

(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2020-3123

(P2020-3123A)

(43) 公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 7 B 21/06 (2006.01)	F 2 7 B 21/06	4 K O O 1
F 2 7 B 21/08 (2006.01)	F 2 7 B 21/08	Z
C 2 2 B 1/20 (2006.01)	C 2 2 B 1/20	L

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2018-121758 (P2018-121758)	(71) 出願人	000006655
(22) 出願日	平成30年6月27日 (2018. 6. 27)		日本製鉄株式会社
		(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	松村 勝
			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	原 恭輔
			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	石山 理
			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

最終頁に続く

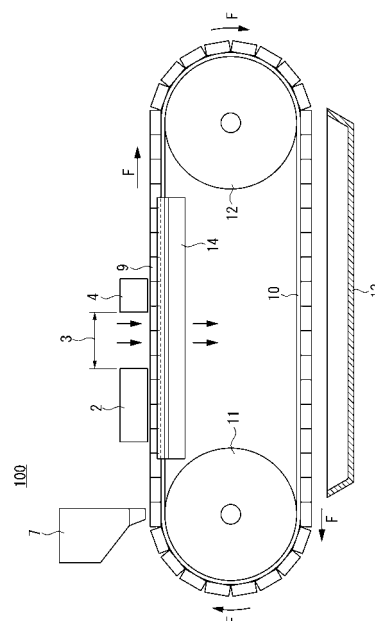
(54) 【発明の名称】 ドワイトロイド焼結機

(57) 【要約】

【課題】 焼結原料の表層の歩留、冷間強度が向上した焼結鉾を製造できる焼結機の提供。

【解決手段】 一定の方向に移動可能に設けられ、焼結原料が装入されるパレット4と、パレット4の上方に設けられ、焼結原料の表層に点火する、点火器2と、パレット4の下方で、点火器2よりも下流側に設けられた風箱14と、パレット4の上方で、点火器2よりも下流側に離間して設けられ、焼結原料の表面全幅をフレーム加熱するフレーム加熱装置4と、点火器2およびフレーム加熱装置4の間に形成された大気吸引領域3を備え、フレーム加熱装置4は、燃焼ガスを供給するガス供給部と、前記パレットの幅方向に延びるスリット状の形状を有し、燃焼ガスと反応するエアを噴出する、スリット状ノズルを備えたバーナーである焼結機100。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一定の方向に移動可能に設けられ、焼結原料が装入されるパレットと、
前記パレットの上方に設けられ、前記パレットに装入された前記焼結原料の表層に点火する、点火器と、

前記パレットの下方で、かつ少なくとも前記点火器よりも前記パレットの移動方向の下流側に設けられ、点火した前記焼結原料中の空気を吸引して焼結を進行させる風箱と、

前記パレットの上方で、前記点火器よりも前記パレットの移動方向の下流側に離間して設けられ、前記焼結原料の表面全幅をフレイム加熱するフレイム加熱装置と、

前記点火器および前記フレイム加熱装置の間に形成された領域であって、前記風箱が配置されるが、前記焼結原料の表層が加熱されない大気吸引領域と、

を備え、

前記フレイム加熱装置は、

燃焼ガスを供給するガス供給部と、

前記パレットの幅方向に延びるスリット状の形状を有し、前記燃焼ガスと反応するエアを噴出する、スリット状ノズルと、

を備えたバーナーであることを特徴とする、ドワイトロイド焼結機。

【請求項 2】

前記スリット状ノズルは、複数のスリットが前記パレットの幅方向に配列された多孔式であることを特徴とする、請求項 1 に記載のドワイトロイド焼結機。

【請求項 3】

前記フレイム加熱装置は、

前記ガス供給部に設けられ、前記パレットの幅方向に配列され、燃焼ガスを噴出するガスノズルを備え、

前記スリット状ノズルは、前記ガスノズルを前記パレットの進行方向に挟むように一対設けられることを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載のドワイトロイド焼結機。

【請求項 4】

前記ガスノズルは、燃焼ガスを噴出する円形の孔部を複数有し、

前記フレイム加熱装置は、

前記ガスノズルを囲むように設けられた環状の孔部を有する環状エアノズルを備えることを特徴とする、請求項 3 に記載のドワイトロイド焼結機。

【請求項 5】

前記スリット状ノズルおよび前記ガスノズルの噴出孔は、前記パレット側面側から見て互いに直交するように、配置されたことを特徴とする、請求項 3 に記載のドワイトロイド焼結機。

【請求項 6】

前記フレイム加熱装置は、

エアと燃焼ガスを混合する混合室を備え、

前記スリット状ノズルは、前記混合室の壁に設けられ、前記エアと前記燃焼ガスの混合気体が噴出されることを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載のドワイトロイド焼結機。

【請求項 7】

前記スリット状ノズルに設けられ、前記混合気体が噴出される多孔質板を備えることを特徴とする、請求項 6 に記載のドワイトロイド焼結機。

【請求項 8】

前記フレイム加熱装置は、

前記焼結原料の表層温度が 1200℃以上となる熱量のフレイムを噴出可能に構成されたバーナーであることを特徴とする、請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載のドワイトロイド焼結機。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、ドワイトロイド焼結機に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、高炉製鉄の主原料は、焼結鉱である。焼結鉱は、通常、次のように製造される。まず、原料となる鉄鉱石、返鉱、製鋼ダスト等の含鉄原料粉、炭材、CaOを含む副原料を所定の割合で配合し、混合し、混合物を、造粒または塊成化して焼結原料とする。次に、造粒または塊成化された焼結原料を、ホップより下方吸引式のドワイトロイド(DL)焼結機のパレット上に装入し、装入した焼結原料の表層の炭材に点火炉で点火する。点火後のパレットを移動させながら下方から空気を吸引することで酸素を供給し、焼結原料内の炭材の燃焼が表層から下層に向けて進行することにより、炭材の燃焼熱により焼結が進行する。得られた焼結体(シンターケーキ)を、粉碎、ふるい分け等により所定の粒度に整粒することにより、焼結鉱となる。

10

【0003】

ドワイトロイド焼結機において、点火された表層から下層に向けて順次焼結原料を焼結させる場合、焼結原料層の高さ方向の熱的分布は、下層部では熱量が十分であっても、表層部では熱量不足となりやすい。下層部では、燃焼完了後も表層部の残熱により徐々に冷却されるのに対し、表層部では、炭材の燃焼後に、表層より吸引される低温の空気により急冷されるためである。

20

表層部が熱量不足となると、焼結が十分に進行しない。このため、表層部の焼結鉱の強度不足を引き起こし、全体の歩留も悪くなる。

【0004】

焼結鉱の品質と歩留、生産性を向上させるという課題に対して、たとえば、特許文献1-3においては、焼結原料の装入層に燃焼下限濃度以下の希釈気体燃料を噴出して、当該希釈気体燃料と炭材を装入層内において燃焼させて焼結ケーキとする技術が開示されている。

【0005】

特許文献4には、点火部を、パレット上流から、予熱昇温帯、昇温均一帯、点火保熱帯として、各々仕切で炉体と風箱を分離させる技術が開示されている。特許文献4では、予熱昇温帯、昇温均一帯、点火保熱帯各々で、表層温度、および、酸素濃度、空気比等の雰囲気所定のものに制御している。

30

【0006】

特許文献5には、点火用ラインバーナーの下流の、熱量が不足するパレット壁際を燃焼バーナーで加熱する技術が記載されている。

【0007】

特許文献6には、点火炉の下流側に発生した点火不良個所を焼結原料層の表面温度を測定することにより特定し、補助バーナーにより点火不良個所を点火する技術が記載されている。

【0008】

点火性を改善するバーナーの技術も知られている。例えば、特許文献7においては、燃料噴射管ピッチと1次空気噴出孔内径を適正化し、パレット幅方向でカーテン状の火炎を形成するとともに、各火口を挟むように直線スリット状の二次空気噴出口を設け空気を供給することで、火炎の均熱性が保たれる技術(装置)が開示されている。

40

【0009】

特許文献8には、1300℃の高温での点火が粉状原料の燃焼に有効であると記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

50

【特許文献1】特開2008-95170号公報
【特許文献2】特開2008-291354号公報
【特許文献3】特開2010-47801号公報
【特許文献4】特開昭58-11747号公報
【特許文献5】特開2006-225682号公報
【特許文献6】特開2006-194456号公報
【特許文献7】特開2006-132826号公報
【特許文献8】特開平4-309707号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0011】

しかしながら、特許文献1から8に記載の技術には、以下の問題があった。

【0012】

特許文献1-3に記載の技術では、歩留を向上させた際の被還元性の低下をある程度は抑えられるものの、十分ではない。また、安全上、気体燃料を希釈する必要がある、表層部が高温である時間帯に熱量を供給することができない。さらに、特許文献1-3に記載の発明は、希釈した気体燃料を、燃焼・溶融帯が表層から100mm以上のある程度以上、下がった位置で供給するのが好ましいものである。その理由は、100mm以上、下がった位置であれば、焼結層を通して吸引される大気による冷却に伴う影響が軽減され、燃焼・溶融帯の厚み拡大を伴うからである（特許文献1の「0031」等参照）。すなわち、焼結層を通して吸引される大気による冷却に伴う影響が大きい表層部を対象とするものではなく、中・下層部領域を対象として希釈された気体燃料を供給するものであり、表面から50mm程度の表層部の歩留強度改善には結び付かない。

20

【0013】

特許文献4に記載の技術では、点火前に、予熱昇温帯、昇温均一帯を設け、温度および雰囲気制御を行うことは、焼結機の設備、特に点火器まわりの配管を煩雑化させるために、好ましくない。

【0014】

特許文献5に記載の技術では、上記文献には、壁際以外を加熱する示唆は見当たらない。また、実質的に、点火用ラインバーナー位置から下流側3m以内に、燃焼バーナーを配置するものであるため、点火後、速やかにその下流位置を加熱するものである。ところが、点火が完了した直後の表層は、燃焼による酸素不足の状態であるため、加熱しても粉コークスが十分に燃焼しないという問題があった。

30

【0015】

特許文献6には、点火不良個所以外の表面について、熱量不足、焼結不足となる旨の課題は想定されておらず、成品歩留以外の、被還元性、冷間強度の向上については記載も示唆もなされていない。

【0016】

特許文献7、8に記載の技術では、点火時の表層部加熱温度を従来よりも高くできるため、ある程度は熱量不足を改善できるものの、点火後に表層部が急冷されるのを防ぐ構造がないため、点火後の急冷に起因した熱量不足には対応できないという問題があった。

40

【0017】

本発明は上記課題に鑑みてなされた。比較的簡便な焼結機の装置構成により、被還元性を維持しつつ、焼結原料の表層の歩留、冷間強度が向上した焼結鉱を製造できるドワイトロイド焼結機を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0018】

上記した課題を解決するため、本発明のドワイトロイド焼結機は、一定の方向に移動可能に設けられ、焼結原料が装入されるパレットと、前記パレットの上方に設けられ、前記パレットに装入された前記焼結原料の表層に点火する、点火器と、前記パレットの下方で

50

、かつ少なくとも前記点火器よりも前記パレットの移動方向の下流側に設けられ、点火した前記焼結原料中の空気を吸引して焼結を進行させる風箱と、前記パレットの上方で、前記点火器よりも前記パレットの移動方向の下流側に離間して設けられ、前記焼結原料の表面全幅をフレーム加熱するフレーム加熱装置と、前記点火器および前記フレーム加熱装置の間に形成された領域であって、前記風箱が配置されるが、前記焼結原料の表層が加熱されない大気吸引領域と、を備え、前記フレーム加熱装置は、燃焼ガスを供給するガス供給部と、前記パレットの幅方向に延びるスリット状の形状を有し、前記燃焼ガスと反応するエアを噴出する、スリット状ノズルと、を備えたバーナーであることを特徴とする。

【0019】

本発明によれば、ドワイトロイド焼結機が、点火機とフレーム加熱装置を有しており、点火炉よりも下流側の焼結原料表層をフレーム加熱装置で加熱することにより、点火炉で燃焼しなかった粉コークスを燃料として、再加熱を行う。

そのため、燃料を追加せずに焼結原料表層を再加熱でき、焼結鉱の歩留および冷間強度を向上させられる。

本発明によれば、点火機とフレーム加熱装置の間に大気吸引領域が形成されており、点火機による燃焼で表層が酸素不足となった後、大気吸引領域の風箱による吸引で、酸素が再度焼結原料に供給されてから、フレーム加熱装置で表層を再度燃焼させる。

そのため、点火機で燃焼しなかった粉コークスを、より確実にフレーム加熱装置で燃焼させることができ、焼結鉱の歩留および冷間強度を向上させられる。

本発明によれば、フレーム加熱装置が焼結原料の上面全幅をフレーム加熱するため、パレット幅方向全域に均等に焼結原料を加熱できる。

本発明によれば、前記パレットの幅方向に延びるスリット状のノズルを備えるため、フレーム加熱装置で形成される火炎が、スリットのパレット進行方向の幅に対応した、非常に薄い幅のカーテン状の火炎になる。

そのため、より短時間で焼結原料の表層を高温にでき、点火機で燃焼しなかった粉コークスを、より確実にフレーム加熱装置で燃焼させられる。

【0020】

本発明では、前記スリット状ノズルは、複数のスリットが前記パレットの幅方向に配列された多孔式であることが好ましい。

【0021】

本発明によれば、スリット状ノズルは、複数のスリットが前記パレットの幅方向に配列された多孔式であるため、個々のスリットのパレット方向の幅は、パレットよりも狭く、狭い開口面積からエアが噴出する。

そのため、エアの噴出速度や噴出量がパレット幅方向でばらつき難く、幅方向に均一な火炎を形成できる。

【0022】

本発明では、前記フレーム加熱装置の前記ガス供給部は、前記パレットの幅方向に配列され、燃焼ガスを噴出するガスノズルを備え、前記スリット状ノズルは、前記ガスノズルを前記パレットの進行方向に挟むよう的一对設けられることが好ましい。

【0023】

本発明では、スリット状ノズルが、ガスノズルをパレットの進行方向に挟むよう的一对設けられる。このため、ガスノズルから噴出したガスがスリット状ノズルで挟まれる空間よりもパレット進行方向外側に漏れにくい。

そのため、火炎の形状が、スリット形状により沿った形となり、パレット進行方向における幅がより狭くなり、狭い領域を集中して加熱するため、より短時間で焼結原料の表層を高温にできる。

また、フレーム加熱装置が、エアノズルとガスノズルを別個に備える拡散燃焼型であるため、エアとガスの流量を別個に制御でき、温度、幅等の火炎特性の調節が容易である。

【0024】

本発明では、前記ガスノズルは、燃焼ガスを噴出する円形の孔部を複数有し、前記フレ

10

20

30

40

50

ーム加熱装置は、前記ガスノズルを囲むように設けられた環状の孔部を有する環状エアノズルを備えることが好ましい。

【0025】

本発明によれば、フレイム加熱装置が、ガスノズルを囲むように設けられた環状の孔部を有する環状エアノズルを備えるため、噴出されたガスは、環状エアノズルから噴出されたエアと反応して点火し、反応しなかったガスはその外側のスリット状ノズルと反応して点火する。

そのため、ガスの燃焼効率が非常に高く、より短時間で焼結原料の表層を高温にでき、点火機で燃焼しなかった粉コークスを、より確実にフレイム加熱装置で燃焼させられる。

【0026】

本発明では、前記スリット状ノズルと前記ガスノズルとの噴出孔は、おたがいに前記パレット側面側から見て直交するように、配置されたことが好ましい。

【0027】

本発明によれば、スリット状ノズルと前記ガスノズルとの噴出孔が前記パレット側面側から見て直交するように配置されるため、ガス噴出孔から噴出されるガスに対して、パレット側面側から見て直交するように、エアが噴出する。

そのため、拡散燃焼型であっても、空気とガスが最も均一に混合された状態で火炎を形成でき、燃焼効率を向上させられる。

【0028】

本発明では、前記フレイム加熱装置は、エアと燃焼ガスを混合する混合室を備え、前記スリット状ノズルは、前記混合室の壁に設けられ、前記エアと前記燃焼ガスの混合気体が噴出されることが好ましい。

【0029】

本発明によれば、スリット状ノズルからエアと燃焼ガスの混合気体が噴出されるため、空気とガスが均一に混合された状態で、スリットのパレット進行方向の幅に対応した、非常に薄い幅の混合気体を噴出できる。

そのため、火炎のパレット進行方向における幅がより狭くなり、狭い領域を集中して加熱することができ、より短時間で焼結原料の表層を高温にでき、点火機で燃焼しなかった粉コークスを、より確実にフレイム加熱装置で燃焼させられる。

また、フレイム加熱装置が、ガスとエアを噴出する前に混合する予混合燃焼型であるため、空気とガスを均一に混合しやすく、安定した温度や形状の火炎を形成できる。

【0030】

本発明では、前記スリット状ノズルに設けられ、前記混合気体が噴出される多孔質板を備えることが好ましい。

【0031】

この発明によれば、スリット状ノズルに多孔質板が設けられており、多孔質板を介して混合空気を外部に噴出させる。そのため、多孔質板内で混合ガスがさらに均一に混合され、より安定した温度や形状の火炎を形成できる。

【0032】

本発明では、前記フレイム加熱装置は、前記焼結原料の表層温度が1200℃以上となる熱量のフレイムを噴出可能に構成されたバーナーであることが好ましい。

【0033】

本発明によれば、フレイム加熱装置が、原料表層温度が1200℃以上となる熱量のフレイムを噴出可能に構成されたバーナーであるため、短時間で焼結原料の表層を高温にでき、点火機で燃焼しなかった粉コークスを、より確実にフレイム加熱装置で燃焼させられる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】第1の実施形態に係るドワイトロイド焼結機の構成を示す概略図。

【図2】図1のフレイム加熱装置を示す図であって、(A)は断面図。(B)は(A)の

10

20

30

40

50

A 方向矢視図。

【図 3】第 2 の実施形態に係るフレーム加熱装置を示す断面図であって、(A) は全体図、(B) は (A) のスリット状エアノズルおよびガスノズル付近の拡大図。

【図 4】第 3 の実施形態に係るフレーム加熱装置を示す断面図。

【図 5】第 4 の実施形態に係るフレーム加熱装置を示す断面図。

【図 6】炭材燃焼性の温度依存性を示す図。

【図 7】発明例と従来例のバーナーを用いて焼結原料を加熱した際の、経過時間と焼結原料表面温度の関係を示す図。

【図 8】点火熱量とカーボン燃焼率の関係を示す図。

【図 9】点火熱量と成品歩留の関係を示す図。

【図 10】高温保持時間と歩留の関係を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0035】

以下、図面に基づき本発明に好適な実施形態を詳細に説明する。

まず、図 1 を参照して、第 1 の実施形態に係る焼結機 100 の概略構成について説明する。

焼結機 100 は、鉄源に、生石灰、酸化ケイ素、粉コークス等の凝結材および燃料を添加し、水分を加えて混練した焼結原料をパレット中に装入し、上部から燃料に点火し、燃料の燃焼熱により焼結させ、焼結鉱を製造するドワイトロイド焼結機である。

焼結機 100 は、ホッパ 7、パレット 9、トラックガイド 10、駆動輪 11、スプロケットホイール 12、ダクト 13、風箱 14、点火器 2、フレーム加熱装置 4、および大気吸引領域 3 を備える。

【0036】

ホッパ 7 は、上部から焼結原料が供給され、下部排出口からパレット 9 内に所定量の焼結原料を装入する原料供給部である。

パレット 9 は、2 枚の側壁と底部を備え、一定の方向、図 1 では F 方向に移動可能な台車であり、上部および移動方向前後が開口している。底部には、パレット幅方向に沿って延びるスリット状の開口が複数形成されている。複数のパレット 9 が進行方向に連結されることで、焼結機 100 の機長方向にわたる容器を形成する。底部には、進行方向に向けて回転する車輪が 2 対設けられる。

【0037】

トラックガイド 10 は、パレット 9 が移動する際にガイドして移動方向を規定する部材であり、ここではパレット 9 の進行方向に沿って設けられた 1 対の軌条を備える。1 対の軌条は、パレット 9 の幅方向に離間して、側面視で位置が重なるように配置される。軌条はパレット進行方向に対して上下に 1 対ずつ、計 2 組設けられる。

【0038】

駆動輪 11 はパレット 9 を移動させるための歯車であり、トラックガイド 10 の給鉱側端部に配置される。

駆動輪 11 は、パレット 9 の車輪に設けられた図示しないスプロケットと係合することにより、パレット 9 を押し出して、図 1 の F 方向に移動させる。

【0039】

スプロケットホイール 12 は排鉱時に、パレット 9 を反転させる部材であり、トラックガイド 10 の給鉱側 (F 方向手前側) 端部に配置される。

ダクト 13 は、図示しないブロアに接続されており、ブロアを動作させると、パレット 9 の下に配置された風箱 14 より下方空間の空気を吸い出す。

風箱 14 は、パレット 9 内の焼結原料中の気体を吸引することにより、焼結原料に空気を供給する部材である。ここでは、パレット 9 の下方に配置され、上面と下面が開放された箱が F 方向に配列された構造である。

【0040】

点火器 2 は、焼結原料中の燃料を点火させる装置であり、パレット 9 の上方で、かつホ

10

20

30

40

50

ッパ7よりも、排鉱側（パレット9の進行方向の前方）に設けられる。点火器2は例えば公知のバーナーが用いられるが、焼結原料中の燃料を点火させられる構造であれば、特に限定しない。

【0041】

フレイム加熱装置4は、点火器2で点火しなかった燃料を、焼結原料の表面全幅をフレイム加熱することにより点火させる装置であり、パレット9の上方で、点火器2よりも、排鉱側に設けられる。

フレイム加熱装置4を設けることにより、点火器2で点火しなかった燃料を熱源として、焼結原料表層を再加熱できる。そのため、外部から燃料を追加せずに焼結原料の表層を再加熱でき、焼結鉱の歩留および冷間強度を向上させられる。

10

【0042】

ここで、「フレイム加熱」とは、フレイム（火炎）を用いて加熱することであり、フレイムが、加熱対象物である焼結層再上面に吹き付けられ、炎が表面に直接接している状態で加熱することを意味する。フレイム加熱は、焼結原料を外部から加熱する方法である。燃料を焼結原料内に吹き込んで、燃焼させることにより、内部から加熱させる方法ではない。

【0043】

点火器2とフレイム加熱装置4は、パレット9の移動方向に離間して設けられている。この点火器2と、フレイム加熱装置4の間の領域をここでは大気吸引領域3と呼ぶ。

大気吸引領域3は、風箱14が設けられているが、焼結原料の表層が加熱されない領域である。風箱14の下方吸引により大気が吸引されるものの、上面からはバーナー等による直接加熱が行われない。

20

【0044】

大気吸引領域3を設ける理由は以下の通りである。

点火器2で焼結原料に点火すると、炭材の燃焼反応により、焼結原料表層の酸素濃度が低下する。大気吸引領域3を設けずに点火器2とフレイム加熱装置4を隣接させると、表層の酸素濃度が低い状態で、フレイム加熱装置4による加熱が始まるため、点火器2で点火しなかった燃料を十分に燃焼させることができない。

そのため、点火器2での点火を行った後に、表層に酸素を供給してからフレイム加熱装置4で確実に燃料に点火するために、大気吸引領域3を設ける。

30

具体的な大気吸引領域3のパレット進行方向の幅は、フレイム加熱装置4で点火する直前の焼結原料表層の酸素濃度と、焼結原料層の表層の温度を考慮して適宜設定する。幅が狭すぎると、フレイム加熱装置4で点火する直前の焼結原料表層中の酸素濃度が低くなり過ぎて、フレイム加熱装置4で加熱しても炭材の燃焼が不十分となる可能性がある。幅が広すぎると、焼結原料層の表層の温度が下がりすぎてしまい、フレイム加熱装置4で加熱しても、炭材の燃焼が不十分となる可能性がある。

【0045】

フレイム加熱装置4は、焼結原料中の燃料に点火するという点では点火器2と共通する機能を備える。一方で、フレイム加熱装置4は、点火器2で点火しなかった未燃の燃料を、点火させる装置である点で異なる。

40

【0046】

フレイム加熱装置4が未燃の燃料を確実に点火させるためには、点火器2よりも短時間で焼結原料の表層を高温にする必要がある。理由は実施例でも詳細に説明するが、概略は以下の通りである。

まず、点火器2で焼結原料に点火する際には、焼結原料表層に多数の粉コークス粒子が存在し、燃焼時にはそれ自身が発熱源となるため、連鎖的に燃焼反応が進行する可能性が高い。そのため点火器2は、フレイム加熱装置4よりもバーナー温度が低くても良い。

【0047】

一方、フレイム加熱の段階では、10質量%程度のコークスしか未燃で存在しないため、コークス粒子間が遠くなり、点火器2で点火する場合のような連鎖的な燃焼反応が起こ

50

り難い。そのため、フレイム加熱装置 4 では、より高温で加熱する必要がある。

【0048】

コークスの燃焼速度は、鉄と鋼、Vol.101(2015)p19-25に記載の方法で、計算できる。

本発明者らは、この文献に基づいて、コークス燃焼時間の温度依存を計算した。その結果、焼結原料層のガス流通速度一定下で等熱量においては、1300℃までは、短時間でも高温で加熱する方が、燃焼時間が短縮する結果を得た。そのため、高温であれば、短時間の加熱で十分である。

【0049】

短時間で表層を高温にする構造としては、燃焼ガスと反応するエアを噴出する、スリット状のノズルを備えたバーナーが好ましい。

スリット状のノズルを備えたバーナーでは、形成される火炎が、スリットのパレット進行方向の幅に対応した、非常に薄い幅のカーテン状の火炎になるため、より短時間で焼結原料層の表層を高温にできるためである。

【0050】

このような構造としては、図 2 に示す構造を例示できる。

図 2 に示すフレイム加熱装置 4 は、ガス供給部 21、炉壁 23、1 次エア供給部 25、2 次エア供給部 27、ガスノズル 29、環状エアノズル 31、スリット状ノズル 33 を備える。

【0051】

ガス供給部 21 はバーナーの燃料であるガスを供給する供給管である。焼結機 100 が製鉄所に備えられる場合、COG (Cokes Oven Gas) 等のガス源に接続される。

1 次エア供給部 25、2 次エア供給部 27 は、バーナーの酸化剤である空気を供給する供給管であり、図示しないエアコンプレッサ等に接続される。

【0052】

炉壁 23 はフレイム加熱装置 4 の外壁であり、ガスノズル 29、環状エアノズル 31、スリット状ノズル 33 が設けられる耐火壁である。炉壁 23 のパレット 9 との対向面には、ガスノズル 29 および環状エアノズル 31 が露出する円形の孔部である、丸孔 34 が複数設けられる。炉壁 23 のパレット 9 との対向面には、丸孔 34 をパレット進行方向に挟むようにスリット状のスリット孔 35 も設けられ、スリット孔 35 がスリット状ノズル 33 の先端を構成する。

【0053】

丸孔 34 とスリット孔 35 の後方は、丸孔 34 とスリット孔 35 を連通するように開放された、断面形状が矩形の後方開口部 37 を備える。

ガスノズル 29 はガスを噴出するノズルであり、ここではパレット 9 の幅方向に配列された複数の円筒状のノズルである。ガスノズル 29 の断面は例えば円形である。ガスノズル 29 の先端は、炉壁 23 の丸孔 34 から露出している。ガスノズル 29 の後端はガス供給部 21 にフランジ等を介して連結される。

【0054】

環状エアノズル 31 は、第 1 エア供給部から供給されたエアを噴出する複数のノズルである。環状エアノズル 31 は、ガスノズル 29 の側面を囲むように設けられた円筒状の外形を有し、且つノズル断面が環状である。環状エアノズル 31 は 1 次エア供給部 25 に接続される。環状エアノズル 31 は必須ではない。環状エアノズル 31 の先端も、炉壁 23 に設けられた丸孔 34 から露出している。環状エアノズル 31 の後端近傍の側面は、フランジ等を介して 1 次エア供給部 25 に連結される。

【0055】

スリット状ノズル 33 は、2 次エア供給部 27 から供給されたエアを噴出するノズルである。スリット状ノズル 33 は、ノズル先端の断面が、パレット 9 の幅方向に延びるスリット状の形状を有する。ここでは、複数のスリットがパレット 9 の幅方向に配列された多孔式である。このように、エアノズルとして、環状エアノズル 31 とスリット状ノズル 33 の 2 種を備えた構造を、以下の説明ではマルチスリットバーナーとも言う。

【0056】

スリット状ノズル33の後端には、エアヘッダー39が接続される。エアヘッダー39は、ここではガスノズル29と環状エアノズル31を囲むように設けられた、箱型のヘッダーであり、炉壁23の後方開口部37を塞ぐように、フランジで炉壁23の後面に接続される。エアヘッダー39の後端近傍の側面は、フランジ等を介して2次エア供給部27が連結される。2次エア供給部27を設けずに、1次エア供給部25に連結する構造でもよい。

【0057】

図2では、スリット状ノズル33の先端は、ガスノズル29の先端および環状エアノズル31の先端よりも、パレット9に向けて突出している。そのため、図2の炉壁23は、スリット孔35が設けられた部分が、丸孔34が設けられた部分よりも突出した形状を備える。

10

【0058】

図2から明らかなように、フレーム加熱装置4は、エアを供給するスリット状ノズル33および環状エアノズル31と、ガスを供給するガスノズル29を別個に備える拡散燃焼型である。そのため、エアとガスの流量を別個に制御でき、温度、幅等の火炎特性の調節が容易である。

【0059】

フレーム加熱装置4は、ガスノズル29から噴出されたガスが、スリット状ノズル33と反応して点火する。

20

そのため、火炎の形状が、スリット形状により沿った形となり、パレット進行方向における幅がより狭くなり、狭い領域を集中して加熱するため、より短時間で焼結原料層の表層を高温にできる。

また、ガスノズル29から噴出されたガスが、環状エアノズル31から噴出されたエアと反応して点火し、反応しなかったガスが、その外側のスリット状ノズル33と反応して点火する。

【0060】

そのため、ガスの燃焼効率が非常に高く、より短時間で焼結原料層の表層を高温にでき、点火機で燃焼しなかった粉コークスを、より確実にフレーム加熱装置4で燃焼させられる。

30

【0061】

さらに、スリット状ノズル33の先端は、ガスノズル29の先端および環状エアノズル31の先端よりも、パレット9に向けて突出している。そのため、ガスノズル29から噴出されたガスが、スリット状ノズル33の側部に挟まれた狭い領域で、環状エアノズル31から噴出されたエアと反応して点火する。

よって、拡散燃焼型であっても、エアとガスを均一に混合できる。

【0062】

さらに、スリット状ノズル33が、ガスノズル29をパレット9の進行方向に挟むように一対設けられるため、ガスノズル29から噴出したガスが、スリット状ノズル33で挟まれる空間よりも、パレット9の進行方向外側に漏れにくい。

40

【0063】

また、スリット状ノズル33が多孔式であるため、個々のスリットのパレット方向の幅は、パレット幅よりも狭く、狭い開口面積からエアが噴出する。

そのため、エアの噴出速度や噴出量がパレット幅方向でばらつき難く、幅方向に均一な火炎を形成できる。

【0064】

なお、フレーム加熱装置4を構成する各部材の寸法や、供給されるガス種は、特に限定しない。

ただし、原料表層温度が1200℃以上となる熱量の、フレームを噴出可能に構成されたバーナーが好ましい。焼結原料層のガス流通速度一定下で等熱量においては、1300

50

℃までは短時間でも高温の方が、燃焼時間が短縮するためである。

以上が焼結機 100 の概略構成の説明である。

【0065】

次に、焼結機 100 を用いた焼結鉱の製造方法について、図 1 を参照して簡単に説明する。

まず、配合原料を混合、造粒してなる焼結原料をホッパー 7 に供給する。供給された焼結原料は、ホッパー 7 の下部排出口から、図示しないロールフィーダー等で所定量に切り出されてパレット 9 内に装入される。

【0066】

駆動輪 11 の駆動とともに、各パレット 9 は、駆動輪 11 によって給鉱側から押し出され、トラックガイド 10 の上を所定の速度で点火器 2 に向けて移動する。

パレット 9 が点火器 2 の下方に到達すると、点火器 2 が点火して焼結原料が加熱され、燃料に点火する。点火後、燃焼した焼結原料は、大気吸引領域 3 を通過し、風箱 14 を通じたダクト 13 の吸い出しに伴う空気により燃焼が維持されつつ、空気により冷却される。

【0067】

パレット 9 がフレーム加熱装置 4 の下方に到達すると、フレーム加熱装置 4 で焼結原料が再加熱される。

再加熱後も、焼結原料は、風箱 14 を通じたダクト 13 の吸い出しに伴う空気により燃焼が維持されつつ、空気により冷却される。

パレット 9 がスプロケットホイール 12 に到達すると、パレット 9 の車輪がスプロケットホイール 12 と係合し、パレット 9 が回転して下方に移動することにより、燃焼中の焼結鉱が排鉱される。排鉱された焼結鉱はクラッシャによって破碎され、所定径に調整される。

【0068】

排鉱後のパレット 9 は、下側のトラックガイド 10 に沿って、焼結時とは逆向きに移動して、駆動輪 11 側に戻る。

このように、点火器 2 で加熱した焼結原料を、大気吸引領域 3 を通過後にフレーム加熱することにより、点火器 2 で点火しなかった燃料を熱源として、焼結原料表層を再加熱できる。そのため、外部から燃料を追加せずに焼結原料層の表層を再加熱でき、焼結鉱の歩留および冷間強度を向上させられる。

以上が焼結機 100 を用いた焼結鉱の製造方法の説明である。

【0069】

このように、本実施形態によれば、焼結機 100 が、点火器 2 とフレーム加熱装置 4 を有しており、点火器 2 よりも下流側の焼結原料表層をフレーム加熱装置 4 で加熱することにより、点火器 2 で燃焼しなかった粉コークスを燃料として、再加熱を行う。

そのため、燃料を追加せずに焼結原料層の表層を再加熱でき、焼結鉱の歩留および冷間強度を向上させられる。

【0070】

本実施形態によれば、点火器 2 とフレーム加熱装置 4 の間に大気吸引領域 3 が形成されているため、点火機による燃焼で酸素が消費された後に、大気吸引領域 3 で酸素を供給してから、フレーム加熱装置 4 で表層を再度燃焼させる。

そのため、点火機で燃焼しなかった粉コークスを、より確実にフレーム加熱装置 4 で燃焼させることができ、焼結鉱の歩留および冷間強度を向上させられる。

本実施形態によれば、フレーム加熱装置 4 が焼結原料表層の上面全幅をフレーム加熱するため、パレット幅方向全域に均等に焼結原料層を加熱できる。

【0071】

本実施形態によれば、パレット 9 の幅方向に延びるスリット状ノズル 33 を備えるため、フレーム加熱装置 4 で形成される火炎が、スリット状ノズル 33 の、パレット進行方向の幅に対応した、非常に薄い幅のカーテン状の火炎になる。

そのため、より短時間で焼結原料表層を高温にでき、点火機で燃焼しなかった粉コークスを、より確実にフレーム加熱装置 4 で燃焼させられる。

【0072】

次に、第 2 の実施形態について、図 3 を参照して説明する。

第 2 の実施形態は、第 1 の実施形態において、フレーム加熱装置 4 A を、スリット状ノズル 3 3 とガスノズル 2 9 の噴出孔が、パレット側面側から見て互いに直交するように、配置したものである。

なお、第 2 の実施形態において、第 1 の実施形態と同様の機能を果たす要素については同一の番号を付し、説明を省略する。

【0073】

図 3 に示すように、第 2 の実施形態におけるフレーム加熱装置 4 A は、スリット状ノズル 3 3 とガスノズル 2 9 の噴出口が、互いに直交するように設けられている。このような構造を、以下の説明ではラインバーナーとも言う。

この構造では、ガスノズル 2 9 から噴出されるガスに対して、パレット側面側から見て直交するように、スリット状ノズル 3 3 からエアが噴出される。

そのため、拡散燃焼型であっても、空気とガスが最も均一に混合された状態で火炎を形成でき、燃焼効率を向上させられる。

【0074】

フレーム加熱装置 4 B 以外の構造については、第 1 の実施形態と同様であるため、説明を省略する。

【0075】

次に、第 3 の実施形態について、図 4 を参照して説明する。

第 3 の実施形態は、第 1 の実施形態において、フレーム加熱装置 4 B を、エアと燃焼ガスを混合する混合室 4 1 を備えた予混合燃焼型としたものである。

なお、第 3 の実施形態において、第 1 の実施形態と同様の機能を果たす要素については同一の番号を付し、説明を省略する。

【0076】

図 4 に示すように、第 3 の実施形態におけるフレーム加熱装置 4 B は、混合室 4 1 を備える。

混合室 4 1 はエアと燃焼ガスを混合する空間であり、炉壁開口部 4 1 A とエアヘッダー 4 1 B を備える。炉壁開口部 4 1 A は、炉壁 2 3 に設けられた開口部であり、ここではパレット 9 と対向する面から反対側の面に向けて、パレット 9 の進行方向に拡幅した形状を有する。

【0077】

炉壁開口部 4 1 A の、パレット 9 と対向する面の開口部はスリット状に開口されており、スリット状ノズル 3 3 として用いられる。

エアヘッダー 4 1 B は、炉壁開口部 4 1 A の、パレット 9 と対向する面から反対側の面を覆うように、フランジ等で炉壁 2 3 に接続されたヘッダーであり、端部近傍の側面にエア供給部 4 5 がフランジ等で連結される。

ガスノズル 2 9 はエアヘッダー 4 1 B 内に配置され、その先端が混合室 4 1 に達するように設けられる。このような予混合燃焼型のフレーム加熱装置 4 B を、以下の説明では、単にスリットバーナーとも言う。

【0078】

この構造では、エア供給部 4 5 から供給されたエア、およびガス供給部 2 1 から供給されたガスは、混合室 4 1 内で混合されて混合気体となり、空気とガスが均一に混合された状態で、スリット状ノズル 3 3 から噴出される。

【0079】

そのため、スリットのパレット進行方向の幅に対応した、非常に薄い幅の混合気体を噴出でき、火炎のパレット進行方向における幅がより狭くなり、狭い領域を集中して加熱することができる。

10

20

30

40

50

よって、より短時間で焼結原料層の表層を高温にでき、点火機で燃焼しなかった粉コー克斯を、より確実にフレイム加熱装置で燃焼させられる。

【0080】

また、フレイム加熱装置4Bが、ガスとエアを噴出する前に混合する予混合燃焼型であるため、空気とガスを均一に混合しやすく、安定した温度や形状の火炎を形成できる。

フレイム加熱装置4B以外の構造については、第1の実施形態と同様であるため、説明を省略する。

【0081】

次に、第4の実施形態について、図5を参照して説明する。

第4の実施形態は、第3の実施形態において、スリット状ノズル33に多孔質板43を設けたものである。

10

なお、第4の実施形態において、第1の実施形態と同様の機能を果たす要素については同一の番号を付し、説明を省略する。

【0082】

図5に示すように、第4の実施形態におけるフレイム加熱装置4Cは、スリット状ノズル33に多孔質板43が設けられている。このような構造を、以下の説明では、面バーナーとも言う。

多孔質板43は、燃焼温度で変質、変形しない耐火性と、混合ガスを通過させるための多孔質材であることが求められる。

このような材料としては多孔質Ni-Cr合金等の多孔質金属が挙げられる。ただし、多孔質金属には限定されず、セラミックス等の多孔質耐火物でもよい。

20

【0083】

スリット状ノズル33に多孔質板43を設けることにより、多孔質板43を介して混合空気が外部に噴出する。そのため、多孔質板43内で混合ガスがさらに均一に混合され、より安定した温度や形状の火炎を形成できる。

フレイム加熱装置4C以外の構造については、第1の実施形態と同様であるため、説明を省略する。

【実施例】

【0084】

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。

30

（計算例）

まず、点火炉で燃焼しなかった炭材の燃焼に適した加熱方法を検討するため、加熱温度とコー克斯の燃焼時間の関係を計算した。

具体的には、鉄と鋼、Vol.101(2015)p19-25に記載の方法で、コー克斯燃焼時間の温度依存を計算した。

【0085】

まず、燃焼させる炭材として粒径3mmの球形のコー克斯を想定した。コー克斯は鉄鉱石等の付着粉の無いS型（S'型）を想定した。

次に、このコー克斯を所定の温度で加熱した場合に、完全に燃焼する時間を求めた。結果を図6の実線に示す。

40

【0086】

図6から明らかなように、燃焼温度が高い方が、短時間でコー克斯を完全燃焼させられることが分かった。さらに、燃焼温度900℃、1000℃、1200℃の場合に、燃焼に要した熱量と同じ熱量となる、温度と時間の関係（等熱量線）を、ガス温度と時間の積分で求めて図6の破線および一点鎖線で示す。

【0087】

1200℃の等熱量線を基準として見ると温度が1000℃の場合は、燃焼させるのに必要な熱量が1.29倍となり、900℃の場合は1.56倍となった。1300℃の場合の等熱量線は図示していないが、1200℃よりも小さい熱量で完全燃焼することが分

50

かった。

この結果から、燃焼温度が高い方が、完全燃焼に要する時間が短くなり、要する熱量も小さくなることが分かった。

【0088】

(予備試験)

次に、高温で燃焼可能な点火装置を特定するために、構造の異なる2種のバーナーで焼結原料を加熱し、表層の温度と、カーボン燃焼率および歩留の関係を調査した。具体的な手順は以下の通りである。

【0089】

まず、焼結原料として、製鉄所で使用されている標準的な焼結原料を用意した。

焼結機としては、パレット幅400mmのドワイトロイド型焼結機(川口ら:住友金属, 44(1992), p.13)を用い、0.4m/minで焼結原料を移動させつつ、点火器2として、図2に記載のマルチスリットバーナー(本発明例)と、従来の円筒バーナー(従来例)を用いて表層を加熱した。円筒バーナーは、図2に記載のマルチスリットバーナーから、スリット状ノズル33を省いた形状・寸法に相当するバーナーである。以下の説明では、マルチスリットバーナーを、Aバーナーとも称す。円筒バーナーをBバーナーとも称す。

【0090】

加熱後の表層温度の変化を、焼結原料に埋め込んだ熱電対を用いて測定した。

結果を図7に示す。

【0091】

図7に示すように、図2に記載のマルチスリットバーナーの方が、従来の円筒バーナーよりも短時間で表層を高温で加熱していることが分かった。

さらに、点火後の焼結鉱の表層から100mmまでの焼結鉱のカーボン燃焼率を、組成分析から求めた。結果を図8に示す。さらに、表層から100mmまでの焼結鉱のうち、5mmの篩上の質量比率を歩留として求めた。結果を図9に示す。

【0092】

図8および図9に示すように、マルチスリットバーナーの方がカーボン燃焼率も歩留も高かった。具体的には、円筒バーナーの7割程度の熱量で、同じカーボン燃焼率と歩留が得られた。

【0093】

(焼結試験)

次に、図1に示すように、点火器2とフレイム加熱装置4を備えたドワイトロイド焼結機を用意した。この焼結機は、フレイム加熱装置4を備えていること以外は、予備試験の焼結機と同じ構造である。

【0094】

このドワイトロイド焼結機を用いて、予備試験と同じ焼結原料の焼結を行った。この際。点火炉とフレイム加熱装置の構造を、表1に示すように、マルチスリットバーナーと、従来の円筒バーナーの少なくとも一方を用いた組み合わせとした。

【0095】

点火熱量は、予備試験の結果を考慮して、マルチスリットバーナーの添加熱量を円筒バーナーの7割とした。

他の条件は予備試験と同じ条件で焼結を行い、成品のうち、5mmの篩上の焼結鉱の質量比率を歩留とし、バーナーの組み合わせと、歩留の関係を求めた。

結果を表1および図10に示す。

【0096】

10

20

30

40

【表 1】

試料 番号	バーナータイプ		点火炉			フレイム加熱炉			図 10 中の 注記
	点火炉	フレイム 加熱炉	点火 熱量	コークス 燃焼熱量	コークス 燃焼率	点火 熱量	コークス 燃焼熱量	コークス 燃焼率	
			(MJ/t原料)		(%)	(MJ/t原料)		(%)	
例1	B(円筒)	B(円筒)	49.0	1114.0	90.0	49.0	39.4	2.4	B→B
例2	B(円筒)	A(マルチ)	49.0	1114.0	90.0	<u>34.3</u>	79.5	6.4	B→A
例3	A(マルチ)	B(円筒)	<u>34.3</u>	1119.9	90.5	49.0	32.4	2.1	A→B
例4	A(マルチ)	A(マルチ)	<u>34.3</u>	1119.9	90.5	<u>34.3</u>	76.2	6.2	A→A
例5	B(円筒)	—	49.0	1114.0	90.0	—	—	—	Bのみ
例6	A(マルチ)	—	<u>34.3</u>	1119.9	90.5	—	—	—	Aのみ

10

【0097】

表 1 および図 10 から明らかなように、フレイム加熱炉におけるバーナータイプを比較すると、マルチスリットバーナーを用いた場合は、円筒バーナーを用いた場合と比べて、明らかにコークス燃焼率が高く、歩留も高かった。（例 1 と例 2 の比較、例 3 と例 4 の比較）

点火炉におけるバーナータイプを比較すると、マルチスリットバーナーの場合は、円筒バーナーの場合よりも、コークス燃焼率が高く、歩留が高くなっていたが、フレイム加熱炉と比べて大きな差はなかった。（例 1 と例 3 の比較、例 2 と例 4 の比較）

以上の結果から、フレイム加熱炉にマルチスリットバーナーを用いて、短時間で高温に焼結鉱表層を加熱することにより、コークス燃焼率を高くでき、成品歩留を高められることが分かった。

【符号の説明】

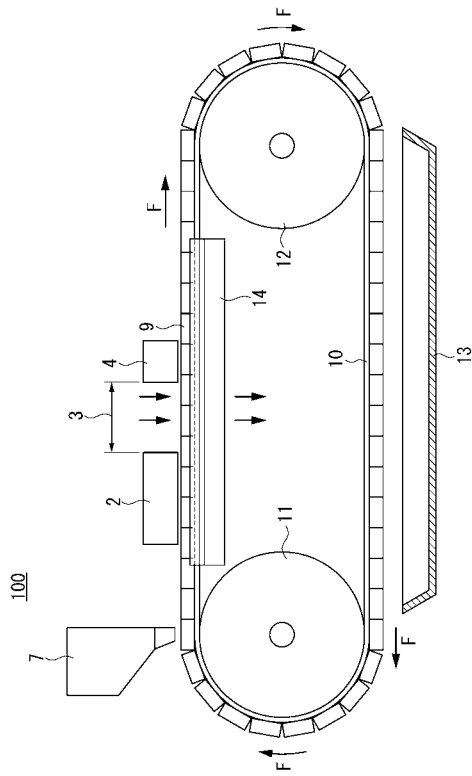
【0098】

2 … 点火器、3 … 大気吸引領域、4 … フレイム加熱装置、4 A、4 B、4 C、4 D … フレイム加熱装置、7 … ホッパ、9 … パレット、10 … トラックガイド、11 … 駆動輪、12 … スプロケットホイール、13 … ダクト、14 … 風箱、21 … ガス供給部、23 … 炉壁、25 … 1 次エア供給部、27 … 2 次エア供給部、29 … ガスノズル、31 … 環状エアノズル、33 … スリット状ノズル、34 … 丸孔、35 … スリット孔、37 … 後方開口部、39 … エアヘッダー、41 … 混合室、41 A … 炉壁開口部、41 B … エアヘッダー、43 … 多孔質板、45 … エア供給部、100 … 焼結機。

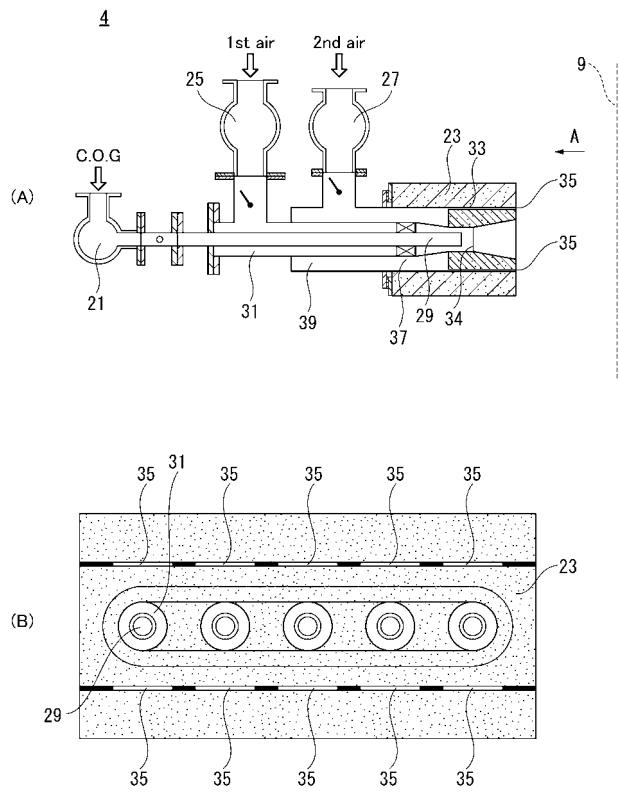
20

30

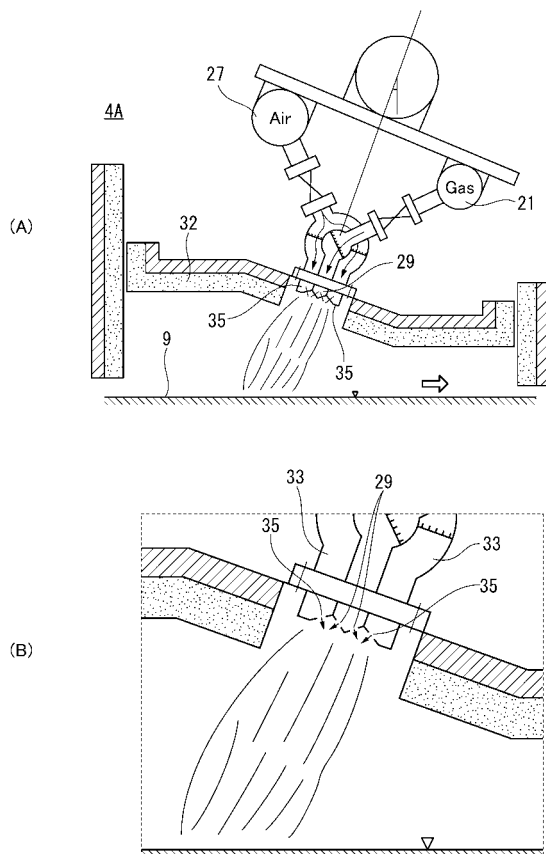
【図 1】



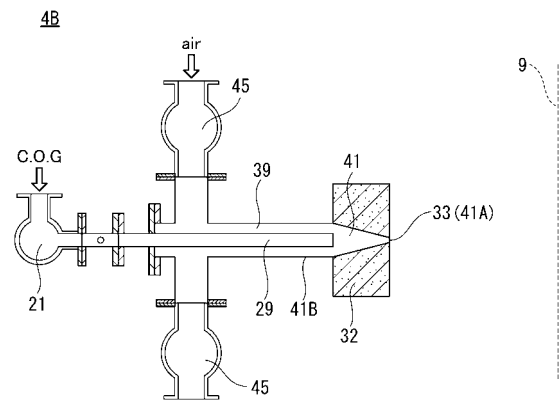
【図 2】



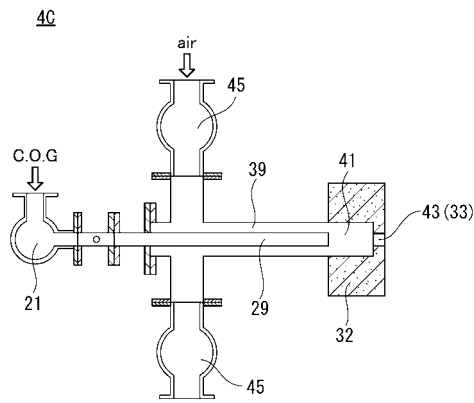
【図 3】



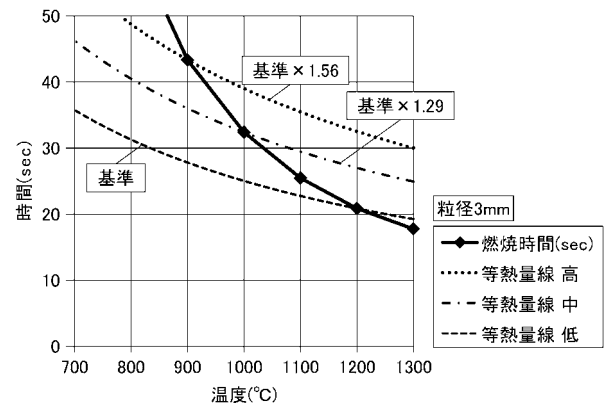
【図 4】



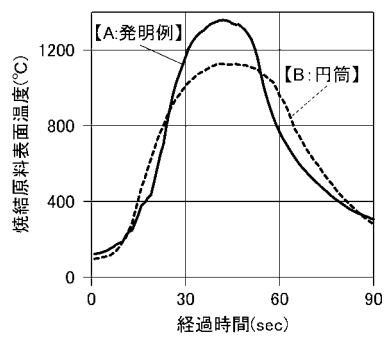
【図 5】



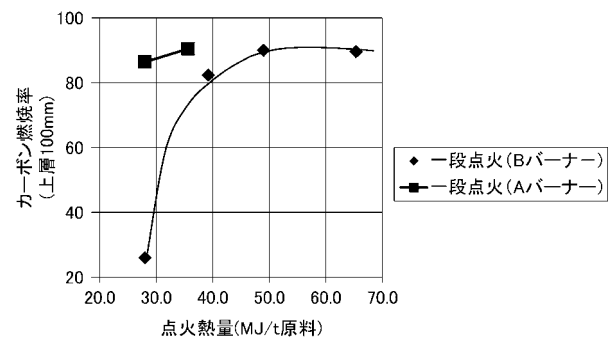
【図 6】



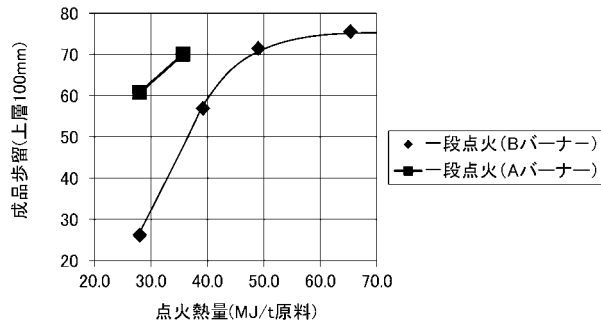
【図 7】



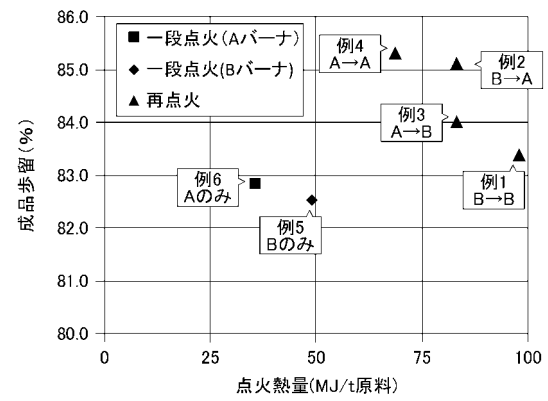
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 山口 泰英
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 吉川 政秀
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 奥村 元
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) 4K001 AA10 BA02 BA14 CA40 GA10