

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5652575号
(P5652575)

(45) 発行日 平成27年1月14日(2015. 1. 14)

(24) 登録日 平成26年11月28日(2014. 11. 28)

(51) Int. Cl.	F 1		
C 2 1 B 5/00 (2006. 01)	C 2 1 B	5/00	3 1 9
C 2 1 B 7/00 (2006. 01)	C 2 1 B	5/00	3 2 1
	C 2 1 B	7/00	3 0 9

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2014-527377 (P2014-527377)	(73) 特許権者	000001258
(86) (22) 出願日	平成26年3月27日 (2014. 3. 27)		J F E スチール株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/058797		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
審査請求日	平成26年6月6日 (2014. 6. 6)	(74) 代理人	110001542
(31) 優先権主張番号	特願2013-77523 (P2013-77523)		特許業務法人銀座マロニエ特許事務所
(32) 優先日	平成25年4月3日 (2013. 4. 3)	(72) 発明者	藤原 大樹
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
早期審査対象出願			F E スチール株式会社内
		(72) 発明者	村尾 明紀
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内
		(72) 発明者	加治佐 健
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J
			F E スチール株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高炉操業方法及びランス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

羽口から高炉内に固体還元材、気体還元材及び支燃性ガスをランスを介して吹き込む高炉操業方法において、独立した3個の吹き込み管が並列かつ束ねられてランス外管内に收容されて一体化した並列型ランスを用い、それぞれの吹き込み管からは、気体還元材及び支燃性ガスのいずれか1又は2と固体還元材とを同時に吹き込むと共に、この並列型ランスからの吹き込みの際には、固体還元材用吹き込み管及び気体還元材用吹き込み管が支燃性ガス吹き込み管よりも上方に位置する態勢にして行なうことを特徴とする高炉操業方法。

【請求項 2】

前記並列型ランスは、固体還元材用吹き込み管の中心とランス外管との外接点とを通る面と、ブローパイプに差し込まれたランスの半径方向鉛直面とのなす角度が±90°以内となるように、固体還元材用吹き込み管、気体還元材用吹き込み管および支燃性ガス用吹き込み管を配置す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】

羽口から高炉内に固体還元材、気体還元材及び支燃性ガスを吹き込むためのランスにおいて、気体還元材および支燃性ガスのいずれか1又は2を固体還元材と同時に吹き込む際に、独立した3個の吹き込み管が並列かつ束ねられてランス外管内に收容されて一体化した構造を有し、かつそれぞれの吹き込み管の位置関係を、固体還元材用吹き込み管及び気体還元材用吹き込み管を支燃性ガス吹き込み管よりも上方に位置する関係となるように配

設したものであることを特徴とするランス。

【請求項 4】

ランスの吹き込み姿勢は、固体還元材用吹き込み管の中心とランス外管との外接点とを通る面と、ブローパイプに差し込まれたランスの半径方向鉛直面とのなす角度が $\pm 90^\circ$ 以内となるようなランス配置としたことを特徴とする請求項 3 に記載のランス。

【請求項 5】

前記各吹き込み管は、内径が 6 mm 以上 30 mm 以下の管であることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載のランス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、高炉羽口から炉内に、微粉炭などの固体還元材と共に、LNG (Liquefied Natural Gas) などの易燃性の気体還元材や支燃性ガスを吹き込んで、羽口先での燃焼温度を上昇させることにより、生産性の向上及び還元材原単位の低減を図る上で有効な高炉操業方法およびこの方法の実施に際して用いられるランスに関するものである。

【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、排出 CO_2 の抑制は製鉄業において重要な課題となっている。この課題に対し、最近の高炉操業では、低還元材比（低RAR:Reduction Agent Ratioの略で、銑鉄1t当たりの、羽口からの吹き込み還元材と炉頂から装入されるコークスの合計量）操業が推進されている。高炉は、主にコークス及び微粉炭を還元材として使用しており、低還元材比、ひいては炭酸ガス排出抑制を達成するためにはコークスなどを廃プラ、LNG、重油等の水素含有率の高い還元材で置換する方法が有効である。

20

【0003】

下記特許文献 1 に開示の技術は、複数のランスを用いて固体還元材、気体還元材および支燃性ガスを同時に吹き込むことで、気体還元材の燃焼場における固体還元材の昇温を促進させる方法である。その結果、この従来技術では、固体還元材の燃焼率が向上し、未燃粉やコークス粉の発生が抑制されて通気が改善され、還元材比が低減できるとしている。また、下記特許文献 2 は、ランスを重管型とし、例えば、内管からは固体還元材を吹き込み、内管と中管との隙間からは支燃性ガスを吹き込み、そして、中管と外管との間からは気体還元材を吹き込む技術を開示している。さらに、下記特許文献 3 は、ランス本管のまわりに複数の小径管を並列に配置したものを開示している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 162038 号公報

【特許文献 2】特開 2003 - 286511 号公報

【特許文献 3】特開平 11 - 12613 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

前記特許文献 1 に開示記載されている高炉操業方法は、羽口から微粉炭だけを吹き込む方法に比べると、羽口先での燃焼温度の上昇や還元材原単位の低減に効果があるが、その効果は吹き込み位置の調整だけでは不十分である。また、前記特許文献 2 に記載されている重管型ランスの場合、ランスの冷却能確保のため、外側の吹き込み速度を大きくする必要があり、そのためには、内管と外管との隙間を極端に狭くしなければならず、設備の制約上、所定のガス量を流すことができなくなり、燃焼性の向上効果が得られないおそれがある。また、ガス量と流速を両立させようとする、ランス径が極端に大きくなり、ブローパイプ（送風管）の送風量の低下を招いて出銑量が低下したり、ランス差し込み口の径

50

が大きくなることに伴う周辺耐火物破損のリスクが増大したりする。さらに、前記特許文献3に記載されているランスは、その中に小径の吹き込み管を複数配置しているため、冷却能が低下することによる吹き込み管の閉塞のリスクが高まるだけでなく、ランスの加工コストが増大するといった問題がある。しかも、多重管構造を途中から並列管構造に変化させているため、圧力損失と径が大きくなるという問題がある。

【0006】

本発明の目的は、従来技術が抱えている前述のような問題点を克服することができる高炉操業方法とこの操業に当たって用いるランスを提案することにある。

特に、本発明では、ランス径を極端に大きくすることなく、冷却能を高めることと、燃焼性の向上との両立を図ることができると共に、還元材原単位の低減を可能にする高炉操業方法及びランスを提案することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために開発した本発明に係る高炉操業方法は、羽口から高炉内に固体還元材、気体還元材及び支燃性ガスをランスを介して吹き込む高炉操業方法において、独立した3個の吹き込み管が並列かつ束ねられてランス外管内に收容されて一体化した並列型ランスを用い、それぞれの吹き込み管からは、気体還元材及び支燃性ガスのいずれか1又は2と固体還元材とを同時に吹き込むと共に、この並列型ランスからの吹き込みの際には、固体還元材用吹き込み管及び気体還元材用吹き込み管が支燃性ガス吹き込み管よりも上方に位置する態勢にして行なうことを特徴とする高炉操業方法である。

【0008】

また、本発明は、羽口から高炉内に固体還元材、気体還元材及び支燃性ガスを吹き込むためのランスにおいて、気体還元材および支燃性ガスのいずれか1又は2を固体還元材と同時に吹き込む際に、独立した3個の吹き込み管が並列かつ束ねられてランス外管内に收容されて一体化した構造を有し、かつそれぞれの吹き込み管の位置関係を、固体還元材用吹き込み管及び気体還元材用吹き込み管を支燃性ガス吹き込み管よりも上方に位置する関係となるように配設したものであることを特徴とするランスである。

【0009】

本発明においては、

(1) 前記並列型ランスは、固体還元材用吹き込み管の中心とランス外管との外接点とを通る面と、ブローパイプに差し込まれたランスの半径方向鉛直面とのなす角度が $\pm 90^\circ$ 以内となるように、固体還元材用吹き込み管、気体還元材用吹き込み管および支燃性ガス用吹き込み管を配置すること、

(2) 前記各吹き込み管は、内径が6mm以上30mm以下の管であること、
が、より好ましい解決手段である。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、固体還元材、可燃性の気体還元材、支燃性ガスを高炉内に同時に吹き込む場合、夫々の吹き込み経路が並列かつ束ねられてランス外管と一体化した並列型ランスを用いることで、ランスの外径を大きくすることなく、一方で吹き込み管の通路を大きくすることができる。従って、本発明によれば、冷却能の向上と燃焼性の向上との両立を図ることができ、その結果として、高炉操業時に還元材原単位の低減を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】高炉の一例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燃焼状態の説明図である。

【図3】微粉炭の燃焼メカニズムの説明図である。

【図4】微粉炭と共に、LNG及び酸素を吹き込んだときの燃焼メカニズムの説明図である。

10

20

30

40

50

【図5】ランス（外管）内の吹き込み管の配置の様態を示す説明図である。

【図6】燃焼実験時の圧力損失を示すグラフである。

【図7】燃焼実験時のランス表面温度を示すグラフである。

【図8】ランスの外径についての説明図である。

【図9】燃焼実験装置の模式図である。

【図10】ランスの各吹き込み管配置についての説明図である。

【図11】燃焼実験時の燃焼温度の変化を示すグラフ説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、本発明に係る高炉操業方法及びこの操業に当たって用いられるランスについて 10
 図面を参照して説明する。図1は、本発明に係る高炉操業方法が適用される高炉の略線図
 である。図に示すように、高炉1は、その炉周方向に複数の羽口が配設されている。この
 羽口3には、熱風を送風するためのブローパイプ（送風管）2が接続され、このブローパ
 イプ2には、その管軸方向の中心に向けて主として上方より斜めに差し込まれるランス4
 が設置される。羽口3の熱風が吹き込まれる前方（炉内）には、コークス堆積層でもある
 レースウェイ5と呼ばれる燃焼空間が形成されており、主として、この燃焼空間において
 鉄鉱石の還元が行われ、溶銑が生成する。

【0013】

図2は、ランス4から微粉炭6だけを吹き込んだときの燃焼状態を示す。ランス4から 20
 羽口3を通過し、レースウェイ5内に吹き込まれた微粉炭6および、ここに堆積している
 炉頂から装入された塊コークス7は、ここで揮発分および固定炭素が燃焼する。燃焼しき
 れずに残る、一般にチャーと呼ばれる炭素と灰分の集合体は、レースウェイ5から未燃チ
 ャー8となって炉内に分散される。前記羽口3から炉内に吹き込まれる熱風送風方向の前
 方における熱風の速度は約200m/secであり、ランス4の先端からレースウェイ5
 内におけるO₂の存在領域は、約0.3~0.5mとされているので、実質的に1/10
 00秒のレベルで、微粉炭粒子の昇温及び支燃性ガスである酸素（O₂）との接触効率（
 分散性）の改善が必要となる。

【0014】

図3は、ランス4からブローパイプ2内に固体還元材である微粉炭（PC：Pulverized 30
 Coal）6のみを吹き込んだ場合の燃焼メカニズムの説明図である。羽口3からレースウ
 エイ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
 子が加熱し、更に輻射伝熱、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が開始し、揮発分に着火して火炎が形成され、燃焼温度（粒子温
 度）は1400~1700に達する。揮発分が放出されてしまうと、前述したチャー8と
 なる。チャー8は、主に定炭素であるので、燃焼反応と共に、炭素溶解反応と呼ばれる反
 応も生じる。

【0015】

図4は、ランス4からブローパイプ2内に微粉炭6と共に、易燃性の気体還元材の好適 40
 例であるLNGと支燃性ガスの好適例である酸素（図示せず）とを吹き込んだ場合の燃焼
 メカニズムの説明図である。この図では、微粉炭とLNGと酸素とを同時に単純に吹き込
 んだ例である。なお、図中の一点鎖線は、図3に示した微粉炭のみを吹き込んだ場合の燃
 焼（粒子）温度を参考に示している。このように、微粉炭とLNGと酸素とを同時に吹き
 込んだ場合、ガスの拡散に伴って微粉炭が分散し、LNGと酸素の接触によってLNGが
 燃焼し、その燃焼熱によって微粉炭が急速に加熱され、昇温されるものと考えられる。従
 って、この場合、微粉炭の燃焼はランスに近い位置で行なわれる。ただし、その燃焼開始
 の位置がランスに近づくほどランス消耗の機会が高くなるため、ランスの耐久性、即ち、
 冷却能を高める必要がある。

【0016】

図5aは、従来から使われている一般的な重管型ランスである。図5bは、本発明で提 50
 案している並列型ランスを示す。前記重管型ランスは、ステンレス鋼管が用いられる内管

I、中管M、外管Oの同心3重管であり、それぞれの寸法は図に示す通りである。そして、内管Iと中管Mの間隙は1.15mm、中管Mと外管Oの間隙は0.65mmである。

【0017】

これに対し、本発明に係る前記並列型ランスは、固体還元材用吹き込み管21、気体還元材用吹き込み管22、そして、酸素等の支燃性ガス用吹き込み管23が並列しており、かつこれらが束ねられてランス外管内に収容されて一体化したものであって、それぞれの吹き込み管の寸法は図に示す通りである。

【0018】

図6には、重管型ランスと並列型ランスの圧力損失の比較測定の結果を示す。同図から明らかなように、同じ通路の比較では、並列型ランスは重管型ランスに比べて圧力損失が少
10

【0019】

図7は、各ランス(重管型、並列型)についての冷却能の比較図を示す。この図から明らかなように、並列型ランスは重管型ランスに比べ、同じ圧力損失における冷却能が高くなっている。これは、管内通気抵抗が小さいため、同じ圧力損失において流すことのできる流量が大きいためだと考えられる。

【0020】

図8は、ランスの外径に着目したものである。図8aは非水冷型、図8bは水冷型のランスの外径である。同図から明らかなように、並列型ランスは重管型ランスに比べ、ランスの外径が小さくなっている。これは、並列型ランスでは重管型ランスに比べ、流路、管
20

【0021】

並列型ランスと重管型ランスの燃焼性を比較するため、図9に示す燃焼実験装置を用いて燃焼実験を行った。実験炉11内には塊コークスが充填されており、覗き窓からレースウェイ15の内部を観察することができる。ブローパイプ(送風管)12にはランス14が差し込まれ、燃焼バーナ13で生じた熱風を実験炉11内に所定の送風量で送風することができる。また、この送風管12では、送風の酸素富化量を調整することも可能である。ランス14は、微粉炭及びLNG及び酸素の何れか一つ又は二以上を送風管12内に吹き込むことができる。実験炉11内で生じた排ガスは、サイクロンと呼ばれる分離装置1
30

【0022】

[燃焼実験]

この燃焼実験では、ランス14として、単管ランス、三重管ランス(以下、重管型ランスとも記す)、3本の吹き込み管を並列かつ束ねて一体化とした並列型ランスの3種を用いた。そして、単管ランスから微粉炭のみを吹き込んだ場合をベースとして、重管型ランスについては内管から微粉炭を吹き込み、内管と中管の間隙から酸素を吹き込み、中管と外管の間隙からLNGを吹き込んだ。一方、並列型ランスについては、束ねられてはいるが、それぞれ独立している吹き込み管からは、微粉炭、LNGおよび酸素を吹き込んだ。
40

これらの吹き込み位置を、ランスの軸周りに変化させた場合について、二色温度計による燃焼温度、ランス内圧力損失、ランス表面温度、並びにランスの外径を測定した。二色温度計は、周知のように、熱放射(高温物体から低温物体への電磁波の移動)を利用して温度計測を行う放射温度計であり、温度が高くなると波長分布が短波長側にずれていくことに着目して、波長分布の温度の変化を計測することで温度を求める波長分布形の一つであり、中でも波長分布を捉えるため、二つの波長における放射エネルギーを計測し、比率から温度を測定するものである。

【0023】

この実験ではまた、図10に示すように、並列型ランスの固体還元剤用吹き込み管21から微粉炭(PC)を吹き込み、気体還元材吹き込み管22からはLNGを吹き込み、そ
50

して、支燃性ガス用吹き込み管23からは酸素を吹き込んだ。このとき、独立した3個の吹き込み管が並列かつ束ねられてランス外管内に收容されて一体化したランスを用いる場合、該並列型ランスからの吹き込みに際し、固体還元材用吹き込み管及び気体還元材用吹き込み管が支燃性ガス吹き込み管よりも上方に位置するような態勢にして行なう。即ち、ブローパイプ内に吹き込まれた微粉、LNG、酸素の位置関係は、ブローパイプの管軸中心寄りの下側に酸素が吹き込まれ、その上方に微粉炭とLNGとが吹き込まれる関係となる。

【0024】

このような位置関係は、前記並列型ランスの吹き込み態勢が、固体還元材用吹き込み管の管軸中心とランスとの外接点とを通る面と、ブローパイプに差し込まれたランスの半径方向鉛直面とのなす角度が $\pm 90^\circ$ となるようなランス配置、すなわち各吹き込み管の位置関係となるようにすることを意味している。即ち、微粉炭を吹き込む吹き込み管21の外周面のうち、ランスとしての外径に相当する位置を点Aとしたとき、点Aが最上部にあるときを 0° として、点Aをランスの軸線周りに時計回り方向に 60° 回転させた位置、点Aを 180° 回転させた位置の夫々で二色温度計によって燃焼温度を測定した。なお、夫々のランスのブローパイプへの差し込み長さは50mmとした。

10

【0025】

前記固体還元材である微粉炭の諸元は、固定炭素(FC: Fixed Carbon)71.3%、揮発分(VM: Volatile Matter)19.6%、灰分(Ash)9.1%で、吹き込み条件は50.0kg/h(銑鉄原単位で158kg/t相当)とした。また、LNGの吹き込み条件は、3.6kg/h($5.0\text{Nm}^3/\text{h}$ 、銑鉄原単位で11kg/t相当)とした。コークスは、JIS K 2151に記載の試験方法で $150_{15}DI83$ のものを用いた。送風条件は、送風温度1100、流量 $350\text{Nm}^3/\text{h}$ 、流速80m/s、 O_2 富化+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。

20

【0026】

図11は、燃焼実験による燃焼温度の結果を示す。同図から明らかなように、並列管ランスの第1管、即ち微粉炭の吹き込み管の位置をランスの軸線周りに 0° 、 60° 、 180° となるように変更した場合、 60° 、即ち微粉炭とLNGの吹き込み管が酸素の吹き込み管に対して上方にあるときに燃焼温度が最も高くなっている。これは、LNGの燃焼場が微粉炭と隣接することで、微粉炭が昇温され、かつ酸素がLNGと微粉炭の下方に位置することで、酸素がLNGと微粉炭の両方に効率よく混合されたため、燃焼が促進されたものと考えられる。

30

【0027】

このように、本発明に適合する実施形態の高炉操業方法では、微粉炭(固体還元材)6、LNG(易燃性気体還元材)9、酸素(支燃性ガス)をランス4から羽口3に同時に吹き込む場合に、夫々の吹き込み管が並列かつ束ねられてランス外管内に收容されて一体化した並列型ランスを用いることで、ランスの外径を極端に大きくすることなく、吹き込み管の吹き込み面積(隙間)を大きく保つことができる。その結果、本発明方法及びランスによれば、冷却能の向上と燃焼性の向上との両立を図ることができ、ひいては、還元材原単位を低減することができる。

40

【0028】

なお、前記実施形態では、易燃性の気体還元材としてLNGを用いて説明したが、都市ガスも使用可能であり、他の気体還元材としては、都市ガス、LNG以外に、プロパンガス、水素の他、製鉄所で発生する転炉ガス、高炉ガス、コークス炉ガスも用いることもできる。なお、LNGと等価としてシェールガス(shale gas)も利用できる。シェールガスは頁岩(シェール)層から採取される天然ガスであり、従来のガス田ではない場所から生産されることから、非在来型天然ガス資源と呼ばれているものである。

【符号の説明】

【0029】

50

1は高炉、2は送風管、3は羽口、4はランス、5はレースウェイ、6は微粉炭（固体還元材）、7はコークス、8はチャー、9はLNG（可燃性還元材）

【要約】

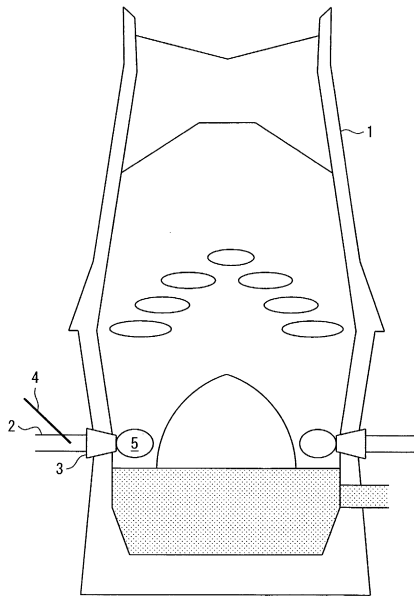
【課題】羽口から吹き込まれる微粉炭の燃焼性の向上と冷却能の向上及び還元材原単位の低減を可能とする高炉操作方法及びランスを提供する。

【解決手段】羽口から高炉内に固体還元材、可燃性の気体還元材及び支燃性ガスをランスを介して吹き込む高炉操作方法及びランスにおいて、独立した3個の吹き込み管が並列かつ束ねられて外管と共に一体化した並列型ランスを用い、それぞれの吹き込み管から、気体還元材及び支燃性ガスのいずれか1又は2と固体還元材とを同時に吹き込むと共に、該並列型ランスからの吹き込みの際し、固体還元材用吹き込み管及び気体還元材用吹き込み管が支燃性ガス吹き込み管よりも上方に位置する姿勢に行なう高炉操作方法及び、そのランス構造。

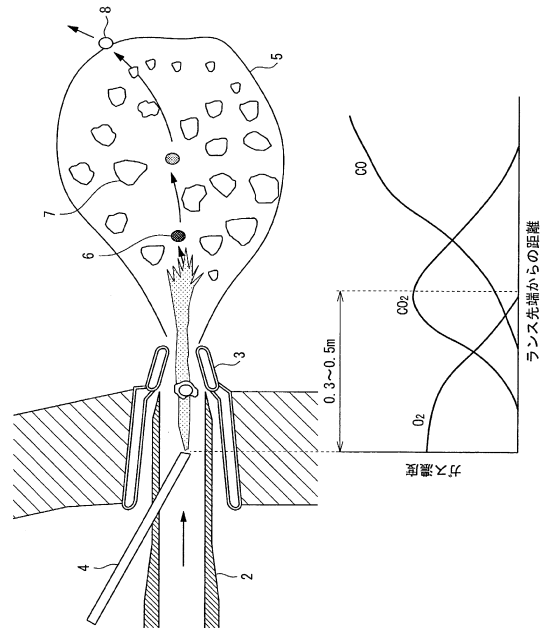
10

【選択図】図1

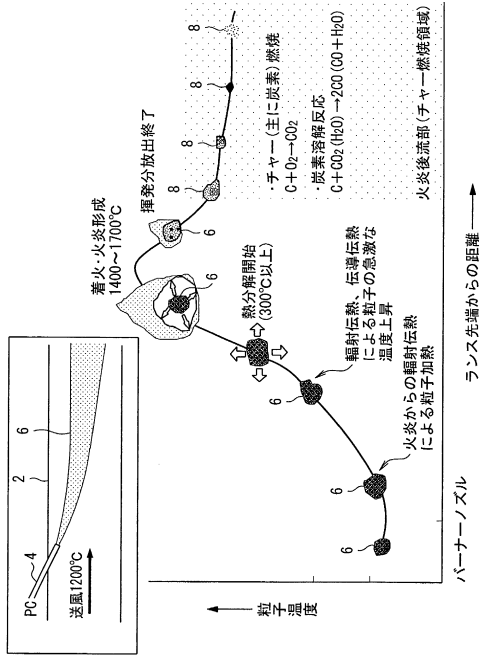
【図1】



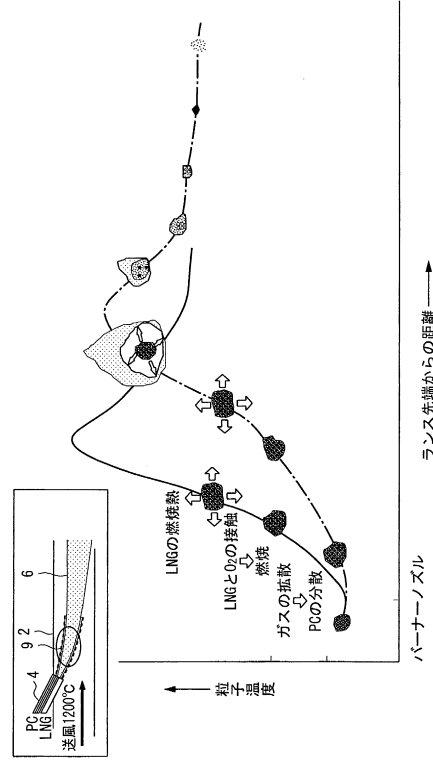
【図2】



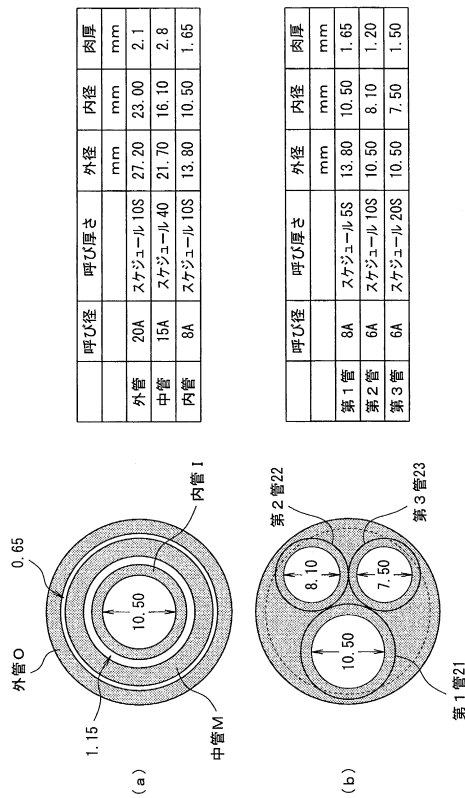
【図3】



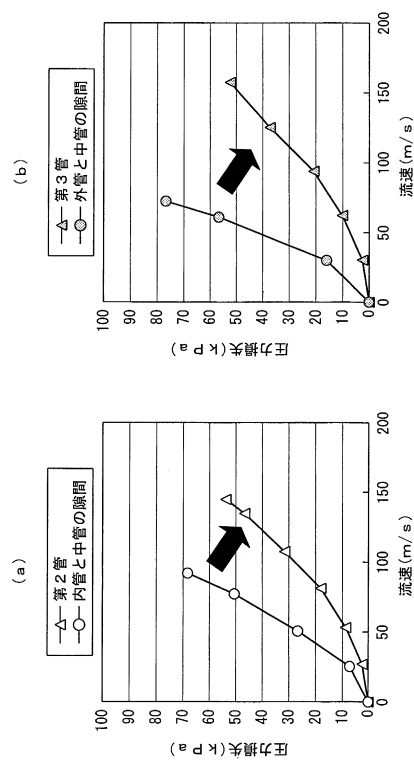
【図4】



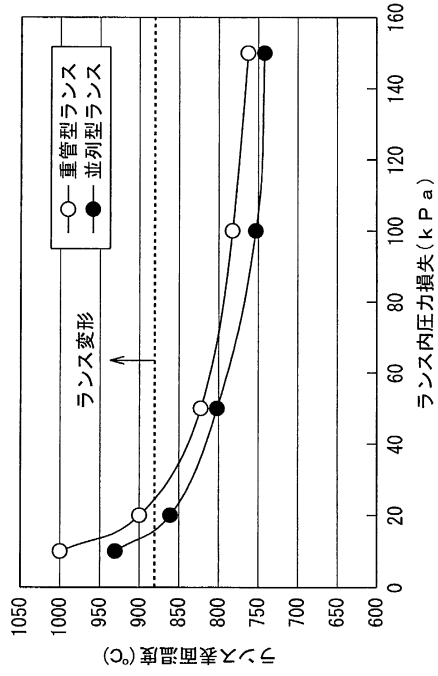
【図5】



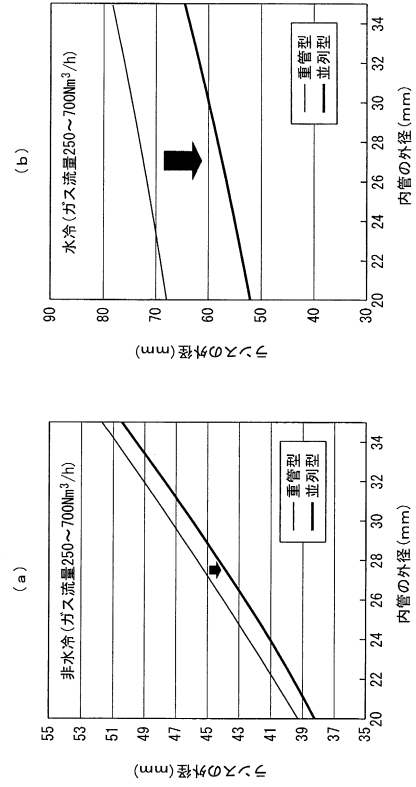
【図6】



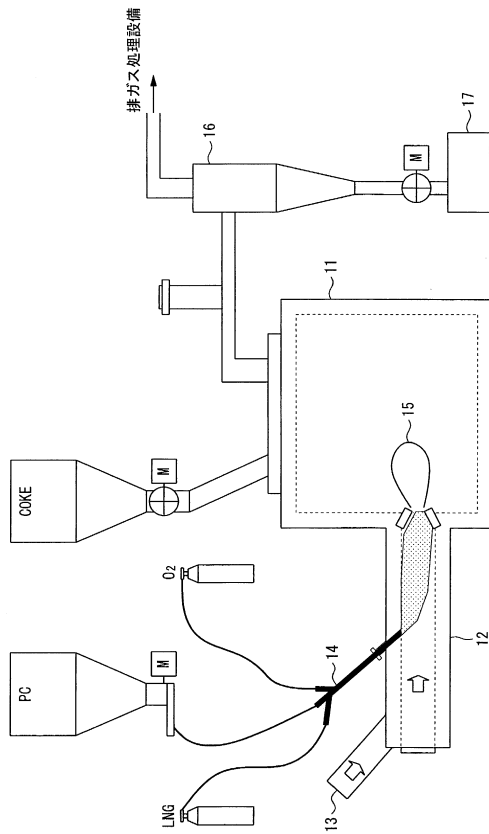
【図7】



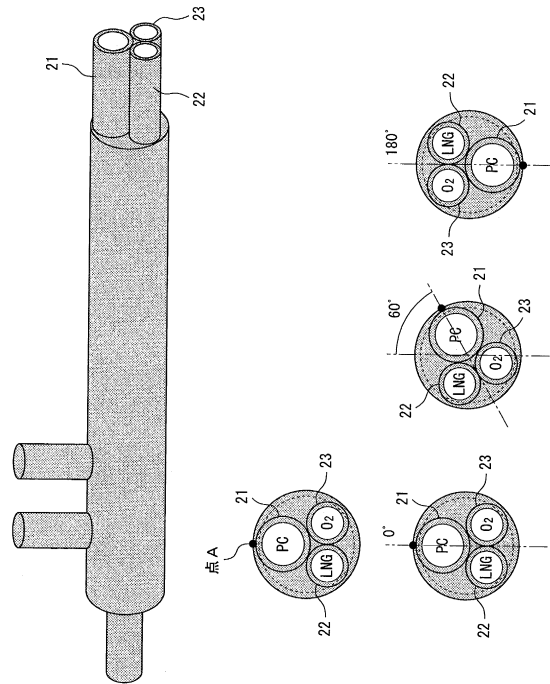
【図8】



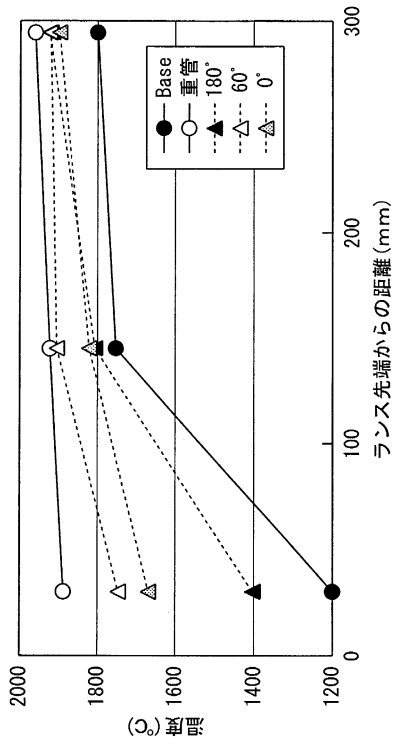
【図9】



【図10】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 徳 留 三士
東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 JFEスチール株式会社内

審査官 大塚 徹

(56)参考文献 特表2010-537153(JP,A)
特開2004-183104(JP,A)
特開2001-200308(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C21B 5/00
C21B 7/00