

(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2017-222901

(P2017-222901A)

(43) 公開日 平成29年12月21日(2017.12.21)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
C 2 1 B	7/00	(2006.01)	C 2 1 B	7/00	3 0 9	4 K 0 1 5
F 2 7 D	7/02	(2006.01)	F 2 7 D	7/02	A	4 K 0 5 5
F 2 7 D	3/16	(2006.01)	F 2 7 D	3/16	A	4 K 0 6 3

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-118869 (P2016-118869)	(71) 出願人	000001258
(22) 出願日	平成28年6月15日 (2016. 6. 15)		J F E スチール株式会社
			東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
		(74) 代理人	100066980
			弁理士 森 哲也
		(74) 代理人	100108914
			弁理士 鈴木 壯兵衛
		(74) 代理人	100103850
			弁理士 田中 秀▲てつ▼
		(74) 代理人	100105854
			弁理士 廣瀬 一
		(74) 代理人	100116012
			弁理士 宮坂 徹

最終頁に続く

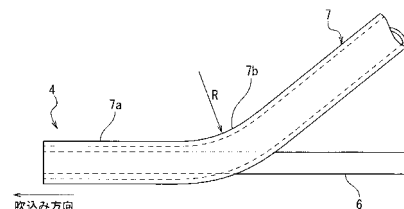
(54) 【発明の名称】 ランス

(57) 【要約】

【課題】微粉炭などの固体燃料の輸送管に支燃性ガスや易燃性ガスなどが衝突する合流部での溶損を抑制することが可能なランスを提供する。

【解決手段】羽口を経て高炉内に熱風を送風する送風管に差し込まれて使用されるランス4であって、固体燃料を吹込む内側管6と支燃性ガス又は易燃性ガスを吹込む外側管7とを有し、内側管6及び外側管7は、管路の途中で内側管6の外側に外側管7が同心状に配されて合流する合流部を有し、内側管6は、少なくとも合流部及び該合流部から吹込み方向先方の部分が直管状に形成され、外側管7は、合流部及び該合流部から吹込み方向先方の部分に形成される直管状の直管部7aと、合流部よりも吹込み方向の反対側の部分に形成される円弧状に湾曲する湾曲部7bとを有し、直管部7aは、湾曲部7bに連続的に接続されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

羽口を経て高炉内に熱風を送風する送風管に差し込まれて使用されるランスであって、
固体燃料を吹込む内側管と
支燃性ガス又は易燃性ガスを吹込む外側管と
を有し、

前記内側管及び前記外側管は、管路の途中で前記内側管の外側に前記外側管が同心状に配されて合流する合流部を有し、

前記内側管は、少なくとも前記合流部及び該合流部から吹込み方向先方の部分が直管状に形成され、

前記外側管は、前記合流部及び該合流部から吹込み方向先方の部分に形成される直管状の直管部と、前記合流部よりも吹込み方向の反対側の部分に形成される円弧状に湾曲する湾曲部とを有し、

前記直管部は、前記湾曲部に連続的に接続されていることを特徴とすることを特徴とするランス。

【請求項 2】

前記湾曲部における前記外側管の内側曲率半径は、20 mm以上1000 mm以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のランス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、微粉炭や粒状合成樹脂などの固体燃料と、酸素などの支燃性ガス又はLNG（Liquefied Natural Gas：液化天然ガス）などの易燃性ガスとを個別に高炉送風管に吹込んで燃焼させるランスに関するものである。

【背景技術】

【0002】

高炉への微粉炭吹込みは、コークスとの価格差に基づくコストメリットが大きいことから、多くの高炉で採用され、経済性の向上に大きく寄与している。近年は、コークス炉の炉命延長の観点からも、その重要性が再認識され、ますます微粉炭の大量吹込みが指向されるようになった。しかし、高炉に吹込む微粉炭量を増してゆくと、微粉炭の燃焼率が低下して、レースウェイ内で微粉炭が燃焼しきれずに、未燃焼の未燃チャーとして炉内に放出される。この未燃チャーは、ソーレションロス反応により炉内で消費されるが、炉内消費量には自ずと限界値が存在するため、消費限界値以上に未燃チャーが発生すると、ダストとして炉頂から排出されて燃料費の上昇を招く。更に、未燃チャーが炉芯や溶融帯に蓄積すると、通気性や通液性が阻害され、炉況不安定や生産性低下の原因となる。

【0003】

この問題を解決する手段として、微粉炭吹込み用ランスを多重管構造とし、例えば微粉炭と酸素との接触効率を向上させ、微粉炭を積極的に燃焼させる方法が多数提案されている。しかしながら、微粉炭や粒状合成樹脂などの粉体（固体燃料）と、酸素などの支燃性ガスとを個別に吹込むことにより、ランス先端部や支燃性ガスの輸送管での溶損が発生し、長期間の安定吹込みができなくなることも多い。そのため、ランス寿命の低下に伴う補修費の増大ばかりでなく、安価な微粉炭の吹込み量が減少することからコストアップの要因となっていた。このランス溶損対策として、例えば下記特許文献 1 では、同心状に配置された 4 本の管のうち、第 3 の管を第 2 の管及び第 4 の管より短くして、第 2 の管と第 3 の管との間、及び第 3 の管と第 4 の管との間を冷却水の折り返し水路とすると共に、第 1 の管と第 2 の管との間に螺旋状のフィンを設けている。そして、このような冷却水の流路を設けることで、大量の冷却水を管周方向で均一に流すことができ、冷却効果が向上してランスの熱負荷を大幅に低減することができるとしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2000-160216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、微粉炭や粒状合成樹脂などの粉体（固体燃料）と、例えば酸素などの支燃性ガスとを個別に吹込むことによる溶損は、ランス先端部だけでなく、輸送管内の支燃性ガスが固体燃料吹込み管と衝突する合流部でも生じることが分かった。支燃性ガスは、断熱圧縮及び摩擦熱によって温度が上昇することがある。断熱圧縮は、主にバルブの急開き操作に起因して、圧力調整器、バルブ、配管などの閉空間に高圧ガスが急激に流入し、ガスの圧力とガスの温度が急上昇する現象である。また、摩擦熱は、狭い空隙を高圧ガスが流動するときの流体の流動摩擦によって発生する熱であり、この摩擦熱によってガスの温度と空隙を形成する部材の温度が上昇する。そして、これらの断熱圧縮や摩擦熱によって加熱された管が、酸素との接触に伴う自己酸化熱によって更に熱を発生する。特に、支燃性ガスの流れ方向が急激に変化する微粉炭輸送管との合流部では、ランスに高い動圧が生じるため、例えば微粉炭の輸送管外面に生じている酸化被膜が高い動圧で除去され、その後も自己酸化と酸化被膜の除去が繰り返されて溶損に至る可能性がある。微粉炭とLNGなどの易燃性ガスを個別に吹込む場合、易燃性ガス合流部における微粉炭輸送管の自己酸化は生じないものの、断熱圧縮によって易燃性ガスの温度が上昇することに加え、合流部で高い動圧が生じることに変わりはないので、このような状態が長く続くと、やはり合流部において微粉炭輸送管に溶損が生じる可能性がある。

【0006】

本発明は、上記のような問題点に着目してなされたものであり、微粉炭などの固体燃料の輸送管に支燃性ガスや易燃性ガスなどが衝突する合流部での溶損を抑制することが可能なランスを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者らは、上記の課題を解決するために鋭意検討を行い、その結果、外側管と内側管との合流部において、外側管の合流角度が重要であり、この角度を適切な範囲にすることで、上記溶損が抑制できることが判明した。すなわち、外側管の合流角度が垂直またはそれに近い角度では、断熱圧縮による温度上昇が大きく、また高い動圧が生じるために溶損が発生しやすくなるが、外側管の角度を適切にすると、支燃性ガスまたは易燃性ガスが斜め方向から合流部に流れることになる。その結果、断熱圧縮による温度上昇が小さくなり、さらに動圧も小さくなるので、ランスの溶損を抑制できると推測される。

【0008】

（1）高炉内に熱風を送風する送風管に差し込まれて使用されるランスであって、固体燃料を吹込む内側管と支燃性ガス又は易燃性ガスを吹込む外側管とを有し、前記内側管及び前記外側管は、管路の途中で前記内側管の外側に前記外側管が同心状に配されて合流する合流部を有し、前記内側管は、少なくとも前記合流部及び該合流部から吹込み方向先方の部分が直管状に形成され、前記外側管は、前記合流部及び該合流部から吹込み方向先方の部分に形成される直管状の直管部と、前記合流部よりも吹込み方向の反対側の部分に形成される円弧状に湾曲する湾曲部とを有し、前記直管部は、前記湾曲部に連続的に接続されていることを特徴とすることを特徴とするランス。

（2）前記湾曲部における前記外側管の内側曲率半径は、20mm以上1000mm以下であることを特徴とする上記（1）の構成に記載のランス。

【0009】

本発明の固体燃料とは、例えば微粉炭が挙げられる。

また、本発明の支燃性ガスとは、少なくとも50vol%以上の酸素濃度を有するガスと定義する。

また、本発明で用いる易燃性ガスとは、文字通り、微粉炭よりも燃焼性のよいガスであ

り、例えば水素を主要成分として含有する水素、都市ガス、LNG、プロパンガスの他、製鉄所で発生する転炉ガス、高炉ガス、コークス炉ガスなどが適用可能である。また、LNGと同様なガス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。都市ガスなどの可燃性ガスは、着火・燃焼が非常に早く、水素含有量が多いものでは燃焼カロリーも高く、また可燃性ガスは、微粉炭と異なり、灰分を含んでいないことも高炉の通気性、熱バランスに対して有利である。

【発明の効果】

【0010】

本発明のランスでは、外側管から吹込まれる支燃性ガス又は可燃性ガスが内側管に衝突する動圧が低減されるので、合流部での内側管の溶損を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の高炉操業方法が適用された高炉の一実施形態を示す縦断面図である。

【図2】図1の送風管に差し込まれたランスの正面図である。

【図3】図2のランスで内側管に生じる動圧を考察するために設定した模式的なランスの正面図である。

【図4】図3のランスの斜視図である。

【図5】図3のランスにおける内側管の外表面と外側管の内表面を示す平面図である。

【図6】図3のランスにおける内側管の外表面に衝突するガス流れの側面図である。

【図7】図2のランスで外側管合流部の内側曲率半径を種々に変更したときの動圧評価指標の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

次に、本発明の高炉操業方法の一実施形態について図面を参照しながら説明する。図1は、この実施形態の高炉操業方法が適用された高炉の全体図である。図に示すように、高炉1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、この送風管2を貫通してランス4が設置されている。熱風には、例えば大気を用いる。羽口3の熱風送風方向先方のコークス堆積層には、レースウェイ5と呼ばれる燃焼空間が存在し、主として、この燃焼空間で鉄鉱石の還元、即ち造銑が行われる。図では、図示左方の送風管2にのみランス4が挿入されているが、周知のように、炉壁に沿って円周状に配置された送風管2及び羽口3の何れにもランス4を挿入設定することは可能である。また、羽口当たりのランスの数も1本に限定されず、2本以上を挿入することが可能である。また、ランスの形態も、単管ランスをはじめ、二重管ランスや複数のランスを束ねたものも適用可能である。この実施形態では、送風管2の内部では二重管ランスとなるランス4を用いている。

【0013】

例えば固体燃料として微粉炭をランス4から吹込む場合、微粉炭は、 N_2 などのキャリアガス (搬送ガス) と共に吹込まれる。ランス4から固体燃料として微粉炭だけを吹込む場合、ランス4から羽口3を通過してレースウェイ5内に吹込まれた微粉炭は、コークスと共に、その揮発分と固定炭素が燃焼し、燃焼しきれずに残った、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から未燃チャーとして排出される。未燃チャーは炉内に蓄積され、炉内通気性を悪化させるため、レースウェイ5内で微粉炭をできるだけ燃焼させる、つまり微粉炭の燃焼性向上が求められる。羽口3の熱風送風方向先方における熱風速度は約 200 m/sec であり、ランス4の先端からレースウェイ5内における酸素の存在領域は約 $0.3 \sim 0.5 \text{ m}$ とされているので、実質的に $1/1000$ 秒のレベルで微粉炭粒子の昇温及び酸素との接触効率の改善が必要となる。

【0014】

羽口3からレースウェイ5内に吹込まれた微粉炭は、まず送風からの対流伝熱によって加熱され、更にレースウェイ5内の火炎からの輻射伝熱、伝導伝熱によって急激に粒子温

10

20

30

40

50

度が上昇し、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、燃焼温度は1400～1700℃に達する。揮発分が放出してしまうと、前述したチャーとなる。チャーは、主に固定炭素であるので、燃焼反応と共に、炭素溶解反応と呼ばれる反応も生じる。このとき、ランス4から送風管2内に吹込まれる微粉炭の揮発分の増加により、微粉炭の着火が促進され、揮発分の燃焼量増加により微粉炭の昇温速度と最高温度が上昇し、微粉炭の分散性と温度の上昇によりチャーの反応速度が上昇する。即ち、揮発分の気化膨張に伴って微粉炭が分散し、揮発分が燃焼し、この燃焼熱によって微粉炭が急速に加熱、昇温すると考えられる。一方、ランス4から送風管2内に微粉炭と共に例えば易燃性ガスとしてLNGを吹込む場合、LNGが送風中の酸素と接触してLNGが燃焼し、その燃焼熱によって微粉炭が急速に加熱、昇温されると考えられ、これにより微粉炭の着火が促進される。

10

【0015】

この実施形態では、固体燃料と共に支燃性ガスをランス4から吹込む。固体燃料として微粉炭を、支燃性ガスとして酸素を用いた。なお、支燃性ガスの酸素濃度は、95vol%以上とした。ランス4には、前述のように二重管ランスを用い、二重管ランスを構成する内側管6から微粉炭をキャリアガスと共に吹込み、外側管7（厳密には内側管6と外側管7の隙間）から酸素を吹込む。但し、この二重管ランスは、全長にわたって二重管であるわけではなく、図2に示すように、管路の途中で内側管6の外側に外側管7を同心状に合流させて形成されている。この二重管ランスでは、外側管7も内側管6も、図の右方から左方に向けて酸素や微粉炭を吹込む。このうち、微粉炭を吹込む内側管6は少なくとも外側管7との合流部を含めてその合流部よりも吹込み方向先方部分が直管状に形成されている。また、酸素を吹込む外側管7は、直管状の直管部7aと、円弧形状に湾曲した湾曲部7bを有する。そして、内側管6との合流部から吹込み方向先方部分が直管部7aとなり、内側管6との合流部から吹込み方向とは反対方向側の部分が湾曲部7bとなる。そして、内側管6と外側管7との合流部において、外側管7の直管部7aと湾曲部7bとが連続的に接続される。そして、この実施形態では、湾曲部における外側管7の内側曲率半径Rを20mm以上1000mm以下とする。

20

【0016】

この湾曲部、つまり外側管7と内側管6の合流部における外側管7の内側曲率半径Rを設定するために、外側管7から吹込まれる酸素が内側管6に衝突する時の動圧を評価する。外側管7から吹込まれる酸素が内側管6に衝突する時、その動圧が最も大きいと考えられるのは、図3、図4に示すように、外側管7と内側管6の合流角度が垂直である場合である。そこで、外側管7から吹込まれる酸素が内側管6に衝突する時の動圧の最大値を P_{vmax} としたとき、この動圧最大値 P_{vmax} に影響を与える要因について考察する。この動圧最大値 P_{vmax} に影響を与える要因としては、図4に示すように、合流部入口レイノルズ数 Re 、入口流速 V_{in} 、入口動圧 P_{vin} 、入口面積 S_{in} （外側管7が内側管6に合流する直前の管の内面積）、合流部出口流速 V_{out} が挙げられる。この他、この実施形態では、外側管7から吹込まれる酸素が内側管6との衝突から逃れる逃げ面積 S_{esc} を考える。この逃げ面積 S_{esc} は、外側管7から吹込まれる酸素が内側管6と全く衝突しない無衝突面積 S_{no} と、外側管7から吹込まれる酸素が内側管6の外表面に沿うように流れる、つまり内側管6には接触しているものの動圧になりにくい流れ面積 S_{flow} との和と考える。即ち、逃げ面積 S_{esc} は、下記(1)式で示される。

30

40

$$S_{esc} = S_{no} + S_{flow} \quad \cdots (1)$$

図5は、図3のランスの合流部における内側管6の外表面と外側管7の内表面を示す平面図である。図中の符号dは、内側管6の外径を、図中の符号Dは、外側管7の内径を示す。図5のハッチング部分の総面積が無衝突面積 S_{no} に相当する。図より、無衝突面積 S_{no} は、幾何学的に下記(2)式で与えられる。

【0017】

【数 1】

$$S_{no} = \frac{D^2}{2} \left\{ \cos^{-1} \frac{d}{D} - \frac{d}{D} \sqrt{1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2} \right\} \cdots (2)$$

【0018】

図6は、図3のランスの合流部における内側管6の外表面に衝突するガス流れの側面図であり、図5の側面図に相当する。従って、図中の円は内側管6の外表面を示し、鉛直な矢印が、外側管7から吹込まれる酸素の流れを示している。この内側管6の外表面が描く上側半円弧の各点に衝突する酸素は、衝突後、主として、その点の接線方向に流れると考えられる。この衝突点と内側管6の中心点Oとを結ぶ線分が図6の横軸、例えば水平方向となす角度を ψ とし、更に、図5の平面視において、内側管6の軸線方向をz軸とする。また、図5において、内側管6の外表面と外側管7の内表面との交点と外側管7の中心点Qとを結ぶ線分が図の横軸となす角度、つまり内側管6の軸線方向zと垂直な方向となす角度を θ_0 とすると、流れ面積Sflowは、下記(3)式で与えられる。

【0019】

【数 2】

$$S_{flo} = 4 \int_0^{\frac{d}{2}} \left(\int_0^{\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - x^2}} \frac{2x}{d} dz \right) dx = \frac{4}{d} \int_0^{\frac{d}{2}} \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - x^2} \times 2x dx$$

$$= \frac{8}{3d} \left[\left(\frac{d}{2}\right)^3 - \left\{ \left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2 \right\}^{\frac{3}{2}} \right] \cdots (3)$$

【0020】

このうち、無衝突面積Snoと流れ面積Sflowの和で与えられる逃げ面積Sescは、入口面積Sinに応じて変動する。同様に、出口流速Voutは入口流速Vinに応じて変動する（正確には出口流速Voutの二乗値は入口流速Vinの二乗値に比例する）。また、動圧最大値Pvmaxは入口動圧Pvinに応じて変動する。また、この実施形態の場合、外側管7の配管内いっばいに酸素が流れるので、レイノルズ数Reは、合流部の形状、特に外側管7内における内側管6のレイアウトを反映する。そこで、合流部において外側管7から吹込まれる酸素の内側管外表面への衝突に伴う動圧の評価指標を下記(4)式で与えられるAとする。この動圧評価指標Aは、無次元化によって、入口動圧、レイノルズ数、内側管6と外側管7の直径比、ガスの合流前後の流速比の影響を除去して、合流部の形状のみに依存した動圧最大値を評価することができる。

【0021】

【数 3】

$$A = \frac{P_{vmax}}{P_{vin}} \cdot Re \cdot \frac{S_{esc}}{S_{in}} \cdot \frac{V_{out}^2}{V_{in}^2} \cdots (4)$$

【0022】

そこで、この実施形態では、動圧評価指標Aを小さくするために、前述のように、微粉炭を吹込む内側管6は、少なくとも外側管7との合流部を含めてその合流部よりも吹込み方向先方部分が直管状に形成される。そして、酸素を吹込む外側管7の内側管6との合流部から吹込み方向先方部分を直管状の直管部7aとして形成し、吹込み方向とは反対側の部分を一方向に円弧形状に湾曲させた湾曲部7bとして形成し、緒管部7aと湾曲部7bとを連続的に接続させる。ここでは、湾曲部7b、つまり合流部における外側管7の内側曲率半径を規定するため、汎用流体ソフトを用いてコンピュータによる合流部の流体解析

を行い、下記表 1 に示す 4 つのケースについて、外側管 7 の内側曲率半径を種々に変更しながら動圧評価指標 A を求めた。

【 0 0 2 3 】

【表 1】

	入口動圧 [Pa]	Re	流速の 2 乗比 (V_{out}^2/V_{in}^2)	面積比 (S_{esc}/S_{in})
Case 1	3013	2.87E+5	0.227	0.561
Case 2	953.2	2.15E+5	0.498	0.663
Case 3	84.51	2.29E+4	0.227	0.561
Case 4	26.74	1.72E+4	0.498	0.663

10

【 0 0 2 4 】

算出された無次元動圧評価指標 A をグラフ化したのが図 7 である。同図では、外側管 7 の内側曲率半径 $R = 0 \text{ mm}$ で動圧評価指標 A は最大となり、 $R = 20 \text{ mm}$ まで急激に減少し、その以上の曲率半径ではほぼ一定となる。ここでは、動圧評価指標 A が 40 以下で動圧最大値 P_{vmax} が安定すると見なした。これは、合流部における外側管 7 の内側曲率半径 R によって流れの剥離が抑制されたことにより、内側管外表面に酸素が衝突するときの動圧が低下したことが原因と考えられる。従って、内側管外表面が何らかの原因で温度上昇し、自己酸化が生じたとしても、外側管 7 の内側曲率半径 R を 20 mm 以上とすることで、内側管外表面の動圧を低下させ、これにより内側管 6 の溶損を抑制することができると考えられる。なお、合流部における外側管 7 の内側曲率半径 R の最大値は 1000 mm とした。これは、合流部における外側管 7 の内側曲率半径 R を 1000 mm 超えとしても、特に外側管 7 の管壁と内側管 6 の管壁との接合が長大で面倒になり、加工精度も低下するだけであることから、外側管 7 の内側曲率半径 R の最大値 1000 mm は実質的な加工の限界値である。

20

【 0 0 2 5 】

なお、この実施形態では、二重管ランスの内側管 6 から微粉炭を吹込み、外側管 7 から酸素を吹込む場合について説明したが、内側管 6 と外側管 7 が合流する二重管ランスでは、内側管 6 から微粉炭を吹込み、外側管 7 から LNG などの可燃性ガスを吹込む場合でも同様の溶損問題が生じる可能性がある。外側管 7 の内側曲率半径 R を変更した場合の動圧評価指標 A は、外側管 7 から吹込むガスが酸素、つまり可燃性ガスであっても、LNG などの可燃性ガスであっても同様の結果であることから、本発明のランスは、内側管 6 から微粉炭などの固体燃料を吹込み、外側管 7 から可燃性ガスを吹込む場合でも同様に適用可能である。

30

【 0 0 2 6 】

このように、この実施形態のランスでは、羽口 3 を経て高炉 1 内に熱風を送風する送風管 2 に差し込まれて使用する場合に、管路の途中で内側管 6 の外側に外側管 7 を同心状に合流させて形成する。このうち、固体燃料を吹込む内側管 6 は少なくとも外側管 7 との合流部を含めてその合流部よりも吹込み方向先方部分が直管状に形成される。また、可燃性ガス又は可燃性ガスを吹込む外側管 7 を内側管 6 との合流部にあって一方向に円弧形状に湾曲させる。そして、外側管 7 に形成された湾曲円弧の端部で外側管 7 の中心軸を直管状の内側管 6 の中心軸と湾曲円弧の接線方向に合流させる。これにより、外側管 7 から吹込まれる可燃性ガス又は可燃性ガスの内側管外表面衝突時の動圧を低減することができ、内側管 6 の溶損を抑制することができる。

40

また、湾曲部における外側管 7 の内側曲率半径 R を 20 mm 以上 1000 mm 以下とすることにより、外側管 7 から吹込まれる可燃性ガス又は可燃性ガスの内側管外表面衝突時の動圧をより一層低減することができ、内側管 6 の溶損を確実に抑制することができる。

【符号の説明】

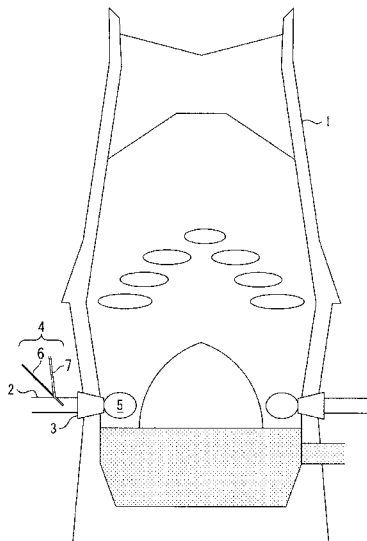
50

【 0 0 2 7 】

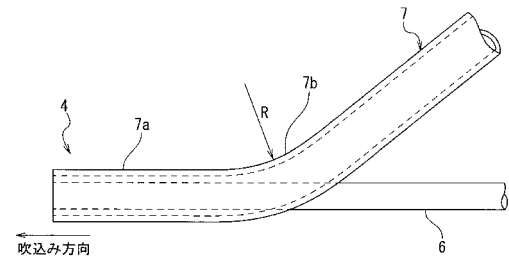
- 1 高炉
- 2 送風管
- 3 羽口
- 4 ランス
- 5 レースウェイ
- 6 内側管
- 7 外側管
- 7 a 直管部
- 7 b 湾曲部

10

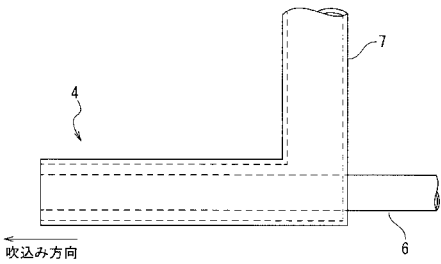
【 図 1 】



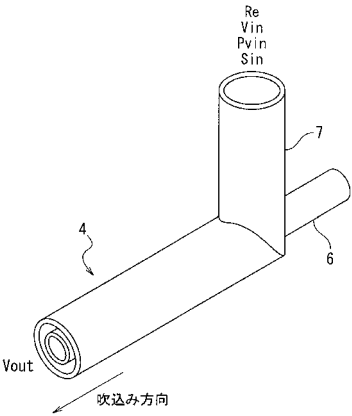
【 図 2 】



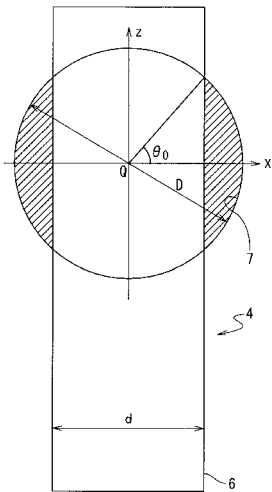
【図 3】



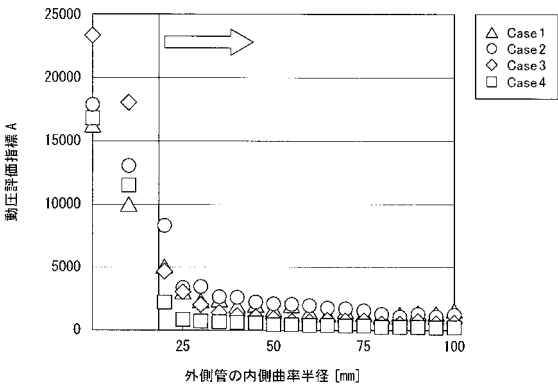
【図 4】



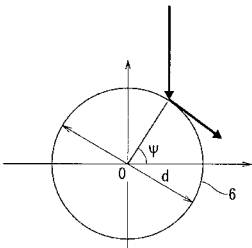
【図 5】



【図 7】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 川島 知之
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 安藤 誠
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 大山 伸幸
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 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 山本 尚貴
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 竹生 博
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 仲川 浩史
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

Fターム(参考) 4K015 AD02

4K055 AA01 MA02 MA03 MA05 MA08

4K063 AA02 BA02 DA06 DA07 DA14