

(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2013-209737

(P2013-209737A)

(43) 公開日 平成25年10月10日(2013.10.10)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
C 2 1 C	5/30	(2006.01)	C 2 1 C	5/30	A	4 K 0 1 4		
C 2 1 C	1/02	(2006.01)	C 2 1 C	1/02	1 1 0	4 K 0 7 0		
C 2 1 C	1/06	(2006.01)	C 2 1 C	1/06				
C 2 1 C	5/46	(2006.01)	C 2 1 C	5/46	1 0 1			
			C 2 1 C	5/46	A			

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-92937 (P2012-92937)  
 (22) 出願日 平成24年4月16日 (2012.4.16)  
 (31) 優先権主張番号 特願2011-99666 (P2011-99666)  
 (32) 優先日 平成23年4月27日 (2011.4.27)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2012-45336 (P2012-45336)  
 (32) 優先日 平成24年3月1日 (2012.3.1)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000001258  
 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 100126701  
 弁理士 井上 茂  
 (74) 代理人 100130834  
 弁理士 森 和弘  
 (72) 発明者 菊池 直樹  
 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 高橋 幸雄  
 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

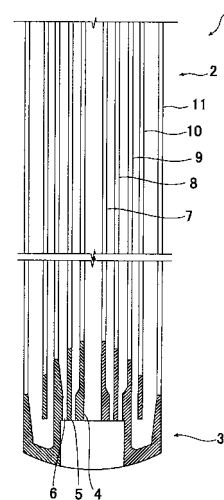
(54) 【発明の名称】 溶鋼の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 バーナーランスを使用して粉状精錬剤を加熱し、加熱した精錬剤を上吹きして溶銑を酸化精錬するにあたり、溶銑への着熱効率を高めると同時に、添加する精錬剤の反応効率を高める。

【解決手段】 精錬剤供給路と、燃料供給路と、燃焼用ガス供給路と、を有する第1の上吹きランス1を用い、該上吹きランスの先端下方に火炎を形成させながら、精錬剤供給路から酸化鉄、石灰系媒溶剤、可燃性物質のうちの1種以上を不活性ガスとともに混銑車内の溶銑に供給して、該溶銑を予備脱燐処理し、次いで、該溶銑を転炉に装入し、精錬用酸素ガス供給路と、燃料供給路と、を有する第2のランスを用い、燃料供給路から供給する燃料で火炎を形成させながら、精錬用酸素ガス供給路から酸素ガスとともに粉状媒溶剤を供給して転炉内の溶銑を脱炭精錬して溶鋼を製造する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

粉状精錬剤供給流路と、燃料供給流路と、燃料を燃焼する燃焼用酸化性ガス供給流路と、を有する第 1 の上吹きランスを用い、

前記燃料供給流路から燃料を供給すると同時に前記燃焼用酸化性ガス供給流路から酸化性ガスを供給して前記第 1 の上吹きランスの先端下方に火炎を形成させながら、前記粉状精錬剤供給流路から、酸化鉄、石灰系媒溶剤、可燃性物質のうちの 1 種以上を不活性ガスとともに混銑車内の溶銑浴面に向けて供給して、混銑車内の溶銑を予備脱燐処理し、

次いで、得られた予備脱燐処理後の溶銑を転炉に装入し、

脱炭精錬用酸素ガス供給流路と、燃料供給流路と、を有する第 2 の上吹きランスを用い

10

、前記燃料供給流路から燃料を供給すると同時に前記脱炭精錬用酸素ガス供給流路から酸素ガスを供給し、脱炭精錬用酸素ガス供給流路から供給される酸素ガスの一部で前記燃料を燃焼させて前記第 2 の上吹きランスの先端下方に火炎を形成させながら、前記脱炭精錬用酸素ガス供給流路から粉状の媒溶剤を酸素ガスとともに転炉内の溶銑浴面に向けて供給して、転炉内の溶銑を脱炭精錬し、

かくして溶銑から溶鋼を製造することを特徴とする、溶鋼の製造方法。

## 【請求項 2】

前記可燃性物質を燃焼させるために必要な可燃性物質燃焼酸素量を測定し、この測定した可燃性物質燃焼酸素量に相当する前記酸化性ガス量分、前記酸化性ガスの供給量を増加

20

## 【請求項 3】

前記第 1 の上吹きランスは、その横断面構造において中心側から、前記粉状精錬剤供給流路と前記燃料供給流路と前記燃焼用酸化性ガス供給流路と、更に、冷却水の給水及び排水の 2 つの流路とから構成される 5 重管構造であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の溶鋼の製造方法。

## 【請求項 4】

前記第 2 の上吹きランスは、その横断面構造において中心側から、前記脱炭精錬用酸素ガス供給流路と前記燃料供給流路と、更に、冷却水の給水及び排水の 2 つの流路とから構成される 4 重管構造であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 つに記載の溶鋼の製造方法。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、高炉から出銑された溶銑を混銑車内で予備脱燐処理し、次いで、この予備脱燐処理を施した後の溶銑を転炉で脱炭精錬して、溶銑から溶鋼を製造する方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

製鉄プロセスにおいては  $\text{CO}_2$  排出量の削減が重要課題となっており、製鋼工程においては、使用する鉄源として鉄スクラップなどの冷鉄源の配合比率を高めることが試みられている。この試みがなされる理由は、鉄鋼製品の製造にあたり、高炉での溶銑の製造では、鉄鉱石を還元し且つ溶融するための多大なエネルギーを要するのに対し、冷鉄源は溶解熱のみを必要としており、製鋼工程で冷鉄源を利用した場合には、鉄鉱石の還元熱分のエネルギー使用量を少なくすることができ、 $\text{CO}_2$  発生量を大幅に削減することができるからである。

40

## 【0003】

しかしながら、高炉 - 転炉の組み合わせによる溶鋼製造プロセスにおいては、冷鉄源の溶解熱源は溶銑の有する顕熱、及び、溶銑中の炭素及び珪素の酸化による燃焼熱であり、冷鉄源の溶解量には自ずと限界があることから、製鋼精錬工程において冷鉄源の配合比率を拡大するべく、種々の手段が提案されている。

50

## 【 0 0 0 4 】

例えば、特許文献 1 には、溶銑を予備脱燐処理する際に、予備脱燐処理中の生成スラグ中に炭素源を添加するとともに、スラグ中に酸素源を吹き込んで前記炭素源を燃焼させ、この燃焼熱を溶銑に着熱させる方法が提案されている。

## 【 0 0 0 5 】

特許文献 2 には、溶融鉄浴中に石炭、コークス、ピッチ、重質油などの炭素質物質を酸素とともに吹き込んでガス化すると同時に、鉄スクラップを溶解精錬する方法であって、中心部に炭素質物質の吹き込み用ノズルを有し、該ノズルの外側にガス化剤吹き込み用ノズルと、ノズル中心軸がランス軸に対して外側に 20 ~ 60 ° 傾斜した炉内生成ガス 2 次燃焼用の酸化剤吹き込み用ノズルとを有する上吹きランスを用い、炭素質物質のガス化を行うと同時に、炉内生成ガスの 2 次燃焼を行わせつつ鉄スクラップを溶解精錬する方法が提案されている。

10

## 【 0 0 0 6 】

特許文献 3 には、溶銑を転炉で脱炭精錬するにあたり、酸素噴出用主孔と、該主孔から噴出する酸素ガスの供給流路と独立し、且つ、燃料ガス、酸素ガス及び精錬用フラックスを同時に噴出できるフラックス供給用副孔と、を有する上吹きランスを用い、前記酸素噴出用主孔から噴出した酸素ガスの噴流を互いに分離した状態に保つとともに、該酸素ガス噴流と独立して副孔先端で火炎を形成させ、該火炎中に精錬用フラックスを通過させて該精錬用フラックスの滓化を促進させる転炉脱炭精錬方法が提案されている。

20

## 【 0 0 0 7 】

特許文献 4 には、酸素源を供給して溶銑を予備脱燐処理する際に、珪素含有量が 0 . 2 質量 % 以下の溶銑を用い、当該溶銑の浴面に向かって、加熱または加熱・溶融した CaO を主体とする粉状の脱燐用媒溶剤を、気体酸素源とともに上吹きランスを介して吹き付けて添加し、予備脱燐処理する方法が提案されている。

## 【 0 0 0 8 】

また、特許文献 5 には、CaO、SiO<sub>2</sub> 及び酸化鉄を主成分とする粉粒状の脱燐用媒溶剤を、上吹きランスの軸心部に配置した中心孔から酸素含有ガスを搬送用ガスとして溶銑に吹き付けると同時に、前記中心孔の周囲に配置した第 1 の周囲孔から炭化水素系のガス燃料または液体燃料の何れか 1 種類以上を供給して火炎を形成し、該火炎によって前記脱燐用媒溶剤を加熱・溶融するとともに、前記第 1 の周囲孔の外側に配置した第 2 の周囲孔から精錬用酸素含有ガスを溶銑に吹き付けて溶銑を予備脱燐処理する方法が提案されている。

30

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特開平 9 - 2 0 9 1 3 号公報

【 特許文献 2 】 特開昭 6 0 - 6 7 6 1 0 号公報

【 特許文献 3 】 特開平 1 1 - 8 0 8 2 5 号公報

【 特許文献 4 】 特開 2 0 0 5 - 3 3 6 5 8 6 号公報

【 特許文献 5 】 特開 2 0 0 7 - 9 2 1 5 8 号公報

40

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 1 0 】

しかしながら、上記従来技術には、以下の問題点がある。

## 【 0 0 1 1 】

即ち、特許文献 1 では、生成スラグ中に炭素源を添加することで、溶銑温度は上昇するが、炭素源に含有される硫黄の溶銑中への混入を招き、鋼中の硫黄濃度が高くなる。また、炭素源の燃焼時間を確保することから精錬時間が長くなり、生産性が低下して製造コストが上昇するという問題がある。

## 【 0 0 1 2 】

50

特許文献2では、2次燃焼熱を鉄浴に着熱させながら鉄スクラップを溶解しているが、2次燃焼熱の鉄浴への着熱効率は低く、多くの2次燃焼熱を着熱させるべく2次燃焼率を増加すると、精錬用炉体の耐火物の熱損傷が激しくなり、炉寿命の低下という問題が発生する。

#### 【0013】

特許文献3では、同心円形状に配置した5重管の上吹きランスを用いており、つまり、中心部側から外部側に向かって、1．副孔酸素ガス及び精錬剤の流路、2．燃料ガスの流路、3．主孔酸素ガスの流路、4．冷却水の流路、5．冷却水の流路で構成される上吹きランスを用いており、副孔酸素ガス及び精錬剤の流路と燃料ガスの流路とを、ランス先端部で合流させ、燃焼火炎を形成させている。また、副孔酸素ガスと精錬剤とは、ランスの上部で合流させるが、合流する前は精錬剤の搬送用ガスとしてArガスなどの不活性ガスを使用している。尚、冷却水の流路が2つ存在するのは、冷却水は循環しており、一方が給水流路で他方が排水流路である。

10

#### 【0014】

従って、副孔酸素ガス及び精錬剤の流路を通過する物質は、酸素ガス、Arガスなどの不活性ガス及び精錬剤となる。ここでの問題は、1つの流路を、酸素ガスと金属や炭素分を含有する精錬剤（酸化鉄、鉄鉱石、製鉄所発生ダストなど）とが通過することである。即ち、ランス内の前記流路を通過する際に、精錬剤と流路壁（通常は鋼製）との摩擦によって火花が発生したり、酸素ガスと精錬剤の一部とが反応したりして、流路内で発熱・燃焼する虞があり、設備の安全管理上に問題がある。また、このランスを用いて脱炭精錬を行う場合には、ランスの軸心位置に設置される副孔酸素ガス及び精錬剤を吹き込むためのノズル孔に地金の飛び込みが発生する虞があり、操業の妨げになるという問題がある。

20

#### 【0015】

特許文献4～5は、バーナーランスの燃焼熱を利用して溶銑を精錬しており、使用するバーナーランスは、特許文献4では4重管構造、特許文献5では5重管構造であり、何れの方法も、酸素ガスを搬送用ガスとして粉体の精錬剤を供給すると同時に、この精錬剤をバーナー火炎で加熱している。しかし、何れの方法も精錬剤への加熱効率及び耐火物への影響に関して最適化されているとは言いがたい。

#### 【0016】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、溶銑を混銑車で予備脱燐処理し、次いで、この溶銑を転炉に装入して脱炭精錬を行い、かくして溶銑から溶鋼を製造するにあたり、上吹きランスの流路内での発熱・燃焼を危惧することなく、着熱効率及び生産性に優れ、鉄スクラップなどの冷鉄源の配合比率を高めることができ、且つ、炉体耐火物の損傷を抑制することのできる、溶鋼の製造方法を提供することである。

30

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0017】

上記課題を解決するための本発明の要旨は以下のとおりである。

(1) 粉状精錬剤供給流路と、燃料供給流路と、燃料を燃焼する燃焼用酸化性ガス供給流路と、を有する第1の上吹きランスを用い、前記燃料供給流路から燃料を供給すると同時に前記燃焼用酸化性ガス供給流路から酸化性ガスを供給して前記第1の上吹きランスの先端下方に火炎を形成させながら、前記粉状精錬剤供給流路から、酸化鉄、石灰系媒溶剤、可燃性物質のうち1種以上を不活性ガスとともに混銑車内の溶銑浴面に向けて供給して、混銑車内の溶銑を予備脱燐処理し、次いで、得られた予備脱燐処理後の溶銑を転炉に装入し、脱炭精錬用酸素ガス供給流路と、燃料供給流路と、を有する第2の上吹きランスを用い、前記燃料供給流路から燃料を供給すると同時に前記脱炭精錬用酸素ガス供給流路から酸素ガスを供給し、脱炭精錬用酸素ガス供給流路から供給される酸素ガスの一部で前記燃料を燃焼させて前記第2の上吹きランスの先端下方に火炎を形成させながら、前記脱炭精錬用酸素ガス供給流路から粉状の媒溶剤を酸素ガスとともに転炉内の溶銑浴面に向けて供給して、転炉内の溶銑を脱炭精錬し、かくして溶銑から溶鋼を製造することを特徴とする、溶鋼の製造方法。

40

50

(2) 前記可燃性物質を燃焼させるために必要な可燃性物質燃焼酸素量を測定し、この測定した可燃性物質燃焼酸素量に相当する前記酸化性ガス量分、前記酸化性ガスの供給量を増加させることを特徴とする上記(1)に記載の溶鋼の製造方法。

(3) 前記第1の上吹きランスは、その横断面構造において中心側から、前記粉状精錬剤供給流路と前記燃料供給流路と前記燃焼用酸化性ガス供給流路と、更に、冷却水の給水及び排水の2つの流路とから構成される5重管構造であることを特徴とする上記(1)または上記(2)に記載の溶鋼の製造方法。

(4) 前記第2の上吹きランスは、その横断面構造において中心側から、前記脱炭精錬用酸素ガス供給流路と前記燃料供給流路と、更に、冷却水の給水及び排水の2つの流路とから構成される4重管構造であることを特徴とする上記(1)ないし上記(3)のいずれか1つに記載の溶鋼の製造方法。

10

#### 【発明の効果】

#### 【0018】

本発明によれば、混銑車における溶銑の予備脱燐処理において、上吹きランスから酸化鉄、石灰系媒溶剤、可燃性物質のうち1種以上からなる粉状精錬剤を混銑車内の溶銑浴面に供給する際に、不活性ガスを搬送用ガスとして供給するので、粉状精錬剤が金属や炭素分を含有していても、上吹きランスの流路内での粉状精錬剤の発熱・燃焼を未然に防止することができる。また、予備脱燐処理及び転炉脱炭精錬において、粉状精錬剤或いは粉状媒溶剤を上吹きランスの先端下方に形成される火炎によって加熱しながら溶銑に添加するので、火炎の熱が粉状精錬剤或いは粉状媒溶剤を介して溶銑に着熱し、溶銑の熱余裕が向上して溶銑の予備脱燐処理及び脱炭精錬において鉄スクラップなどの冷鉄源の配合比率を高めることが実現される。また更に、燃料の燃焼熱が効率的に溶銑に着熱することから反応容器に施工された耐火物への熱影響は少なく、当該耐火物の損傷を抑制することができる。

20

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0019】

【図1】本発明において混銑車内の溶銑を予備脱燐処理する際に用いる上吹きランスの概略拡大縦断面図である。

【図2】本発明において転炉内の溶銑を脱炭精錬する際に用いる上吹きランスの概略拡大縦断面図である。

30

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0020】

以下、本発明を具体的に説明する。

#### 【0021】

本発明において使用する溶銑は、高炉で製造された溶銑であり、この溶銑を混銑車(「トピードカー」とも呼ぶ)で受銑し、この混銑車内で溶銑に対して予備脱燐処理を実施する。混銑車は内部容積に対して炉口の開口部面積が狭く、保温容器として優れており、高炉から出銑される溶銑を転炉に搬送するための容器として最適であり、しかも、混銑車内で予備脱燐処理を実施することで、処理容器の移し替えを必要とせず、処理容器の移し替えによる溶銑温度の降下を未然に防止することができる。尚、溶銑の予備脱燐処理は、溶銑に酸素ガスや酸化鉄などの酸素源を供給し、この酸素源中の酸素で溶銑中の燐を酸化して燐酸化物( $P_2O_5$ )を形成させ、この燐酸化物を石灰系媒溶剤の滓化によって生成するスラグ中に $3CaO \cdot P_2O_5 (= Ca_3(P_2O_4)_2)$ なる安定形態で固定することによって行われる。ここで、酸素ガスとは、工業用純酸素ガスであり、窒素ガスなどの不純物を5体積%程度含有するガスも工業用純酸素ガスと定義する。

40

#### 【0022】

但し、混銑車は保温性には優れているが、反応容器としては溶銑の攪拌・混合が良くないという問題のみならず、フリーボードが小さいことから酸素源の供給速度を大きくすることができないという問題がある。特に、小さいフリーボードで、上吹きランスから酸素ガスを供給する場合には、予備脱燐処理時に生成するCOガスの2次燃焼に起因して、混

50

銑車の炉口開口部近傍の耐火物の溶損が極めて激しくなる。

【 0 0 2 3 】

従って、混銑車における予備脱燐処理は、従来、酸素源として主に酸化鉄を使用し、この酸化鉄と石灰系媒溶剤とを、インジェクションランスを介して溶銑中に吹き込み添加して行う方法が採用されてきた。この場合、酸化鉄及び石灰系媒溶剤を搬送するガスは、溶銑に対して攪拌用ガスとしても機能する。また、この搬送用ガスとして空気や酸素ガスを使用したり、酸素ガスをインジェクションランスの別流路から溶銑中に吹き込んだりして、空気や酸素ガスを供給することも行われてきた。当然ながら、空気は、酸素ガスを含有していることから、酸素源として機能する。

【 0 0 2 4 】

この予備脱燐処理方法において、溶銑の熱余裕を高めるべく、混銑車の炉口上方にバーナーを配置し、このバーナーで火炎を形成し、火炎で溶銑を直接加熱しても、火炎の有する熱の大半は大気に流出してしまい、溶銑への着熱効率は低い。本発明者らは、従来、インジェクションランスを介して溶銑中に吹き込み添加していた酸化鉄及び/または石灰系媒溶剤、これらに代えてまたは加えて、更に可燃性物質を溶銑に上吹き添加し、これら3つのうちの1種以上をバーナーランスの形成する火炎を通して当該バーナーランスから上吹き添加することで、酸化鉄、石灰系媒溶剤及び/または可燃性物質に、火炎の熱が効率良く伝達され、これにより、溶銑への着熱効率を向上させることができると考え、溶銑への着熱効率の高いバーナーランスの設置を検討した。

【 0 0 2 5 】

そこで、バーナーランスによる粉状精錬剤の加熱状況並びに燃焼排ガス温度の変化を調査するために、内径1.0m、高さ3.0mの縦型管状炉を用いて試験した。バーナーランスとしては、図1に示す上吹きランス1を使用した。

【 0 0 2 6 】

使用した上吹きランス(第1の上吹きランス)1は、図1に示すように、円筒状のランス本体2と、このランス本体2の下端に溶接などにより接続された銅鑄物製のランスチップ3とで構成されており、ランス本体2は、最内管7、内管8、中管9、外管10、最外管11の同心円形状の5種の鋼管、即ち5重管構造であることが好ましい。最内管7の内部は、ランスチップ3のほぼ軸心位置に配置された粉状精錬剤噴射孔4と連通し、最内管7と内管8との間隙は、粉状精錬剤噴射孔4の周囲に円環状のノズルまたは同心円上の複数個のノズル孔として開口する燃料噴射孔5と連通し、内管8と中管9との間隙は、燃料噴射孔5の周囲に円環状のノズルまたは同心円上の複数個のノズル孔として開口する燃焼用酸化性ガス噴射孔6と連通している。粉状精錬剤噴射孔4は、粉状の精錬剤を搬送用ガスとともに吹き付けるためのノズル、燃料噴射孔5は、燃料を噴射するためのノズル、燃焼用酸化性ガス噴射孔6は、燃料を燃焼する酸化性ガスを噴射するためのノズルである。これらの粉状精錬剤噴射孔4と燃料噴射孔5と燃焼用酸化性ガス噴射孔6とが配設されるランスチップ3の先端であり中心である先端中心部分は、その周りの先端部分から奥まった位置(へこんだ位置)で各噴射孔が開口するように、周りの先端部分より窪んでいる。

【 0 0 2 7 】

最内管7の内部が粉状精錬剤供給流路となり、最内管7と内管8との間隙が燃料供給流路となり、内管8と中管9との間隙が燃焼用酸化性ガス供給流路となっている。つまり、粉状の精錬剤が搬送用ガスとともに最内管7の内部を通り、プロパンガスや重油などの燃料が最内管7と内管8との間隙を通り、燃料燃焼用酸化性ガスが内管8と中管9との間隙を通過している。また、中管9と外管10との間隙及び外管10と最外管11との間隙は、冷却水の給水流路または排水流路となっている。中管9と外管10との間隙及び外管10と最外管11との間隙のうち一方が給水流路で、他方が排水流路であり、どちらを給水流路としても構わない。冷却水は、ランスチップ3の位置で反転するように構成されている。尚、図1において、粉状精錬剤噴射孔4は、ストレート形状のノズルであるが、その断面が縮小する部分と拡大する部分の2つの円錐体で構成されるラバーノズルの形状としてもよい。

10

20

30

40

50

## 【0028】

酸化鉄としては、焼結鉱粉、鉄鉱石粉、ミルスケールなどを使用することができる。石灰系媒溶剤としては、生石灰（ $\text{CaO}$ ）、石灰石（ $\text{CaCO}_3$ ）、或いは、これらに、蛍石（ $\text{CaF}_2$ ）またはアルミナ（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）を滓化促進剤として混合したものを使用することができる。また、溶銑の脱炭精錬工程で生成する転炉スラグ（ $\text{CaO}-\text{SiO}_2$ 系スラグ）を石灰系媒溶剤の全部または一部として使用することもできる。可燃性物質としては、金属Feを含む転炉排ガス回収ダスト（以下「OGダスト」と呼ぶ）、炭素C成分を含む高炉ダスト、コークス粉や廃プラスチックなどの可燃性の粉体を使用することができる。また、本発明における可燃性物質について、例えば、OGダスト、高炉ダストには、精錬剤として使用可能な酸化鉄が含まれており、精錬剤として使用可能な物質を含む可燃性物質もまた、精錬剤として使用可能である。

10

## 【0029】

この上吹きランス1を縦型管状炉の上部に設置し、粉状精錬剤として鉄鉱石粉又はOGダストを用い、鉄鉱石粉及びOGダストの吹き込み中におけるこれらの温度及び燃焼排ガスの温度を放射温度計及び熱電対を用いて測定した（実験11及び実験12）。また、比較のために鉄鉱石粉、石灰系媒溶剤粉や可燃性物質などの粉状精錬剤を吹き込まずに、燃料のみを供給する試験も行った（比較実験11）。更には、ランスチップ3の先端中心部分の表面とその周りの先端部分の表面とが面一になった、上吹きランス1における窪んだ部分のない上吹きランスを用いて、実験11及び実験12と同様の条件で、鉄鉱石粉またはOGダストを吹き込んだ（比較実験12及び比較実験13）。鉄鉱石粉及びOGダストの搬送用ガスとしては窒素ガスを使用した。実験条件を表1に、実験結果を表2に示す。使用した鉄鉱石粉の粒度は0.15～0.2mmである。尚、使用した鉄鉱石の成分は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ：80～83質量%、 $\text{CaO}$ ：12～15質量%、 $\text{SiO}_2$ ：5質量%である。OGダストの成分は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ：50～55質量%、 $\text{FeO}$ ：30～35質量%、金属Fe：15質量%である。

20

## 【0030】

【表1】

	実験11		実験12	
	品種	供給速度	品種	供給速度
燃料	プロパンガス	0.15 Nm <sup>3</sup> /min	プロパンガス	0.15 Nm <sup>3</sup> /min
燃焼用酸化性ガス	酸素ガス	0.9 Nm <sup>3</sup> /min	酸素ガス	0.9 Nm <sup>3</sup> /min
粉状精錬剤	鉄鉱石	7.5 kg/min	OGダスト	7.5 kg/min

30

## 【0031】

【表2】

	粉状精錬剤の吹き込みの有無	粉状精錬剤の種類	燃焼排ガスの温度	粉状精錬剤の温度
実験11	あり	鉄鉱石	1560°C	1870°C
実験12	あり	OGダスト	1575°C	2400°C
比較実験11	なし	—	1920°C	—
比較実験12	あり	鉄鉱石	1870°C	870°C
比較実験13	あり	OGダスト	1900°C	1040°C

40

## 【0032】

表2に示すように、火炎を形成すると同時に粉状精錬剤を吹き込むことにより、火炎の

50

熱が粉状精錬剤に伝達し、粉状精錬剤が高温に加熱され、その結果、燃焼排ガスの温度が大幅に低下することを確認した。また、実験12の結果から、OGダストのような可燃性物質を含む粉状精錬剤を用いた場合には、その可燃性物質に含まれる金属Fe, FeOが火炎中で燃焼することによって排ガス温度の上昇を招くことなく、粉体が更に加熱されることも確認した。即ち、図1に示す上吹きランス1を使用することで、燃焼排ガスの温度を過剰に上昇させずに、火炎の熱を溶銑に着熱させることが可能であることを確認した。更には、比較実験12, 13では、上吹きランスの先端形状を除き、同様の条件で粉状精錬剤に着熱させた実験11, 12と比べて、粉状精錬剤の温度が低下することを確認した。この温度が低下する理由は、実験11, 12に比べると、粉状精錬剤が上吹きランス1の火炎中を確実に通過できなかったためと考えられる。

10

**【0033】**

本発明では、図1に示す上吹きランス1を使用して混銑車内の溶銑に予備脱燐処理を実施する。具体的な予備脱燐処理方法は、以下のとおりである。

**【0034】**

即ち、混銑車の炉口上方に上吹きランス1を配置し、上吹きランス1の燃料噴射孔5から、プロパンガス、天然ガス、コークス炉ガスなどのガス燃料、或いは、重油、灯油などの炭化水素系の液体燃料を供給するとともに、燃焼用酸化性ガス噴射孔6から酸素ガスや空気などの燃焼用酸化性ガスを供給して、上吹きランス1の下方に火炎を形成させると同時に、上吹きランス1の粉状精錬剤噴射孔4から、粉状精錬剤として、焼結鉱粉、鉄鉱石粉、ミルスケールなどの酸化鉄粉、石灰系媒溶剤、可燃性物質のうちの1種以上を窒素ガスや希ガスを搬送用ガスとして溶銑浴面に吹き付ける。この場合、燃料噴射孔5から供給される燃料と、燃焼用酸化性ガス噴射孔6から供給される酸化性ガスとは、上吹きランス半径方向の全方位で近接しているので、各々干渉し合い、雰囲気温度が高いこともあって、点火装置がなくても燃焼限界範囲内にガス濃度が達した時点で燃焼し、上吹きランス1の下方に火炎が形成される。

20

**【0035】**

上吹きランス1において、粉状精錬剤噴射孔4、燃料噴射孔5及び燃焼用酸化性ガス噴射孔6が、上吹きランス1の先端部よりも、奥まった位置（へこんだ位置）で開口する理由は、粉状精錬剤噴射孔4から供給される粉状精錬剤が、燃料噴射孔5から供給される燃料によって形成される火炎の中を確実に通るようになるためであり、これにより、燃料の燃焼熱を粉状精錬剤に効率良く着熱させる。また、可燃性物質を溶銑浴面に吹き付ける場合には、この可燃性物質を火炎中で燃焼させて、溶銑へ熱を供給するための燃料として可燃性物質を使用することもできる。前述の実験11, 12と比較実験12, 13との比較と上記理由とからわかるように、ランスチップ3の先端中心部分の表面とその周りの先端部分の表面とを面一にすると、粉状精錬剤が火炎の中を通過しない可能性が高くなるため、粉状精錬剤への伝熱効率が悪化する可能性がある。

30

**【0036】**

また、同時に、混銑車内の溶銑にインジェクションランスを浸漬させ、該インジェクションランスから溶銑に攪拌用ガスを吹き込んで溶銑を攪拌する。脱燐反応に必要な酸化鉄及び石灰系媒溶剤や、可燃性物質が上吹きランス1からの供給のみでは不足する場合には、インジェクションランスから酸化鉄粉、石灰系媒溶剤粉または可燃性物質粉を吹き込んでも構わない。また、上吹きランス1から酸化鉄粉、石灰系媒溶剤粉、可燃性物質粉のうちの1種のみを供給する場合には、インジェクションランスを介して、少なくとも、上吹きランス1から供給されない酸化鉄粉、石灰系媒溶剤粉、可燃性物質粉の何れかを吹き込み添加してもよい。インジェクションランスの搬送用ガスとしては、窒素ガスなどの不活性ガス以外に、空気や酸素ガスを用いることができ、また更に、酸素ガスをインジェクションランスの別流路から溶銑に吹き込んだりしても構わない。

40

**【0037】**

可燃性物質を溶銑中に吹き込み添加する場合には、この可燃性物質の添加の前に、可燃性物質を燃焼させるために必要な可燃性物質燃焼酸素量を測定する。具体的には、公知の

50

装置及び/または方法で、高炉ダストや転炉ダストなどを含む粉状精錬剤の組成物を分析し、各組成物中の可燃性物質の化学当量分が燃焼するために必要な酸素量を算出して、添加される可燃性物質の量に相当する酸素量を測定し、次いで、測定した可燃性物質燃焼酸素量に相当する酸化性ガス量分の酸化性ガスの供給量を増加させる。または、使用する製鉄所発生ダストの種類を予め決定しておけば、少なくとも、その種類の製鉄所発生ダストに含まれる可燃物質が燃焼するために必要な酸素量を決めておくこともでき、その必要な酸素量分、酸化性ガスの供給量を増加させることも可能である。

#### 【0038】

このようにして、可燃性物質燃焼酸素量に相当する酸化性ガス量分の酸化性ガスの供給量を増加させることによって、より効率的に可燃性物質を燃焼させることができ、上吹きランスへ供給される酸化性ガスの供給量を、可燃性物質の酸化量、燃焼量を考慮した量とすることによって、可燃性物質の酸化熱及び燃焼熱を最大限に活用することができる。このため、可燃性物質中の金属鉄及び炭素は、それぞれ酸化鉄と、COまたはCO<sub>2</sub>とに容易にかつ有効に酸化可能となる。これらの酸化反応は全て発熱反応であり、反応熱は、被酸化物、反応生成物、加えて同時に供給されるCaOなどの石灰系媒溶剤の加熱に有効に費やされ、溶銑の加熱と冷鉄源の溶解との促進に寄与する。更に、金属鉄の酸化により得られた酸化鉄は、固体酸素の一部として溶銑中の脱燐反応に有効に作用する。

10

#### 【0039】

このようにして溶銑を予備脱燐処理し、溶銑の燐濃度が目的とする値かそれ以下になったなら、上吹きランス1及びインジェクションランスからの溶銑への全ての供給を停止して予備脱燐処理を終了する。予備脱燐処理後、混銑車内のスラグを排出し、その後、混銑車を次工程の転炉に搬送する。

20

#### 【0040】

混銑車内の溶銑をこのようにして予備脱燐処理することで、上吹きランス1から供給する酸化鉄粉、石灰系媒溶剤粉または可燃性物質に燃料の燃焼熱が伝達されることで、特に、可燃性物質は自身が酸化することで加熱または加熱・溶融した酸化鉄粉または、石灰系媒溶剤粉が溶銑に供給される結果、燃料燃焼熱の溶銑へ着熱効率が高くなり、溶銑の熱余裕が向上する。従って、この熱余裕の向上に応じて、鉄スクラップなどの冷鉄源を溶銑に配合することができる。冷鉄源の配合は、予備脱燐処理工程で行ってもよく、或いは、次工程の転炉脱炭精錬工程で行ってもよい。勿論、双方の工程で行っても構わない。

30

#### 【0041】

使用する冷鉄源としては、製鉄所で発生する鋳片及び鋼板のクロップ屑や市中屑などの鉄スクラップ、磁力選別によってスラグから回収した地金、更には、冷銑、還元鉄などを使用することができる。混銑車は、前述のように保温性に優れるため、転炉などでは溶解に課題のある厚板材などのヘビースクラップが使用しやすいという特徴を有する。また、混銑車における溶銑の予備脱燐処理では、脱燐用の酸素源として、酸化鉄を含む焼結鉱やダストなどを溶銑トン当たり30kg程度使用することが一般的であり、多量の粉体をバーナー発熱の伝熱媒体として有効利用できるという利点を有する。従って本発明により、溶解時間を有するヘビースクラップを高い熱効率で溶解することが可能となる。

40

#### 【0042】

転炉工場では、到着した溶銑を混銑車から転炉装入鍋に移し変え、必要に応じて転炉装入鍋内の溶銑に脱硫処理を施した後、転炉装入鍋から転炉に溶銑を装入する。鉄源として冷鉄源を配合する場合には、溶銑の装入前に冷鉄源を転炉に装入する。転炉では、上吹きランスから酸素ガスを供給して脱炭精錬を実施するが、本発明では、この脱炭精錬においても、バーナーランスを使用し、溶銑及び溶鋼にバーナーランスによって形成する火炎の熱を着熱させる。

#### 【0043】

転炉での溶銑の脱炭精錬において、溶銑への着熱効率の高いバーナーランスを設置することを目的として、実機転炉を用いた試験を実施した。試験に用いた転炉は、炉底に配置した底吹き羽口から攪拌用ガスを吹き込むことのできる上底吹き転炉である。また、バー

50

ナーランスとしては、図 2 に示す上吹きランス 2 1 を使用した。

【 0 0 4 4 】

使用した上吹きランス（第 2 の上吹きランス）2 1 は、図 2 に示すように、円筒状のランス本体 2 2 と、このランス本体 2 2 の下端に溶接などにより接続された銅鑄物製のランスチップ 2 3 とで構成されており、ランス本体 2 2 は、最内管 2 6、内管 2 7、中管 2 8、外管 2 9 の同心円形状の 4 種の鋼管、即ち 4 重管構造であることが好ましい。最内管 2 6 の内部は、ランスチップ 2 3 の先端部中心に対して同一円周方向に等間隔で配置された複数個の脱炭精錬用酸素ガス噴射孔 2 4 と連通している。この脱炭精錬用酸素ガス噴射孔 2 4 は、噴射する酸素ガスを音速以上の流速で噴射させるために、その断面が、縮小する部分（「絞り部」という）と拡大する部分（「スカート部」という）との 2 つの円錐体で構成されるラバールノズルの形状を採っている。ラバールノズルにおいて、絞り部とスカート部との境界の最も断面積の小さい部位をスロートと称している。一方、最内管 2 6 と内管 2 7 との間隙は、脱炭精錬用酸素ガス噴射孔 2 4 のスカート部で開口する燃料噴射孔 2 5 と連通している。脱炭精錬用酸素ガス噴射孔 2 4 は、脱炭精錬用酸素ガスを噴射するためのノズルであり、燃料噴射孔 2 5 は、燃料を噴射するためのノズルである。

10

【 0 0 4 5 】

即ち、最内管 2 6 の内部が脱炭精錬用酸素ガス供給流路となり、最内管 2 6 と内管 2 7 との間隙が燃料供給流路となっている。また、脱炭精錬用酸素ガス供給流路である最内管 2 6 からは、生石灰粉、ドロマイト粉などの粉状の媒溶剤を、脱炭精錬用酸素ガスを搬送用ガスとして吹き込むことができるように構成されている。媒溶剤は、酸化物、炭酸化物、フッ化物、塩化物から成るので、可燃物を含有せず、酸素ガスを搬送用ガスとしても、上吹きランス 2 1 の流路内で発熱・燃焼することはない。

20

【 0 0 4 6 】

このように、脱炭精錬用酸素ガスが粉状の媒溶剤とともに最内管 2 6 の内部を通り、プロパンガスや重油などの燃料が最内管 2 6 と内管 2 7 との間隙を通過している。また、内管 2 7 と中管 2 8 との間隙及び中管 2 8 と外管 2 9 との間隙は、冷却水の給水流路または排水流路となっている。内管 2 7 と中管 2 8 との間隙及び中管 2 8 と外管 2 9 との間隙のうち的一方が給水流路で、他方が排水流路であり、どちらを給水流路としても構わない。冷却水は、ランスチップ 2 3 の位置で反転するように構成されている。

30

【 0 0 4 7 】

この上吹きランス 2 1 を転炉の上部に設置し、粉状媒溶剤として生石灰粉と焼結鉱粉とを用い、上吹きランス 2 1 の下方に火炎を形成させながら溶銑の脱炭精錬を実施した（実験 2 1）。また、比較のために粉状媒溶剤を吹き込まずに、燃料のみを供給する試験（この場合、20～50mmサイズの生石灰を上置き添加した）も行い、両者で、脱炭精錬終了時の溶鋼温度及び溶鋼中燐濃度を比較した（比較実験 2 1）。実験 2 1 の実験条件を表 3 に、実験結果を表 4 に示す。使用した生石灰粉のサイズは 0.1mm 以下である。

【 0 0 4 8 】

【表 3】

溶銑量			300 ton
底吹き羽口	攪拌用ガス	Arガス	供給速度: 60 Nm <sup>3</sup> /min
上吹きランス	精錬用酸素ガス		供給速度: 1000 Nm <sup>3</sup> /min
	バーナー燃料	プロパンガス	供給速度: 30 Nm <sup>3</sup> /min
	燃焼用酸化性ガス	酸素ガス	供給速度: 180 Nm <sup>3</sup> /min
	粉状媒溶剤	生石灰粉	供給量: 9.0 ton
焼結鉍粉		供給量: 3.0 ton	
初期溶銑成分 (質量%)	C		4.1
	Si		Tr
	Mn		0.05
	P		0.05
	S		0.003
初期溶銑温度			1300°C

10

20

【 0 0 4 9 】

【表 4】

	粉状媒溶剤の 吹込みの有無	終点炭素濃度	終点燐濃度	終点溶鋼温度
実験21	あり	0.03質量%	0.011質量%	1750°C
比較 実験21	なし	0.03質量%	0.020質量%	1620°C

30

【 0 0 5 0 】

表 4 に示すように、上吹きランス 2 1 から生石灰粉と焼結鉍粉とを添加することにより、脱炭精錬における脱燐効率が向上し、且つ、終点の溶鋼温度が高くなることが確認できた。つまり、溶鋼温度が高くなる分に相当する冷鉄源を配合できることが確認できた。

【 0 0 5 1 】

従って、本発明では、図 2 に示す上吹きランス 2 1 を使用して転炉内の溶銑を脱炭精錬する。具体的な脱炭精錬方法は、以下のとおりである。

【 0 0 5 2 】

即ち、転炉に溶銑を装入したなら、溶銑を収容した転炉に上吹きランス 2 1 を挿入し、転炉底部の底吹き羽口から Ar ガスなどを攪拌用ガスとして転炉内の溶銑に吹き込みながら、上吹きランス 2 1 の燃料噴射孔 2 5 から、プロパンガス、天然ガス、コークス炉ガスなどのガス燃料、或いは、重油、灯油などの炭化水素系の液体燃料を供給すると同時に、上吹きランス 2 1 の脱炭精錬用酸素ガス噴射孔 2 4 から粉状媒溶剤とともに酸素ガスを溶銑浴面に吹き付ける。この場合、燃料噴射孔 2 5 は、脱炭精錬用酸素ガス噴射孔 2 4 のスカート部に開口しているので、燃料噴射孔 2 5 から供給される燃料は、脱炭精錬用酸素ガス噴射孔 2 4 から供給される酸素ガスと各々混合し合い、雰囲気温度が高いこともあって、点火装置がなくても燃焼限界範囲内に燃料濃度が達した時点で燃焼し、上吹きランス 2 1 の下方に火炎が形成される。また、上吹きランス 2 1 は、ランスチップ 2 3 の軸心部にノズル孔が設けられていないので、脱炭精錬中の地金の飛び込みは起こらず、安定した操業が可能となる。

40

50

## 【 0 0 5 3 】

脱炭精錬用酸素ガス噴射孔 2 4 から供給される粉状の媒溶剤には、燃料噴射孔 2 5 から供給される燃料の燃焼熱が伝達され、加熱または加熱・溶融した粉状媒溶剤が溶銑に供給される結果、燃料燃焼熱の溶銑への着熱効率が高くなり、溶銑の熱余裕が向上する。これにより、冷鉄源の溶解が促進される。

## 【 0 0 5 4 】

脱炭精錬用酸素ガス噴射孔 2 4 から供給される酸素ガスと溶銑中の炭素とが反応して、脱炭反応が進行する。脱炭反応が進行し、炭素濃度が目的とする値まで低下したなら、上吹きランス 2 1 からの鉄浴への全ての供給を停止して脱炭精錬を終了する。溶銑は脱炭精錬されて溶鋼が製造される。添加した冷鉄源は脱炭精錬の期間中に溶解する。製造した溶鋼は、取鍋に出鋼し、必要に応じて R H 真空脱ガス装置などで二次精錬を施した後、連続鑄造機で鑄片に鑄造する。

10

## 【 0 0 5 5 】

本発明で使用する脱炭精錬用の上吹きランス 2 1 は、粉状媒溶剤の添加量、添加タイミングを任意に調整できることを特徴とする。即ち、バーナー燃焼熱の伝熱媒体として粉状の媒溶剤を脱炭精錬用酸素ガス噴射孔 2 4 より供給しているが、燃焼熱の伝熱を優先して粉状媒溶剤の添加量を増加すると媒溶剤が過剰となり、転炉内でのスラグ発生量の大幅増加に繋がる。また、脱炭精錬中の脱炭酸素効率は、精錬初期から上昇して精錬中期で最大となり、末期の C 濃度の低下に伴って再び低下する。即ち、精錬初期には脱炭精錬用酸素ガス噴射孔 2 4 から供給される酸素ガスによって  $FeO$  が生成するため、その時期に  $CaO$  を主体とする媒溶剤を添加することで、 $CaO - Fe_tO$  融体が形成され、媒溶剤の滓化・溶融を促進することが可能となる（ここで、 $Fe_tO$  とは、 $FeO$  や  $Fe_2O_3$  などの鉄酸化物の総称である）。すなわち、 $Fe_tO$  の生成速度に応じた媒溶剤の添加速度の調節が重要である。

20

## 【 0 0 5 6 】

また、図 1 に示す上吹きランス 1 のように、ランスチップ 3 の中心部に、粉体、燃料ガス、燃焼用酸素ガスを噴射するためのノズル孔を配置すると、脱炭精錬では脱炭精錬用酸素ガスの供給が必須であることから、ランスチップ 3 の中心部のバーナー孔周囲に脱炭用酸素ガスの噴出孔を配置する必要がある。このような構成の上吹きランスを脱炭精錬に用いた場合、粉状媒溶剤の供給停止の際には、脱炭精錬中に発生する飛散溶湯（スプラッシュ、スピッティング）の飛び込みを避けるために、多量の不活性ガスを粉状媒溶剤噴射孔に供給する必要がある。その結果、バーナー燃焼温度が低下するとともに不活性ガスのコスト上昇が問題となる。この問題を解決するために、本発明では脱炭精錬用の上吹きランスとして図 2 に示す 4 重管構造の上吹きランス 2 1 を開発した。4 重管構造とすることで、任意に粉状媒溶剤の停止が可能になるとともに、脱炭精錬用酸素ガス噴射孔 2 4 からは常に脱炭精錬用の酸素ガスが噴射しているので、ランスチップ 2 3 のノズル孔への飛散溶湯の飛び込みの懸念がない。

30

## 【 0 0 5 7 】

上吹きランス 2 1 から供給する粉状媒溶剤としては、石灰系媒溶剤（生石灰や石灰石）、マンガン鉱石、ドロマイト、転炉スラグなどの粉体を使用することができる。また、これらの副原料を全て上吹きランス 2 1 から供給することは必要ではなく、これらのうちの一部は、炉上ホッパーから上置き添加しても構わない。また更に、上吹きランス 2 1 からの供給と上置き添加とを併用してもよい。

40

## 【 0 0 5 8 】

この転炉での脱炭精錬の場合も、鉄源として冷鉄源を使用することが好ましい。使用する冷鉄源は、予備脱燐処理で使用した冷鉄源と同類の冷鉄源を使用すればよい。転炉での脱炭精錬において冷鉄源を鉄源として使用する場合には、冷鉄源を溶銑の装入の前に予め装入する。尚、脱炭精錬工程における冷鉄源の溶解用熱源は、溶銑の顕熱と溶銑中の炭素濃度に依存しており、従って、前工程の予備脱燐処理工程における冷鉄源の配合比率を高く設定すると、この溶銑を使用した脱炭精錬工程では冷鉄源の配合比率を低く設定せざる

50

を得ない。従って、脱炭精錬工程における冷鉄源の配合比率は、予備脱燐処理工程での配合比率と脱炭精錬工程での配合比率との合計値が8質量%以上となるように、予備脱燐処理工程での配合比率に応じて設定することが好ましい。冷鉄源の全体の配合比率が8質量%未満では、生産性向上の効果が少ないのみならず、CO<sub>2</sub>発生量の削減効果が少ないからである。

#### 【0059】

転炉内の溶銑をこのようにして脱炭精錬することで、上吹きランス21から供給する粉状媒溶剤に燃料の燃焼熱が伝達され、加熱または加熱・溶融した粉状媒溶剤が溶銑に供給される結果、燃料燃焼熱の溶銑へ着熱効率が高くなり、溶銑の熱余裕が向上する。従って、この熱余裕の向上に応じて、鉄スクラップなどの冷鉄源を溶銑に配合することが可能となる。

10

#### 【0060】

以上説明したように、本発明によれば、混銑車における溶銑の予備脱燐処理において、上吹きランスから酸化鉄、石灰系媒溶剤、可燃性物質のうち1種以上からなる粉状精錬剤を混銑車内の溶銑浴面に供給する際に、不活性ガスを搬送用ガスとして供給するので、粉状精錬剤が金属や炭素分を含有していても、上吹きランスの流路内での粉状精錬剤の発熱・燃焼を未然に防止することができる。また、予備脱燐処理及び転炉脱炭精錬において、粉状精錬剤或いは粉状媒溶剤を上吹きランスの先端下方に形成される火炎によって加熱しながら溶銑に添加するので、火炎の熱が粉状精錬剤或いは粉状媒溶剤を介して溶銑に着熱し、溶銑の熱余裕が向上して溶銑の予備脱燐処理及び脱炭精錬において鉄スクラップなどの冷鉄源の配合比率を高めることが実現される。また更に、燃料の燃焼熱が効率的に溶銑に着熱することから反応容器に施工された耐火物への熱影響は少なく、当該耐火物の損傷を抑制することができる。

20

#### 【実施例】

#### 【0061】

図1に示す上吹きランスを用いて、上吹きランス1から、燃料としてプロパンガスを供給するとともに燃焼用酸化性ガスとして酸素ガスを供給して、上吹きランス1の下方に火炎を形成しながら、上吹きランス1の粉状精錬剤噴射孔4から窒素ガスを搬送用ガスとして酸化鉄粉(焼結鉱粉)を吹き込み、且つ、インジェクションランスから空気を搬送用ガスとして酸化鉄粉及び生石灰粉を吹き込んで、混銑車内の溶銑に対して予備脱燐処理を実施した(本発明例1)。なお、本発明例1における燃焼用酸化性ガスの流量は30Nm<sup>3</sup>/分とした。

30

#### 【0062】

本発明例1の上吹きランス1に供給される酸化鉄粉に代えて、OGダストを吹き込むこと以外は、本発明例1と同様にして溶銑の予備脱燐処理を実施した(本発明例2)。また、本発明例2で用いたOGダストが燃焼するのに必要な可燃性物質燃焼酸素量を測定し、この測定した可燃性物質燃焼酸素量分、酸化性ガスの供給量を増加させた以外は、本発明例2と同様にして溶銑の予備脱燐処理を実施した(本発明例3)。本発明例3での燃焼用酸化性ガスの流量は35Nm<sup>3</sup>/分となった。

#### 【0063】

また、比較のために、図1に示す上吹きランス1を用いたものの、上吹きランス1の粉状精錬剤噴射孔4から粉体を吹き込まずに、プロパンガス及び酸素ガスを供給して火炎のみを形成して予備脱燐処理を行った(比較例1)。本発明例1~3及び比較例1における操業条件を表5に示す。

40

#### 【0064】

【表 5】

溶銹量			300 ton
処理時間			40 min
上吹きランス	バーナー燃料	プロパンガス	供給速度: 5 Nm <sup>3</sup> /min
	燃焼用酸化性ガス	酸素ガス	供給速度: 30~35 Nm <sup>3</sup> /min
	粉状精錬剤	酸化鉄粉	供給速度: 250 kg/min
OGダスト		供給速度: 250 kg/min	
インジェクションランス	粉状精錬剤	酸化鉄粉	供給速度: 350 kg/min
		生石灰粉	供給速度: 80 kg/min
	搬送用ガス	空気	供給速度: 7.5 Nm <sup>3</sup> /min
初期溶銹成分 (質量%)	C		4.5
	Si		0.2
	Mn		0.2
	P		0.12
	S		0.025
初期溶銹温度			1370°C

10

20

## 【0065】

本発明例 1 ~ 3 及び比較例 1 とともに 500 チャージ実施した。それぞれ 500 チャージの操業の平均値を表 6 に示す。

## 【0066】

【表 6】

	終点炭素濃度	終点燐濃度	終点溶銹温度	混銹車耐火物 修理ピッチ
本発明例1	4.3質量%	0.038質量%	1355°C	380チャージ
本発明例2	4.1質量%	0.039質量%	1362°C	382チャージ
本発明例3	4.2質量%	0.028質量%	1389°C	385チャージ
比較例1	4.1質量%	0.050質量%	1265°C	125チャージ

30

## 【0067】

表 6 に示す本発明例 1 ~ 3 では、終点燐濃度と混銹車耐火物修理ピッチとの項目を比較例 1 と比較すれば理解されるように、脱燐反応効率が向上して処理後の溶銹中燐濃度が低下し、且つ、溶銹温度の降下が少ないことが確認された。また、混銹車耐火物の損傷も少ないことが確認できた。本発明例 2 と本発明例 3 とを比較すると、本発明例 3 の方が処理後の溶銹中の燐濃度が低くかつ溶銹温度の降下がより小さいことを確認できる。本発明例 3 において、溶銹中の燐濃度が低くかつ溶銹温度の降下が小さい理由としては、本発明例 3 では、本発明例 2 と比べて、可燃性物質燃焼酸素量分、酸化性ガスの供給量を増加させているので、火炎中の可燃性物質の燃焼を十分に行うことにより、粉状精錬剤の溶融が促進された結果であると予想される。

40

## 【0068】

更には、混銹車での予備脱燐処理と、転炉での脱炭精錬とを組み合わせさせた試験を実施し

50

た。この試験では、熱余裕分を鉄スクラップの添加量で調整して溶銑及び溶鋼の温度推移を同等に制御した。つまり、熱余裕分が大きいときには鉄スクラップの配合比率を高くした。試験は、基本的には、表 5 に示す条件で予備脱燐処理を行った（本発明例 1 1）。すなわち、本発明例 1 1 では、本発明例 1 における条件で予備脱燐処理を行い、次いで、表 3 に示す操業条件で転炉脱炭精錬を実施した。本発明例 1 2 では、本発明例 3 における条件で予備脱燐処理を行い、次いで、表 3 に示す操業条件で転炉脱炭精錬を実施した。

【 0 0 6 9 】

本発明例 1 1 では、混銑車での予備脱燐処理及び転炉での脱炭精錬ともに上吹きランスから供給する粉状精錬剤及び粉状媒溶剤をバーナーで加熱したことに對して、本発明と比較するために、予備脱燐処理のみ粉状精錬剤を加熱し、脱炭精錬ではバーナー火炎のみを行った以外は本発明例 1 1 と同様に予備脱燐処理及び脱炭精錬を行った（比較例 2）。予備脱燐処理及び脱炭精錬ともにバーナー火炎のみを行った以外は本発明例 1 1 と同様に予備脱燐処理及び脱炭精錬を行った（比較例 3）。上吹きランスを使用せずに予備脱燐処理を行い且つバーナー火炎を形成させずに脱炭精錬を行った以外は本発明例 1 1 と同様に予備脱燐処理及び脱炭精錬を行った（比較例 4）。本発明例 1 1 及び本発明例 1 2 と比較例 2 ~ 4 の試験条件及び試験結果を表 7 に示す。これらの試験で使用した上吹きランスは、予備脱燐処理では図 1 に示す上吹きランスと同一構造であり、転炉脱炭精錬では図 2 に示す上吹きランスと同一構造である。

【 0 0 7 0 】

【表 7】

	予備脱燐処理		転炉脱炭精錬		鉄スクラップ増配合分	生石灰総削減量
	バーナー火炎	粉体加熱	バーナー火炎	粉体加熱		
本発明例11	あり	あり	あり	あり	6.2質量%	15kg/t
本発明例12	あり	あり	あり	あり	8.4質量%	17kg/t
比較例2	あり	あり	あり	なし	3.5質量%	5kg/t
比較例3	あり	なし	あり	なし	1.1質量%	1.5kg/t
比較例4	なし	なし	なし	なし	基準	基準

【 0 0 7 1 】

表 7 に示す本発明例 1 1 及び本発明例 1 2 と比較例 2 ~ 4 とを比較すると、上吹きランスを使用せずに予備脱燐処理を行い且つバーナー火炎を形成させずに脱炭精錬を行った比較例 4 の基準に對して、本発明例 1 1 及び本発明例 1 2 では、鉄スクラップ増配合分及び生石灰総削減量が大幅に向上している。混銑車での予備脱燐処理において、5 重管構造のバーナーランスを使用して粉状精錬剤を加熱することで、溶銑の熱余裕の拡大と、脱燐反応効率向上による石灰系媒溶剤の削減とが得られた。更に、転炉脱炭精錬でバーナーランスを使用して粉状媒溶剤を加熱することで、熱余裕の拡大及び石灰系媒溶剤の削減の効果がより一層大きくなることが確認できた。また、本発明例 1 1 と本発明例 1 2 とを比較すると、本発明例 1 2 において粉状精錬剤に可燃性物質（OGダスト）を用いることで、溶銑の熱余裕が更に拡大し、精錬剤溶融の降下により脱燐反応効率が向上したことが確認できた。

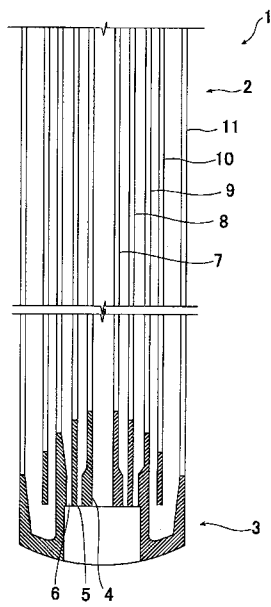
【符号の説明】

【 0 0 7 2 】

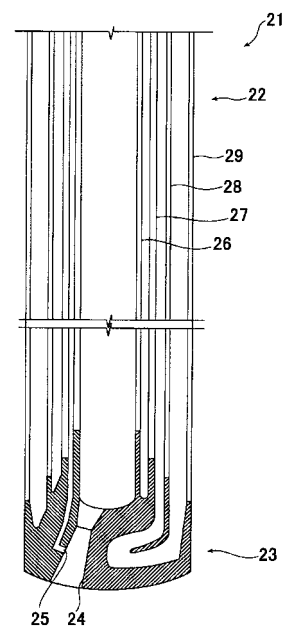
- 1 上吹きランス
- 2 ランス本体
- 3 ランスチップ
- 4 粉状精錬剤噴射孔
- 5 燃料噴射孔

- 6 燃烧用酸化性ガス噴射孔
- 7 最内管
- 8 内管
- 9 中管
- 10 外管
- 11 最外管
- 21 上吹きランス
- 22 ランス本体
- 23 ランスチップ
- 24 脱炭精錬用酸素ガス噴射孔
- 25 燃料噴射孔
- 26 最内管
- 27 内管
- 28 中管
- 29 外管

【図1】



【図2】



## フロントページの続き

- (72)発明者 田 恵太  
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 奥山 悟郎  
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 岸本 康夫  
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 中瀬 憲治  
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 佐藤 新吾  
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 三木 祐司  
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) 4K014 AA03 AB03 AB04 AB21 AC08 AC14 AC16 AC17 AD01 AD27  
4K070 AB01 AB16 AB18 AC03 AC05 AC06 AC13 AC14 AC17 AC19  
BA07 BB02 BB05 BB07 BB08 BD13 CF01 CF02 CF03 CF08  
DA07