤差が生じるが、この誤差は旋回数によらず、一定であり、旋回数が少なくなると、誤差の影響が大きくなるためである。

そのため、堆積形状を厳密に制御したい場合には、特許文献１の技術は適用し難かった。

【００１０】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、排出速度の制御以外の方法で塊コークスの偏析を防止できる高炉への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】

【００１１】

本発明の高炉への原料装入方法は、装入シュートを有するベルレス装入装置を用いて、鉱石およびコークスをそれぞれ層状に堆積させる高炉への原料装入方法において、前記鉱

石と、前記コークスのうち、前記鉱石に対する粒径比１以上の前記コークスである塊コークスを混合させたO_1バッチを、落下流が、炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地するように装入する第１装入工程を実施することを特徴とする。

【００１２】

本発明では、塊コークスを混合した鉱石バッチであるO_1バッチを、炉壁側が先に装入面に着地するように装入するため、炉壁側に着地した塊コークスが中心方向に流れ込もうとしても、その後に炉中心側に着地した塊コークスと鉱石が流れ込みを阻止する。

そのため、排出速度の制御以外の方法で塊コークスの偏析を防止できる。

【００１３】

本発明の高炉への原料装入方法では、前記装入シュートの旋回速度を１２ｒｐｍ以上とするのが好ましい。

本発明のこの態様では、装入シュートの旋回速度を１２ｒｐｍ以上とすることにより、装入シュート内の装入物が炉壁方向に慣性力を受けて炉壁側が先に装入面に着地する。

そのため、排出速度の制御以外の方法で塊コークスの偏析を防止できる。

【００１４】

本発明の高炉への原料装入方法では、前記O_1バッチの上に、前記鉱石に、前記塊コークスを混合させないO_2バッチを装入する第２装入工程を実施するのが好ましい。

【００１５】

本発明のこの態様では、塊コークスを混合させたO_1バッチ上を、鉱石のみのO_2バッチで覆うため、塊コークスが、鉱石層下層に配置され、特開２０１４－９３９７号公報に示す通気性向上に理想的な塊コークス配置が実現できる。

【００１６】

本発明の高炉への原料装入方法では、前記第２装入工程は、炉壁から炉中心に向けてO_2バッチを装入する工程であることが好ましい。

本発明のこの態様では、炉中心方向からの径方向の距離が最も遠く、塊コークスが少ない炉壁側からO_2バッチの装入を行うため、O_1バッチ上の塊コークスにO_2バッチが衝突しても、塊コークスが炉中心に流れ込み難い。また、順装入とすることにより、鉱石の粒度偏析を形成しやすい。

【００１７】

本発明の高炉への原料装入方法では、前記O_1バッチの前記鉱石の平均粒径は１１ｍｍ以上であり、前記O_2バッチの前記鉱石は前記O_1バッチの前記鉱石の篩下で、その平均粒径は３ｍｍ以上であるのが好ましい。なお、O_1バッチの鉱石の平均粒径を１１ｍｍ以上とするには目開き１１ｍｍ以上の篩上の鉱石を用いるなどすれば良く、例えば目開き１１ｍｍ～１５ｍｍの篩で分級を行うとよい。O_2バッチの鉱石の平均粒径を３ｍｍ以上とするには目開き３ｍｍ以上の篩上の鉱石を用いるなどすれば良く、例えば目開き３ｍｍ～５ｍｍの篩で分級を行うとよい。

本発明のこの態様では、塊コークスを混合するO_1バッチをO_2バッチよりも粗粒とすることにより、O_1バッチ内での塊コークスの偏析を防止し通気性を確保できる。

さらに、塊コークスを混合しないO_2バッチの粒径をO_1バッチよりも細粒にすることにより、O_1バッチを粗粒にしたことによる鉱石装入量の減少を補える。O_1バッチの鉱石の篩下をO_2バッチにも利用でき、鉱石の歩留を向上させられる。

【００１８】

本発明の高炉への原料装入方法では、前記O_2バッチ上に、前記塊コークスを混合させないO_3バッチを炉壁側に装入する第３装入工程をさらに実施し、前記O_1バッチの前記鉱石の平均粒径は１３ｍｍ以上であり、前記O_2バッチの前記鉱石は前記O_1バッチの前記鉱石の篩下で、その平均粒径は６ｍｍ以上であり、前記O_3バッチの前記鉱石は前記O_2バッチの前記鉱石の篩下で、その平均粒径は３ｍｍ以上であるのが好ましい。なお、O_1バッチの鉱石の平均粒径を１３ｍｍ以上とするには目開き１３ｍｍ以上の篩上の鉱石を用いるなどすれば良く、例えば目開き１３ｍｍ～１７ｍｍの篩で分級を行うとよい。O_2バッチの鉱石の平均粒径を６ｍｍ以上とするには目開き６ｍｍ以上の篩上の鉱石を用いるなどす

れば良く、例えば目開き６ｍｍ～１０ｍｍの篩で分級を行うとよい。O_3バッチの鉱石の平均粒径を３ｍｍ以上とするには目開き３ｍｍ以上の篩上の鉱石を用いるなどすれば良く、例えば目開き３ｍｍ～５ｍｍの篩で分級を行うとよい。

本発明のこの態様では、鉱石を三分割して、塊コークスを混合するO_1バッチをより粗粒とすることにより、O_1バッチ内での塊コークスの偏析をより効果的に防止し通気性を確保できる。

さらに、塊コークスを混合させないO_2バッチの粒径をO_1バッチよりも細粒にすることにより、O_1バッチを粗粒にしたことによる鉱石装入量の減少を補える。O_1バッチの鉱石の篩下をO_2バッチに利用でき、鉱石の歩留を向上させられる。

また、O_3バッチをO_1バッチより細粒とすることにより、O_1バッチの鉱石の篩下をO_3バッチに利用でき、鉱石の歩留を向上させられる。還元ガス量の少ない炉壁側にO_3バッチを装入することにより、鉱石の還元性を確保できる。

【００１９】

本発明の高炉への原料装入方法では、前記O_2バッチ上に、前記塊コークスを混合させないO_3バッチを炉壁側に装入する第３装入工程をさらに実施し、前記O_1バッチおよび前記O_2バッチの前記鉱石の平均粒径は６ｍｍ以上であり、前記O_3バッチの前記鉱石は前記O_1バッチおよび前記O_2バッチの前記鉱石の篩下で、その平均粒径は３ｍｍ以上であるのが好ましい。なお、O_1バッチおよびO_2バッチの鉱石の平均粒径を６ｍｍ以上とするには目開き６ｍｍ以上の篩上の鉱石を用いるなどすれば良く、例えば目開き６ｍｍ～１０ｍｍの篩で分級を行うとよい。O_3バッチの鉱石の平均粒径を３ｍｍ以上とするには目開き３ｍｍ以上の篩上の鉱石を用いるなどすれば良く、例えば目開き３ｍｍ～５ｍｍの篩で分級を行うとよい。

本発明のこの態様では、塊コークスを混合するO_1バッチを粗粒とすることにより、O_1バッチ内での塊コークスの偏析を防止し通気性を確保できる。O_2バッチの粒度をO_1バッチの粒度と同じ範囲とすることにより、鉱石を三分割することなく、同じ篩目の篩でO_1バッチとO_2バッチを製造できる。

さらに、O_3バッチの粒径をO_1バッチおよびO_2バッチよりも小さくすることにより、O_1バッチおよびO_2バッチを粗粒にしたことによる鉱石装入量の減少を補える。O_1バッチおよびO_2バッチの鉱石の篩下をO_3バッチに利用でき、鉱石の歩留を向上させられる。さらに、還元ガス量の少ない炉壁側に細粒を装入することにより、鉱石の還元性を確保できる。

【図面の簡単な説明】

【００２０】

【図１】装入シュートから高炉に装入される原料の落下流を模式的に示す縦断面図であって、（Ａ）は炉中心側が炉壁側よりも先に装入面に着地するように装入した場合、（Ｂ）は炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地するように装入した場合を示す。

【図２】シュートの旋回速度と、装入した鉱石層の堆積形状の関係を示す図であって、図中のＳＴＬとはストックライン（装入高さ上限）である。

【図３】（C_1、O_1）装入を示す縦断面図。

【図４】（C_1、O_1、O_2）装入を示す縦断面図。

【図５】（C_1、O_1、O_2、O_3）装入を示す縦断面図。

【図６】（C_1、O_1）装入の手順を示すフロー図。

【図７】（C_1、O_1、O_2）装入の手順を示すフロー図。

【図８】（C_1、O_1、O_2、O_3）装入の手順を示すフロー図。

【図９】実施例で原料を装入している瞬間を模式的に示す斜視図であって、（Ａ）は炉中心側が炉壁側よりも先に装入面に着地するように装入した場合、（Ｂ）は炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地するように装入した場合を示す。

【図１０】旋回中の装入シュートおよび装入原料をベベル側から見た正面図であって、（Ａ）は旋回速度が８ｒｐｍの場合、（Ｂ）は旋回速度が１２ｒｐｍの場合。

【発明を実施するための形態】

【００２１】
＜発明の背景＞
まず、本発明の背景について、図１および図２を参照して説明する。
特許文献１に記載のように、鉱石層に塊コークスを混合して装入する際に、原料の排出速度（高炉内への装入速度）を上昇させることにより、塊コークスをある程度均一に装入できることは公知である。
【００２２】
一方で、この方法では、一定速度で効果が飽和すること、および原料の堆積形状の制御がし難くなる点が問題である。
これに対して本発明者は、装入速度ではなく、装入の際の原料の落下流を制御することにより、塊コークスの中心への流れ込みを防止でき、塊コークスを均一に装入できるのではないかと考えた。
【００２３】
具体的には、図１（Ａ）に示すように、装入シュート３１からの落下流を、炉中心側から炉壁側に向けて順番に着地させる場合は、先に着地した装入物２１Ａが、そのまま炉中心に流れ込むと考えた。一方で、図１（Ｂ）に示すように、落下流を炉壁側から炉中心側に向けて順番に着地させる場合は、先に着地した装入物２１Ｃが、後で着地した炉中心側の装入物２１Ａ、２１Ｂによって、流れ込みを阻止されると考えた。
【００２４】
そこで、本発明者は、装入シュート３１の旋回速度を変化させることにより、落下流を炉壁側と炉中心側のいずれかから先に着地させる比較実験を行った。
【００２５】
その結果、図２に示すように、旋回速度を速くして、落下流を炉壁側から炉中心側に向けて順番に着地させた方が、装入位置に塊コークスが留まり、塊コークスの中心への流れ込みを防止できることが分かった。
以上が本発明の背景である。
【００２６】
次に、図面に基づき、本発明の高炉への原料装入方法に好適な実施形態を詳細に説明する。
＜対象高炉＞
まず、対象高炉について説明する。
本実施形態に係る高炉への原料装入方法の対象高炉は、装入シュート３１を有するベルレス装入装置を用いて、鉱石およびコークスをそれぞれ層状に堆積させる高炉であれば特に限定されない。
【００２７】
装入シュート３１へ原料を供給するホッパーは複数でもよい。ホッパーが複数ある場合は、鉱石とコークスをホッパーに層状に堆積させた状態で、装入シュート３１に供給しても良いし、鉱石とコークスを別々のホッパーに貯蔵して、装入時に混合してもよい。
【００２８】
装入シュート３１の直径は特に限定しないが、公知の装入シュート３１であれば、７００ｍｍ以上、１３００ｍｍ以下であり、概ね１０００ｍｍ程度である。
以上が対象高炉の説明である。
【００２９】
次に、装入方法について説明する。
＜概要＞
まず、装入方法の概要を簡単に説明する。
一般的に、鉱石およびコークスをそれぞれ層状に堆積させる装入方法では、図３に示すように、鉱石１３（O_1）とコークス１５（C_1）を交互に層状に装入し１チャージとする（C_1、O_1）装入がある。ただし、１チャージの装入方法は、（C_1、O_1）装入には限定されない。例えば図４に示すように、鉱石１３を、鉱石１３Ａ、１３Ｂの２バッチに分

け、１チャージとする（C_1、O_1、O_2）装入でもよい。図５に示すように、鉱石１３を、鉱石１３Ａ、１３Ｂ、１３Ｃの３バッチに分け、１チャージとする（C_1、O_1、O_2、O_3）装入でもよい。いずれの場合でも、O_1バッチの鉱石１３、１３Ａに塊コークス１７を混合する。

【００３０】

図示はしていないが、コークス１５を２バッチ以上に分けて装入してもよい。

以下の説明では、（C_1、O_1）装入を第１の実施形態、（C_1、O_1、O_2）装入を第２の実施形態、（C_1、O_1、O_2、O_3）装入を第３の実施形態として例示する。

以上が装入方法の概要である。

【００３１】

次に、第１の実施形態に係る装入方法の詳細について、図３および図６を参照して説明する。

【００３２】

＜装入原料＞

まず、装入原料を用意する。

装入原料は主にC_1バッチを構成するコークス１５と、O_1バッチを構成する鉱石１３である。コークス１５と鉱石１３の混合比率は特に限定しない。

コークス１５の条件については、第１の実施形態では特に規定しないが、平均粒径３０ｍｍ以上、６０ｍｍ以下が望ましい。

鉱石１３は、焼結鉱が望ましいが、ペレットや塊鉱石、還元鉄等を含んでもよい。以下の説明では、焼結鉱を例に説明する。

O_1バッチの鉱石１３の平均粒径は、３ｍｍ以上、５０ｍｍ以下が望ましい。

O_1バッチは塊コークス１７を含む。塊コークス１７の粒径は、鉱石１３に対する粒径比１以上である。粒径比の求め方は、塊コークス１７の平均粒径／鉱石１３の平均粒径である。粒径比１以上とすることにより、O_1バッチの通気性を確保できる。

【００３３】

＜装入方法＞

装入シュート３１を有するベルレス装入装置を用いて、鉱石１３およびコークス１５をそれぞれ層状に堆積させる。

具体的には、まずC_1バッチとしてコークス１５を装入する（図６のＳ１）。次にO_1バッチとして、塊コークス１７を混合した鉱石１３を装入する（図６のＳ２、第１装入工程）。高炉の休風等が無い限りは、以後はＳ１とＳ２を繰り返す。

【００３４】

鉱石１３の装入速度は特に限定しない。特許文献１に記載のように１．５ｔ／ｓ以上の排出速度でもよいし、それ未満でもよい。

【００３５】

鉱石１３の装入方向は、炉壁から炉中心に向けて装入する順装入でもよいし、炉中心から炉壁に向けて装入する逆装入でもよい。

ただし、順装入が好ましい。これは順装入にすると、鉱石層の粒度偏析が生じ、炉壁側から炉心側に向けて粒度が大きくなるため、炉心の通気性確保の観点から好ましいためである。

【００３６】

鉱石１３を装入する際には、落下流が、炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地するように装入する。

具体的な装入方法としては、装入シュート３１の旋回速度を従来よりも速くする方法がある。例えば、公知の直径（７００ｍｍ以上、１３００ｍｍ以下）の装入シュート３１の場合、旋回速度を１２ｒｐｍ以上とすると、図９（Ｂ）および図１０（Ｂ）に示すように、装入シュート内の原料が、慣性力により外壁方向に押しつけられて、せり上がる。これにより、落下流が、炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地する。

【００３７】

落下流が、炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地するのであれば、装入方法は、旋回速度を速くする方法に限定されない。例えば、装入シュート３１から排出された原料をガイドする反発板を設けてもよい。

【００３８】

装入シュート３１の直径を小さくすることによっても、炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地させることができる。これは、同じ旋回速度でも、原料が外壁方向に押しつけられて、せり上がりやすくなるためである。

【００３９】

このように、第１の実施形態によれば、鉱石１３と塊コークス１７を混合させた鉱石バッチを、落下流が、炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地するように装入する。

そのため、排出速度の制御以外の方法で塊コークス１７の偏析を防止できる。

【００４０】

次に、第２の実施形態について、図４および図７を参照して、説明する。

第２の実施形態は、（C_1、O_1、O_2）装入の場合であり、鉱石バッチをO_1バッチとO_2バッチに２つに分けて装入する場合である。ここでは、第１の実施形態と異なる部分について主に説明する。

【００４１】

＜装入原料＞

図４に示す（C_1、O_1、O_2）装入の場合、O_1バッチの鉱石１３Ａの平均粒径は、１１ｍｍ以上が望ましく、O_2バッチの鉱石１３Ｂは、O_1バッチの鉱石の篩下で、その平均粒径は３ｍｍ以上が望ましい。塊コークス１７はO_1バッチにのみ混合するのが望ましい。

【００４２】

塊コークス１７を混合するO_1バッチを粗粒とすることにより、O_1バッチの通気性を確保できる。O_1バッチを塊コークス１７と同程度の粗粒とすることにより、O_1バッチ内での偏析を防止し、塊コークス１７と混合しやすくできる。

【００４３】

塊コークス１７を混合しないO_2バッチの粒径を、O_1バッチよりも小さくすることにより、O_1バッチを粗粒にしたことによる鉱石装入量の減少を補える。O_1バッチの鉱石１３Ａの分級時の篩下をO_2バッチに利用でき、鉱石の歩留を向上させられる。

【００４４】

O_1バッチとO_2バッチは同程度の質量とするのが望ましい。

塊コークス１７は、鉱石１３Ａに対する粒径比１以上である。

【００４５】

＜装入方法＞

第２の実施形態も、第１の実施形態と同様に、装入シュート３１を有するベルレス装入装置を用いて、鉱石１３Ａ、１３Ｂおよびコークス１５をそれぞれ層状に堆積させる。

【００４６】

具体的には、まずコークス１５を装入する（図７のＳ１１）。次にO_1バッチとして、塊コークス１７を混合した鉱石１３Ａを装入する（図７のＳ１２、第１装入工程）。

装入速度、O_1バッチの装入開始位置は、第１の実施形態と同じである。炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地するように、鉱石１３Ａを装入する点も同様である。

次に、O_1バッチの上に、塊コークス１７を混合させないO_2バッチを装入する（図７のＳ１３、第２装入工程）。高炉の休風等が無い限りは、以後はＳ１１からＳ１３までを繰り返す。

【００４７】

このような順番でO_1バッチ、O_2バッチを装入すると、塊コークス１７を混合させたO_1バッチ上を、鉱石１３ＢのみのO_2バッチで覆うため、塊コークス１７が、鉱石層全体のうち、下層に配置される。

【００４８】

鉱石１３Ａ、１３Ｂの装入方向は、順装入が好ましい。理由の１つは、第１の実施形態

で述べた粒度分布の確保であるが、第２の実施形態では、さらに以下の理由がある。
具体的には、順装入にすると、炉中心からの径方向の距離が最も遠く、塊コークス１７が少ない炉壁側からO_2バッチの装入を行うため、O_1バッチ上の塊コークス１７にO_2バッチが衝突しても、塊コークス１７が炉中心に流れ込み難いためである。
【００４９】
このように、第２の実施形態によれば、鉱石１３Ａと塊コークス１７を混合させた鉱石バッチを、落下流が、炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地するように装入する。
そのため、第１の実施形態と同様の効果を奏する。
【００５０】
次に、第３の実施形態について、図５および図８を参照して、説明する。
第３の実施形態は、（C_1、O_1、O_2、O_3）装入の場合であり、第２の実施形態において、鉱石バッチをさらにO_1、O_2、O_3の３つに分けて装入するものである。ここでは、第２の実施形態と異なる部分について説明する。
【００５１】
＜装入原料＞
図５に示す（C_1、O_1、O_2、O_3）装入の場合、O_1バッチの鉱石１３Ａの平均粒径は、１３ｍｍ以上が好ましい。O_2バッチの鉱石１３ＢはO_1バッチの鉱石１３Ａの篩下で、その平均粒径は６ｍｍ以上が好ましい。O_3バッチの鉱石１３ＣはO_2バッチの鉱石１３Ｂの篩下で、その平均粒径は３ｍｍ以上が好ましい。
【００５２】
塊コークス１７を混合するO_1バッチを粗粒とすることにより、O_1バッチの通気性を確保できる。O_1バッチを塊コークス１７と同程度の粗粒とすることにより、O_1バッチ内での偏析を防止し、塊コークス１７と混合しやすくできる。
【００５３】
塊コークス１７を混合させないO_2バッチの粒径を、O_1バッチよりも小さくすることにより、O_1バッチを粗粒にしたことによる鉱石装入量の減少を補える。O_1バッチの鉱石１３Ａの分級時の篩下をO_2バッチに利用でき、鉱石の歩留を向上させられる。
【００５４】
O_3バッチを細粒とすることにより、O_1バッチの鉱石１３Ａの製造時の篩下をO_3バッチに利用でき、鉱石の歩留を向上させられる。さらに、還元ガス量の少ない炉壁側に細粒を装入することにより、鉱石の還元性を確保できる。
【００５５】
図５に示す（C_1、O_1、O_2、O_3）装入の場合、O_1バッチおよびO_2バッチの鉱石１３Ａ、鉱石１３Ｂの平均粒径は、６ｍｍ以上であってもよい。O_3バッチの鉱石１３Ｃの平均粒径は、３ｍｍ以上であってもよい。
【００５６】
塊コークス１７を混合するO_1バッチを粗粒とすることにより、O_1バッチの通気性を確保できる。O_1バッチを塊コークス１７の粒径に近づけるために粗粒にする事で、O_1バッチ内での偏析を防止し、塊コークス１７と混合しやすくできる。
【００５７】
O_2バッチの粒度をO_1バッチの粒度と同じ範囲とすることにより、鉱石を三分割することなく、同じ篩目の篩でO_1バッチとO_2バッチを製造できる。O_3バッチの粒径を、O_1バッチおよびO_2バッチよりも小さくすることにより、O_1バッチおよびO_2バッチを粗粒にしたことによる鉱石装入量の減少を補える。O_1バッチおよびO_2バッチの鉱石１３Ａ、１３Ｂの分級時の篩下をO_3バッチに利用でき、鉱石の歩留を向上させられる。
【００５８】
さらに、還元ガス量の少ない炉壁側に細粒を装入することにより、鉱石の還元性を確保できる。
【００５９】
第２の実施形態と同様に、塊コークス１７は、粒径によらず、O_1バッチにのみ混合す

るのが望ましい。塊コークス１７は、鉱石１３Ａに対する粒径比１以上である。
【００６０】
＜装入方法＞
第３の実施形態も、第２の実施形態と同様に、装入シュート３１を有するベルレス装入装置を用いて、鉱石１３Ａ、１３Ｂ、１３Ｃおよびコークス１５をそれぞれ層状に堆積させる（装入工程）。
具体的には、まずコークス１５を装入する（図８のＳ２１）。次にO_1バッチとして、塊コークス１７を混合した鉱石１３Ａを装入する（図８のＳ２２、第１装入工程）。
装入速度、O_1バッチの装入開始位置は、第１の実施形態と同じである。炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地するように、鉱石１３Ａを装入する点も同様である。
【００６１】
次に、O_1バッチの上に、塊コークス１７を混合させないO_2バッチを装入する（図８のＳ２３、第２装入工程）。O_1バッチ上を、鉱石１３ＢのみのO_2バッチで覆うことにより、第２の実施形態と同様の効果を奏する。
次に、O_2バッチの炉壁側に塊コークス１７を混合させないO_3バッチを装入する（図８のＳ２４、第３装入工程）。O_1バッチおよびO_2バッチよりも、細粒のO_3バッチを、還元ガス量の少ない炉壁側に装入することにより、鉱石の還元性を確保できる。
鉱石１３Ａ、１３Ｂ、１３Ｃの装入方向は、第２の実施形態と同様に、順装入が好ましい。
以上が第３の実施形態の説明である。
【００６２】
このように、第３の実施形態によれば、鉱石１３Ａと塊コークス１７を混合させた鉱石バッチを、落下流が、炉壁側が炉中心側よりも先に装入面に着地するように装入する。
そのため、第１の実施形態と同様の効果を奏する。
【実施例】
【００６３】
以下、実施例に基づき本発明を具体的に説明するが、本発明は実施例には限定されない。
実炉の模型実験装置を用いて、鉱石１３と塊コークス１７の混合原料を装入し、塊コークス１７の流れ込み変化を確認した。具体的な手順は以下の通りである。
【００６４】
まず、模型実験装置として、実炉の１／３サイズの模型実験装置（半径１８００ｍｍ程度）を用意した。装入シュート３１の直径は実炉の約１／３である３７５ｍｍとした。
次に、装入原料として、表１に示す鉱石１３（焼結鉱）と塊コークス１７を用意した。
表１における「実炉」とは、実炉での条件を想定したものであり、「模型」とは、模型実験装置の縮尺を考慮して、実際に装入した鉱石１３と塊コークス１７の条件を示す。
具体的には、平均粒径は、実炉の約１／３とした。
装入質量は、約$1/3^3=1/27$とした。
【００６５】
【表１】

	焼結鉱		塊コークス	
	質量(t)	平均粒径(mm)	質量(t)	平均粒径(mm)
実炉	112.0	20.0	4.1	52.0
模型	5.10	7.1	0.19	18.6

【００６６】
次に、表１に示す原料を混合し、旋回速度を、実炉で８ｒｐｍ～１４ｒｐｍを想定し、実炉の約√３倍の旋回速度とし、その他の条件は同じとして、鉱石１３と塊コークス１７

を混合した原料を、O_1バッチで１バッチ装入した。装入開始位置は、炉中心から１５００ｍｍ地点（コークステラス２１付近、無次元化距離０．８程度）から開始し、９００ｍｍ地点（無次元化距離０．５程度）で装入を停止した。旋回数は、全て１２回とした。

【００６７】

装入後、プロフィールメーターを用いて、径方向の装入原料の堆積形状を測定した。図２に結果を示す。図２における旋回速度は、実炉換算である。また、旋回速度と排出速度を表２に示す。なお、排出速度は、鉱石１３と塊コークス１７の質量の合計（本実験では１１６．１ｔ）を旋回数（本実験では１２回）で割ったものに、旋回速度（本実験では１２ｒｐｍ＝０．２ｒｐｓ、１４ｒｐｍ＝０．２３ｒｐｓ）を乗じることで算出できる。

【００６８】

【表２】

	旋回速度(rpm)		排出速度(t/s)	
	実炉	模型	実炉	模型
比較例1	8.0	13.4	1.29	0.10
比較例2	10.0	16.7	1.61	0.12
実施例1	12.0	20.1	1.94	0.15
実施例2	14.0	23.4	2.26	0.17

【００６９】

図２に示すように、旋回速度が実炉換算で１２ｒｐｍ以上の実施例１、２は、１２ｒｐｍ未満の比較例１、２に比べて装入位置（装入開始地点から装入終了地点までの位置）が盛り上がっていた。このことは、装入位置でより多くの装入原料が留まり、炉中心や炉壁に流れ込んでいないことを意味する。

【００７０】

さらに、実施例１、２では排出速度が実炉換算で１．８ｔ／ｓ以上となっており、特許文献１で、混合層を均一に形成する効果が飽和するとされている速度を超えていた。

このことは、実施例１、２で混合層を均一に形成する効果は、排出速度ではなく、旋回速度の制御によって発現したことを示している。

【００７１】

また、旋回速度が実炉換算で８ｒｐｍ（比較例１）および１２ｒｐｍ（実施例１）の場合の、塊コークス１７の体積割合が２０％以上の領域の面積比率を比較した。具体的には、まず、装入したO_1バッチの表面に、炉中心から炉壁に向けて直線を仮想線として引いた。次に、仮想線を７つに等分し、仮想線を中心に円周方向の幅２０ｃｍ、深さ５ｃｍの領域を掃除機で吸い込むことにより、７つの領域からO_1バッチを採取した。この作業を深さが５０ｃｍに達するまで行い。合計７０領域を採取した。最後に、各領域の塊コークス１７の体積比率を焼結鉱およびコークスの重量と、別途測定したかさ密度から算出し、塊コークス１７の体積比率が２０％以上の領域の割合を面積比率とした。

【００７２】

その結果、８ｒｐｍ（比較例１）では当該領域の面積比率が３２％であったのに対して、１２ｒｐｍ（実施例１）では４３％であった。よって、旋回速度を上昇させることにより、塊コークス１７が、炉中心に流れ込まずに、均一に装入されることが、確認された。

【００７３】

さらに、旋回速度が８ｒｐｍ（比較例１）および１２ｒｐｍ（実施例１）の場合の原料３が装入される瞬間を観察した。その結果、図９の模式図に示すように、比較例１は図９（Ａ）に示すように、中心側が先に着地していたのに対し、実施例１は外壁側が先に装入面に着地していた。

【００７４】

これは図１０に示すように、装入シュート３１を高速旋回すると、装入シュート内で原料３がシュート内壁１に沿ってせり上がったためと考えられる。

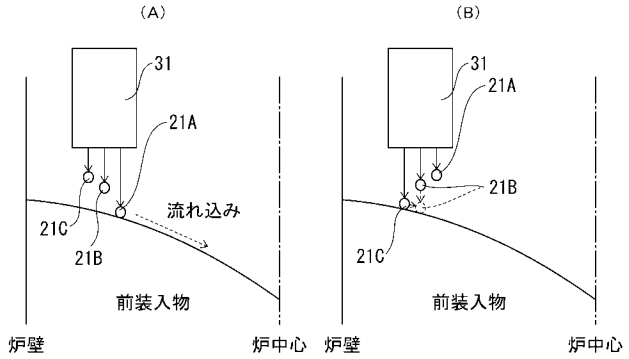
また、先行して着地した上層の塊コークス１７を含む原料の、中心側への流れ込みが、後で着地した中心側の原料によって抑制されたと考えられる。

【符号の説明】

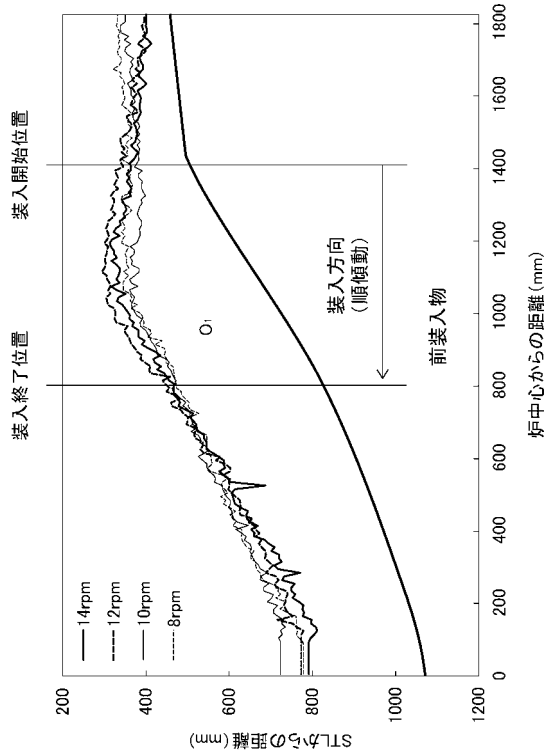
【００７５】

１３、１３Ａ、１３Ｂ、１３Ｃ…鉱石、１５…コークス、１７…塊コークス

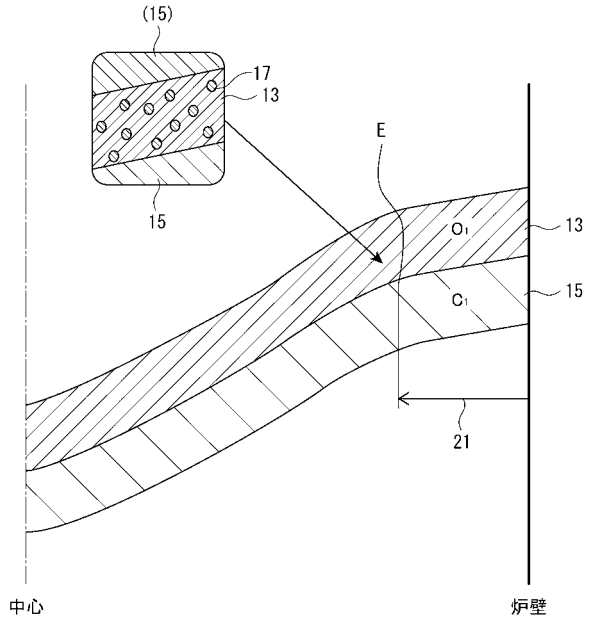
【図１】



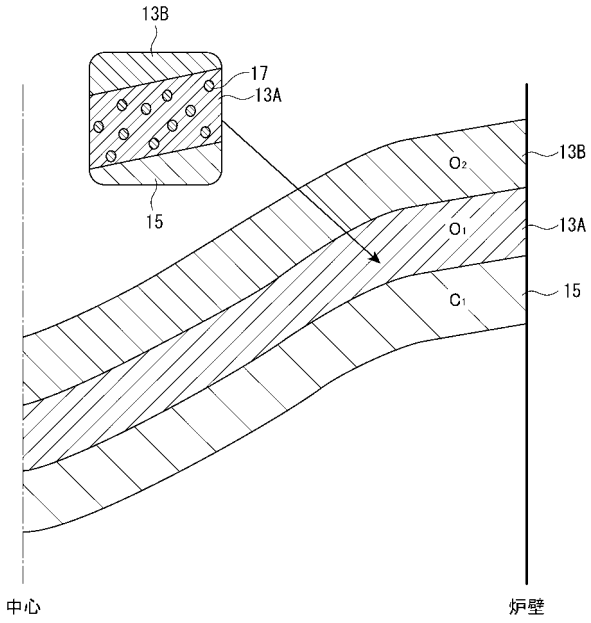
【図２】



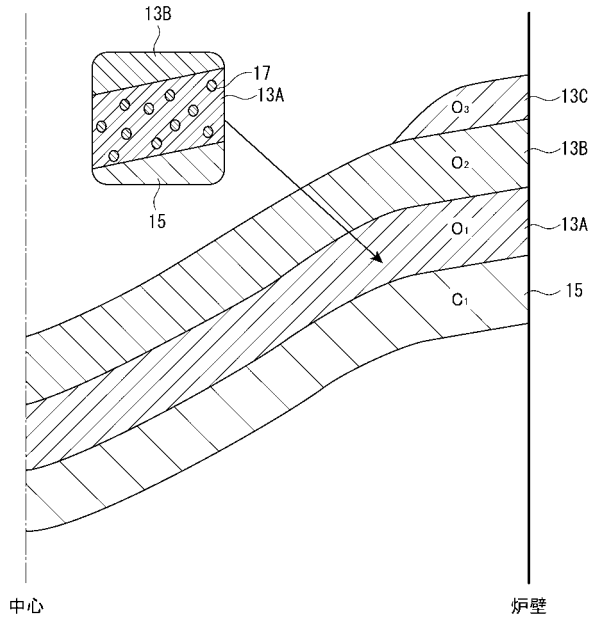
【図３】


(15)
17
13
E
15
O1
13
C1
15
21
中心
炉壁

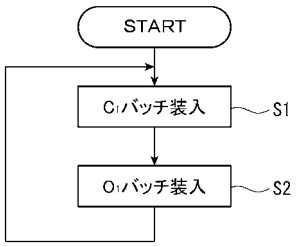
【図４】


13B
17
13A
15
O2
13B
O1
13A
C1
15
中心
炉壁

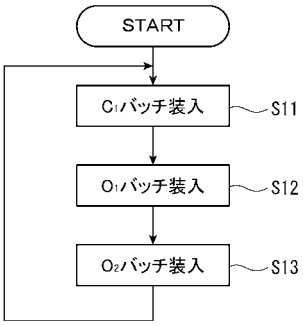
【図５】


13B
17
13A
15
O3
13C
O2
13B
O1
13A
C1
15
中心
炉壁

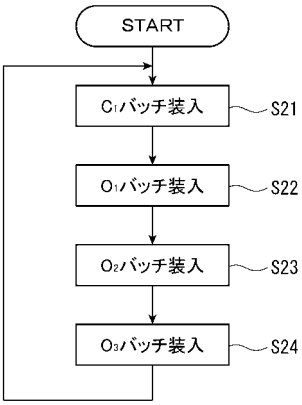
【図６】


START
C1バッチ装入
S1
O1バッチ装入
S2

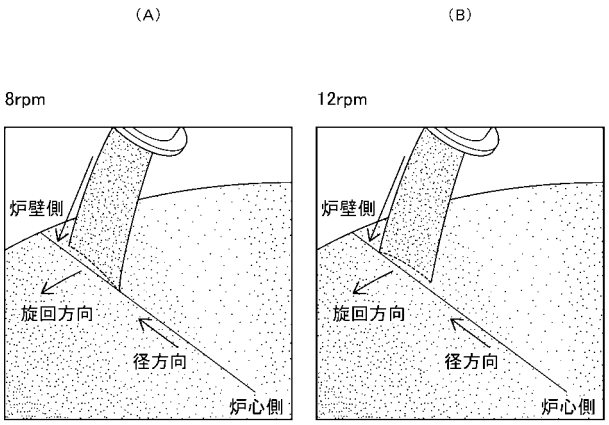
【図７】


START
C1バッチ装入
S11
O1バッチ装入
S12
O2バッチ装入
S13

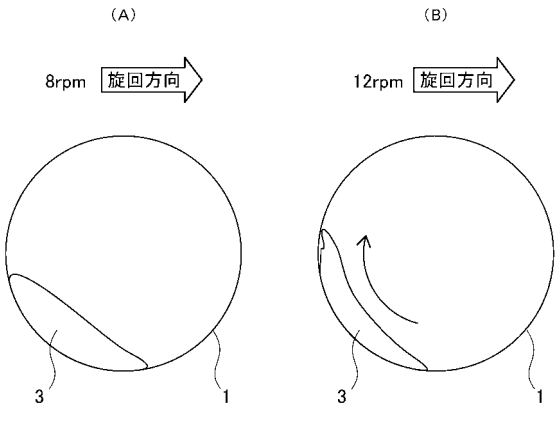
【図８】


START
C1バッチ装入
S21
O1バッチ装入
S22
O2バッチ装入
S23
O3バッチ装入
S24

【図９】


(A)
(B)
8rpm
12rpm
炉壁側
旋回方向
径方向
炉心側
炉壁側
旋回方向
径方向
炉心側

【図１０】


(A)
(B)
8rpm
旋回方向
12rpm
旋回方向
3
1
3
1