

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6901059号

(P6901059)

(45) 発行日 令和3年7月14日(2021.7.14)

(24) 登録日 令和3年6月21日(2021.6.21)

(51) Int.Cl.

F I

C 2 1 C 5/46 (2006.01)

C 2 1 C 5/46

A

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2021-517488 (P2021-517488)	(73) 特許権者	000001258
(86) (22) 出願日	令和3年1月6日(2021.1.6)		J F E スチール株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2021/000183		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
審査請求日	令和3年4月5日(2021.4.5)	(74) 代理人	100184859
(31) 優先権主張番号	特願2020-8408 (P2020-8408)		弁理士 磯村 哲朗
(32) 優先日	令和2年1月22日(2020.1.22)	(74) 代理人	100123386
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 熊坂 晃
早期審査対象出願		(74) 代理人	100196667
			弁理士 坂井 哲也
		(74) 代理人	100130834
			弁理士 森 和弘
		(72) 発明者	富田 誠人
			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】 ランスチップ、転炉内測温設備および転炉内測温方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

転炉内に挿入されるランスのランスチップであって、
 前記ランスチップは、円筒状のランスチップ本体と、カメラユニットとを有し、
 前記ランスチップ本体には、収容部と、前記転炉内の溶鉄に吹き付けられるガスが通過する周孔と、前記収容部の周囲を囲むように配された冷却水路とが設けられ、
 前記カメラユニットは、前記溶鉄を撮影して画像データを生成するイメージセンサと、レンズと、放射熱遮断フィルターとを有し、
 前記カメラユニットは前記収容部に設けられる、ランスチップ。

【請求項2】

転炉内の溶鉄を測温する転炉内測温設備であって、
 請求項1に記載のランスチップが先端に設けられたサブランスと、
 不活性ガス供給装置と、
 前記画像データを温度データに変換する演算装置と、
 を有する、転炉内測温設備。

【請求項3】

転炉内の溶鉄を測温する転炉内測温設備であって、
 請求項1に記載のランスチップが先端に設けられた上吹きランスと、
 不活性ガス供給装置と、
 酸素ガスおよび不活性ガスを切り替える切り替え装置と、

10

20

前記画像データを温度データに変換する演算装置と、
を有する、転炉内測温設備。

【請求項 4】

前記演算装置は、画像データから作成した分光放射輝度データを温度データに変換する、請求項 2 または請求項 3 に記載の転炉内測温設備。

【請求項 5】

前記転炉内測温設備は、さらに前記イメージセンサにより生成された画像データを表示する表示装置を有する、請求項 2 から請求項 4 の何れか一項に記載の転炉内測温設備。

【請求項 6】

請求項 2 から請求項 5 の何れか一項に記載の転炉内測温設備を用いた転炉内測温方法であって、

前記溶鉄に不活性ガスを吹き付けながら前記カメラユニットで前記溶鉄を撮影し、生成された画像データを温度データに変換する、転炉内測温方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、転炉内で吹錬されている溶鉄の測温に用いられるランスチップ、転炉内測温設備およびこれらを用いた転炉内測温方法に関する。

【背景技術】

【0002】

転炉製鋼における吹錬プロセス等では上吹きランスを使用し、溶鉄に対して酸素ガスを吹き付けることにより溶鉄中の燐や炭素等を酸化（燃焼）させて溶鉄の成分を調整するとともに、溶鉄の温度を次工程処理に最適な温度となるように調整している。吹錬中の溶鉄温度の計測は、溶鉄の温度調整に対してだけでなく溶鉄の成分調整という観点においても重要である。

【0003】

溶鉄温度の計測技術として、特許文献 1 には、CCD カメラを設置した炉内観察用プローブをサブランス先端に設け、サブランスを炉内に挿入して転炉内の温度を測定する技術が開示されている。特許文献 2 には、メインランスの先端部とは反対の端部に CCD カメラを設け、ランス外部上方からガス噴射を行う穴を通じて溶鉄を撮影し、これにより、溶鉄の温度を計測する技術が開示されている。特許文献 3 には、転炉底部に設けられた羽口から CCD カメラを用いて溶鉄の輝度を測定し、これにより溶鉄の温度を計測する技術が開示されている。さらに、特許文献 4 には、メインランスの噴射ノズル口近傍に、酸素ジェットの噴射を阻害しない程度に小さい単芯光ファイバーを設置し、単芯光ファイバーに接続する単色温度計により温度計測を行う技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 10-88221 号公報

【特許文献 2】特開 2006-126062 号公報

【特許文献 3】特開 2007-322382 号公報

【特許文献 4】特開昭 62-226025 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、終点温度の的中精度を高めるには、吹錬工程の後半に少なくとも数分間の温度変化を連続的に把握する必要がある。特許文献 1 に開示されたサブランスは間欠的に炉内状態を計測する装置であるので、温度変化を連続的に把握できず、終点温度の的中精度を高めることが困難であるという課題があった。さらに、測定のタイミングごとにプローブが消耗するので、プローブの交換を頻繁に行う必要があり、ランニングコストが高

10

20

30

40

50

くなるという課題もあった。

【0006】

特許文献2に開示された装置では、測定対象から10m以上離れた位置にカメラが設置されているので、視野が狭くなって転炉内の溶鉄表面のどの位置を観察しているのかが分かりにくいという課題があった。特許文献3に開示された測定方法では、転炉下方に配置される高温の取鍋や転炉自体の熱によりCCDカメラが加熱され、これら機器が損傷するという課題があった。

【0007】

特許文献4に開示された装置から得られるのは温度に関するデータのみであり、测温位置を直接観察できない。このため、測定された温度が溶鉄の温度ではなくスラグの温度である可能性もあり、溶鉄の温度を精度よく測定できないという課題があった。

10

【0008】

本発明は、このような従来技術の問題点を鑑みてなされたものであり、その目的は、転炉内の溶鉄温度を連続的に測定できる転炉内测温設備、転炉内测温装置に用いられるランスチップおよびこれらを用いた転炉内测温方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するための手段は、以下の通りである。

(1) 転炉内に挿入されるランスのランスチップであって、前記ランスチップは、円筒状のランスチップ本体と、カメラユニットとを有し、前記ランスチップ本体には、收容部と、前記転炉内の溶鉄に吹き付けられるガスが通過する周孔と、前記收容部の周囲を囲むように配された冷却水路とが設けられ、前記カメラユニットは、前記溶鉄を撮影して画像データを生成するイメージセンサと、レンズと、輻射熱遮断フィルターとを有し、前記カメラユニットは前記收容部に設けられる、ランスチップ。

20

(2) 転炉内の溶鉄を测温する転炉内测温設備であって、(1)に記載のランスチップが先端に設けられたサブランスと、不活性ガス供給装置と、前記画像データを温度データに変換する演算装置と、を有する、転炉内测温設備。

(3) 転炉内の溶鉄を测温する転炉内测温設備であって、(1)に記載のランスチップが先端に設けられた上吹きランスと、不活性ガス供給装置と、酸素ガスおよび不活性ガスを切り替える切り替え装置と、前記画像データを温度データに変換する演算装置と、を有する、転炉内测温設備。

30

(4) 前記演算装置は、画像データから作成した分光放射輝度データを温度データに変換する、(2)または(3)に記載の転炉内测温設備。

(5) 前記転炉内测温設備は、さらに前記イメージセンサにより生成された画像データを表示する表示装置を有する、(2)から(4)の何れか1つに記載の転炉内测温設備。

(6) (2)から(5)の何れか1つに記載の転炉内测温設備を用いた転炉内测温方法であって、前記溶鉄に不活性ガスを吹き付けながら前記カメラユニットで前記溶鉄を撮影し、生成された画像データを温度データに変換する、転炉内测温方法。

【発明の効果】

【0010】

本発明に係るランスチップを有する転炉内测温設備を用いることで、転炉内の溶鉄を観察しながら連続的に溶鉄を测温できる。この結果、吹錬工程における終点温度の的中精度が向上し、これにより、吹錬時間の短縮や副原料の使用量の削減が実現できる。

40

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、第1の実施形態に係る転炉内测温設備10を用いて、転炉100内の溶鉄102を連続测温する状態を示した断面模式図である。

【図2】図2は、ランスチップ12の(a)断面図と(b)正面図である。

【図3】図3は、カメラユニット26の構成を示す斜視図である。

【図4】図4は、サブランス14が転炉100に挿入された場合のイメージセンサ40お

50

よびレンズ４２の温度変化をシミュレートしたシミュレーション結果を示す図である。

【図５】図５は、脱炭を目的とした吹錬における溶鉄の温度変化を示すグラフである。

【図６】図６は、第２の実施形態に係る転炉内測温設備５０を用いて、転炉１００内の溶鉄１０２を連続測温する状態を示した断面模式図である。

【図７】図７は、転炉内測温設備５０によるステンレス溶鋼の測温結果を示すグラフである。

【図８】図８は、ハウジング内の雰囲気温度を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

図１は、第１の実施形態に係る転炉内測温設備１０を用いて、転炉１００内の溶鉄１０２を連続測温する状態を示した断面模式図である。本実施形態に係る転炉内測温設備１０を用いた溶鉄１０２の測温は、脱珪、脱磷および脱炭等を目的とした吹錬工程に適用できる。以下の実施形態は、溶鉄の脱炭を目的とした吹錬工程に適用したとして第１の実施形態に係る転炉内測温設備１０を説明する。

【００１３】

転炉１００に収容された溶鉄１０２に上吹きランス１０４から酸素が供給されるとともに、底吹き羽口１０６から窒素等の底吹きガスが吹き込まれて攪拌される。これにより、溶鉄１０２に含まれる炭素の脱炭が進行し、溶鉄１０２に含まれる炭素濃度が低下する。脱炭吹錬では、目標とする溶鉄１０２の終点成分濃度および終点温度に対し、スタティック制御とダイナミック制御とを実施し、吹錬後の溶鉄１０２の終点成分濃度および終点温度を目標値に的中させている。ここで、スタティック制御は、吹錬開始前の操業条件から溶鉄１０２に吹き込む酸素量等を算出する制御である。ダイナミック制御とは、吹錬工程の後半に測定される溶鉄１０２の成分濃度および測温値に基づいて、溶鉄１０２に吹き込む酸素量等を調整する制御である。

【００１４】

第１の実施形態に係る転炉内測温設備１０は、ダイナミック制御に用いられる吹錬工程の後半における溶鉄１０２の測温に使用される。第１の実施形態に係る転炉内測温設備１０は、ランスチップ１２が先端に設けられたサブランス１４と、窒素ガス供給装置２０と、中継器２２と、画像データを温度データに変換する演算装置２４とを有する。ランスチップ１２はカメラユニット２６を有する。

【００１５】

サブランス１４は、上吹きランス１０４とは別に、転炉内に挿入される計測用プローブであって、内部に熱電対などの計測用機器を備えるランスを意味する。サブランス１４には、内部に設けられた計測機器の保護のために必要に応じてガス流路や冷却水路が設けられていてもよい。本実施形態において、サブランス１４は三重管構造となっている。窒素ガスは、窒素ガス供給装置２０から供給され、中心管を通して溶鉄１０２に吹き付けられる。冷却水は、転炉設備である冷却水供給装置１１０から供給され、二つの外管を通して循環する。図１において、符号１６は窒素ガス流れを示し、符号１８は冷却水流れを示す。サブランス１４は、転炉１００内に挿入された状態で、窒素ガスを溶鉄１０２に吹き付けながら先端に設けられているカメラユニット２６で転炉１００内の溶鉄１０２を撮影する。このように、サブランス１４から溶鉄１０２に窒素ガスを吹き付けることで、カメラユニット２６の撮影経路からダスト等を除去できるので、ダスト等に遮られることなく溶鉄１０２を撮影できる。窒素ガスは不活性ガスの一例であり、不活性ガスとしてアルゴンガスを用いてもよい。

【００１６】

カメラユニット２６は、溶鉄１０２を連続的に撮影し、連続的に画像データを生成する。カメラユニット２６は溶鉄１０２の動画を撮影してもよい。カメラユニット２６によって生成された画像データは、中継器２２を通じて演算装置２４に伝送される。カメラユニット２６から中継器２２への画像データの伝送、および、当該中継器２２から演算装置２４への画像データの伝送は、有線による伝送であっても無線による伝送であってもよい。

【0017】

演算装置24は、例えば、ワークステーションやパソコン等の汎用コンピュータである。

演算装置24は、カメラユニット26から伝送される画像データを温度データに変換する。画像データを温度データに変換する方法としては、画像データから輝度データを取得して、輝度データから温度データに変換する方法と、画像データから分光放射輝度データを取得して、分光放射輝度データから温度データに変換する方法とがある。

【0018】

輝度データを温度データに変換する場合に、演算装置24は、取得した画像データから、例えば、所定のサンプリング時間内の輝度の積分値や、輝度の最大値を輝度データとして取得する。演算装置24は、予め黒体炉で測定された輝度データと温度との対応関係を用いて、取得した輝度データを温度データに変換する。

10

【0019】

一方、分光放射輝度データを温度データに変換する方法としては、二色放射温度計（二色温度計、レシオ温度計とも呼ばれる。）による計測原理が適用できる。二色放射温度計では、異なる2つの波長における放射輝度を測定し、これらの比を算出して、予め測定された黒体の放射輝度の比と比較することで物体の温度に変換する。この方法は、放射率が変わっても比較的安定した温度測定が可能である。二色放射温度計と同じ原理で分光放射輝度データを温度データに変換する場合には、演算装置24は、画像データである赤（R）、緑（G）、青（B）の3原色に基づいて、例えばRとGの分光放射輝度データを取得し、当該放射輝度データから放射輝度の比を算出する。演算装置24は、予め黒体輻射炉等で調べられた分光放射輝度データの強度比と温度との対応関係を用いて、分光放射輝度データを温度データに変換する。

20

【0020】

赤外線カメラによる画像データを用いる場合には、演算装置24は、赤外線の波長に対応した輝度データを作成する。演算装置24は、予め黒体輻射炉等で調べられた輝度データの強度と温度との対応関係を用いて、輝度データを温度データに変換する。画像データから求める輝度データとしては、予めその波長成分の強度と温度との関係が分かっているならば、赤外線の波長域における任意の波長成分のデータを用いることができる。

【0021】

30

カメラユニット26として、赤外線サーモグラフィカメラのように画像データの取得から温度データへの変換までの機能を含む装置を用いる場合には、演算装置24は、画像データを温度データに変換する機能を有しなくてもよい。演算装置24は、当該温度データを、例えば、ディスプレイ等の表示装置28に表示する。このようにして、第1の実施形態に係る転炉内测温設備10を用いて連続的に溶鉄102の液面温度を测温する。演算装置24は、当該温度データとともに伝送された画像データを表示装置28に表示してもよい。このように、画像データを表示装置28に表示することで、転炉内の溶鉄を観察しながら测温できるので、温度データが溶鉄102の温度なのか溶鉄102の浴面に形成したスラグ114の温度なのかを判断できる。そして、溶鉄102の温度であると判断された温度データを選択的に用いることで、スラグ114の温度を測定してしまうことを回避でき、これにより、溶鉄102の测温精度が向上する。画像データを無線通信により他の表示装置に伝送する場合には、転炉内测温設備10は表示装置28を有さなくてもよい。

40

【0022】

図2は、ランスチップ12の（a）断面図と（b）正面図である。図2に示した（a）断面図は、（b）正面図におけるA-A断面図である。ランスチップ12は、サブランス14と同径の円筒形状であって、サブランス14の先端に取り付けられる。ランスチップ12は、ランスチップ本体30と、カメラユニット26とを有する。ランスチップ本体30は、例えば、直径300～600mm（図2に示した例では400mm）の円筒形状であって、収容部32と、周孔34と、冷却水路36とが設けられている。

【0023】

50

収容部 32 は、ランスチップ本体 30 の軸中心に設けられる直径 35～70 mm（図 2 に示した例では 57 mm）の貫通孔である。収容部 32 には、カメラユニット 26 が設置される。収容部 32 は、サブランス 14 側に貫通していない凹部であってもよいが、収容部 32 がサブランス 14 側に貫通していれば、窒素ガスによりカメラユニット 26 が冷却され、カメラユニット 26 の温度上昇が抑制されるのでより好ましい。

【0024】

周孔 34 は、溶鉄 102 に吹き付けられる窒素ガスが通過する孔である。周孔 34 は、サブランス 14 の中心管と接続される。図 2（b）に示すように、ランスチップ本体 30 の端面には、6 つの周孔 34 が環状に並んで設けられている。図 2 では 6 つの周孔 34 が設けられる例を示したが、これに限らず、少なくとも 1 つの周孔が設けられていればよい。但し、周孔 34 の数は 4 個以上 8 個以下が好ましく、周孔 34 の数を 4 個以上 8 個以下にすることで、カメラユニット 26 の周囲を均一に冷却できる。撮影経路からダストやスラグ 114 を除くために、撮影経路を向いた周孔を設けてもよい。

10

【0025】

冷却水路 36 は、冷却水供給装置 110 から供給される冷却水が通過する管である。冷却水路 36 は、収容部 32 の周囲を囲むように設けられている。冷却水路 36 は、サブランス 14 の外側の二つの外管と接続され、冷却水は冷却水路 36 内を循環する。40℃以下の冷却水が冷却水路 36 に流れることで収容部 32 に設置されたカメラユニット 26 が冷却される。これにより、カメラユニット 26 が高温の転炉内に挿入されたとしても、カメラユニット 26 の温度をカメラユニット 26 の動作保証温度以下に維持できる。カメラユニット 26 は、動作保証温度が、例えば 85℃のカメラユニットを用いることができる。IMPERX 社製の CHEETAH シリーズの製品などがこれに該当する。200℃の温度にも耐えるインテグレイト・システムズ社製の耐熱カメラを用いてもよい。動作保証温度が 60℃程度の市販のカメラを用いた場合であっても、数か月程度の短期間の使用であれば、85～100℃の雰囲気温度にも耐えられる場合がある。図 2 に示した例においては、収容部 32 をランスチップ本体 30 の軸中心に設けた例を示したが、これに限らない。収容部 32 は、冷却水路 36 に囲まれる範囲に設けられていればよい。

20

【0026】

図 3 は、カメラユニット 26 の構成を示す斜視図である。図 3（a）はカメラユニット 26 の斜視図であり、図 3（b）はカメラユニット 26 の各構成を示した斜視図である。カメラユニット 26 は、ハウジング 38 と、イメージセンサ 40 と、レンズ 42 と、2 枚の輻射熱遮断フィルター 44 と、固定リング 46 と、バッテリー 48 を有する。ハウジング 38 は、熱伝導率の高い金属、例えば Cu 製であって、一端面側に撮影用の孔が設けられた中空円筒状の容器である。ハウジング 38 の外径は収容部 32 の内径と同じである。図 2 に示した例では、収容部 32 の内径は 57 mm である。

30

【0027】

イメージセンサ 40 は、溶鉄 102 を撮影し画像データを生成するセンサである。イメージセンサ 40 は、CCD センサと、当該 CCD センサによって生成されたデータを処理して画像データとするデータ処理回路とを含む。レンズ 42 の溶鉄 102 に面する側には、2 枚の輻射熱遮断フィルター 44 が固定リング 46 に固定されている。輻射熱遮断フィルター 44 を設けることで、溶鉄からの輻射熱によるレンズ 42 およびイメージセンサ 40 の温度上昇が抑制され、これにより、レンズ 42 およびイメージセンサ 40 の破損が防止される。レンズ 42 に 2 枚の輻射熱遮断フィルター 44 を他の手段で固定できれば、固定リング 46 は設けなくてもよい。イメージセンサ 40 として、CCD センサを有する例を示したがこれに限らず、CCD センサに代えて CMOS センサを用いてもよい。

40

【0028】

輻射熱遮断フィルター 44 としては、Thorlab 社製の ND フィルター（型式 ND UV10B、型式 ND UV20B、型式 ND UV30B）、Thorlab 社製のホットミラー（赤外カットフィルター）（型式 M254H00）および Thorlab 社製のバンドパスフィルター（型式 FL532-1）の 1 種以上を用いることができる。図 3 に示

50

した例では輻射熱遮断フィルター４４を２枚設けた例を示したが、これに限らず、輻射熱遮断フィルター４４が１枚以上設けられていれば、溶鉄の輻射熱によるカメラユニット２６の温度上昇を抑制し、カメラユニット２６の破損を防止できる。演算装置２４において分光放射輝度データを用いる場合には、温度データに変換するために使用する波長とは異なる波長の輻射熱を遮断する輻射熱遮断フィルターを用いることが好ましい。

【００２９】

イメージセンサ４０と、レンズ４２と、２枚の輻射熱遮断フィルター４４およびバッテリー４８は、ハウジング３８内に設置され、当該ハウジング３８が収容部３２に固定されることでカメラユニット２６がランスチップ本体に装着される。イメージセンサ４０と、レンズ４２と、２枚の輻射熱遮断フィルター４４は、収容部３２内に直に装着されてよく、したがって、カメラユニット２６はハウジングを有さなくてもよい。但し、イメージセンサ４０等を予めハウジング３８内に固定し、当該ハウジングを収容部３２に固定する方がカメラユニット２６を交換する際の作業性がよいので、カメラユニット２６は、ハウジング３８を有することが好ましい。バッテリー４８は、イメージセンサ４０を駆動する電力を供給する装置である。カメラユニット２６と外部電源とが接続されていれば、カメラユニット２６はバッテリー４８を有さなくてもよい。

【００３０】

吹錬中の転炉内は高温になっているので、サブランス１４を挿入して溶鉄１０２を撮影しているとカメラユニット２６が高温になり、レンズ４２やイメージセンサ４０が破損することが懸念される。このため、第１の実施形態に係る転炉内測温設備１０では、収容部３２の周囲に冷却水路３６を配して冷却するとともに、レンズ４２の溶鉄１０２に面する側に輻射熱遮断フィルター４４を設けてイメージセンサ４０およびレンズ４２の昇温を抑制している。

【００３１】

図４は、サブランス１４が転炉１００内に挿入された場合のイメージセンサ４０およびレンズ４２の温度変化をシミュレートしたシミュレーション結果を示す図である。当該シミュレーションでは、STAR-CCM+（SIEMENS社製）を使用し、下記表１に示す冷却水温度、冷却水量、ランスチップ外面の熱伝達率、ランスチップ内面の熱伝達率、ランス外面温度、ランス内面温度、輻射熱遮断フィルターの熱伝導率を用いてイメージセンサ４０およびレンズ４２が収容される部分の温度変化をシミュレートした。当該シミュレーションでは、窒素ガスによる冷却効果は考慮していない。境界条件として炉内におけるランス外面からの熱流束を 800 kW/m^2 とした。この値は、冷却水の入側温度と出側温度の値に基づいて冷却水への入熱量を算出し、これが炉内のランス外面からの入熱量と釣り合うと仮定して設定した値である。

【００３２】

【表１】

項目		単位	値
冷却水	入側温度	°C	27
	出側温度	°C	35
	冷却水量	t/h	500
熱伝達率	ランスチップ外面	$\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$	47
	ランスチップ内面	$\text{W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$	2026
温度	ランスチップ外面	°C	1450
	ランスチップ内面	°C	30
熱伝導率	輻射熱遮断フィルター	$\text{W}/(\text{m} \times \text{K})$	1.5

【００３３】

図4に示すように、1枚目の輻射熱遮断フィルター44(A)の平均温度が84℃、最高温度が94℃となった。2枚目の輻射熱遮断フィルター44(B)の平均温度が62℃、最高温度が66℃となった。イメージセンサ40およびレンズ42が収容される部分の平均温度は32℃、最高温度は61℃となった。第1の実施形態で用いるカメラユニット26の動作保証温度が100℃以下であることから、輻射熱遮断フィルター44を少なくとも1枚設けていれば、カメラユニット26におけるイメージセンサ40およびレンズ42の温度を100℃未満に維持できることが確認された。

【0034】

図5は、脱炭を目的とした吹錬における溶鉄の温度変化を示すグラフである。図5において、縦軸は溶鉄温度(℃)であり、横軸は炭素濃度(質量%)である。上吹きランス104から酸素を供給するとともに、溶鉄102の炭素濃度は低下するので、吹錬進行とともに炭素濃度は横軸を右から左に変化する。一方、溶鉄102の温度は、吹錬進行とともに上昇する。

【0035】

従来の吹錬のダイナミック制御では、吹錬工程の後半において、間欠的にサブランスを差し込んで溶鉄102を測温し、当該測定値から溶鉄102の終点温度が目標温度となるタイミングを予測していた。しかしながら、そのタイミングはあくまで予測されたものであることから、何らかの原因により終点温度が目標温度にならない場合がある。これに対し、第1の実施形態に係る転炉内測温設備10を用いることで、吹錬工程の後半における溶鉄102を連続測温しながら吹錬ができるので、終点温度と目標温度とがずれることがない。

【0036】

上記例では、吹錬工程の後半において溶鉄102を測温する例を示したが、第1の実施形態に係る転炉内測温設備10を用いて、全ての吹錬工程における溶鉄102を連続測温してもよい。このように、吹錬中の溶鉄102を連続測温することで、吹錬中に異常な温度上昇などの吹錬工程における不測の事態が発生した場合にも、当該不測の事態を迅速に検出でき、これにより当該事態に対する素早い対応が可能になる。このように、不測の事態に対して素早く対応することで、不測の事態が及ぼす被害の拡大を抑制できる。

【0037】

以上説明したように、第1の実施形態に係る転炉内測温設備10を用いることで、転炉100内の溶鉄102を観察しながら、当該溶鉄の連続測温が可能になる。これにより、吹錬工程における終点温度の的中精度が向上し、この結果、吹錬時間の短縮や副原料の使用量の削減が実現できる。従来のサブランスに用いられていた消耗型のプローブを使用しないので、測温のためのランニングコストの削減も実現できる。

【0038】

次に、第2の実施形態について説明する。図6は、第2の実施形態に係る転炉内測温設備50を用いて、転炉100内の溶鉄102を連続測温する状態を示した断面模式図である。第2の実施形態に係る転炉内測温設備50は、図2に示したランスチップ12が先端に設けられた上吹きランス52と、窒素ガス供給装置20と、酸素ガスおよび窒素ガスを切り替える切り替え装置54と、中継器22と、画像データを温度データに変換する演算装置24とを有する。ランスチップ12はカメラユニット26を有する。図6に示した転炉内測温設備50において、図1に示した転炉内測温設備10と共通する構成には同じ参照番号を付し、重複する説明を省略する。

【0039】

上吹きランス52は三重管構造となっている。窒素ガス供給装置20から供給される窒素ガス、または、転炉設備である酸素ガス供給装置112から供給される酸素ガスは、中心管を通して溶鉄102に吹き付けられる。冷却水は、転炉設備である冷却水供給装置110から供給され、二つの外管を通して循環する。図6において、符号56は、窒素ガス流れ、または、酸素ガス流れである。脱炭吹錬する場合には、上吹きランス52から酸素ガスが溶鉄102に供給される。これにより、溶鉄102に含まれる炭素の脱炭が進行し

、溶鉄１０２に含まれる炭素濃度が低下する。

【００４０】

一方、溶鉄１０２を測温する場合には、切り替え装置５４によって搬送されるガスを酸素ガスから窒素ガスに切り替え、窒素ガスを溶鉄１０２に吹き付けながら先端に設けられているカメラユニット２６で転炉１００内の溶鉄１０２を撮影する。このようにして、転炉内測温設備５０を用いて、転炉１００内の溶鉄１０２を連続測温する。窒素ガス供給装置２０は、不活性ガスとして例えばアルゴンを供給するアルゴン供給装置であってもよい。

【００４１】

上吹きランス５２の先端に設けられるランスチップは、図２に示したランスチップ１２を用いることができる。但し、上吹きランス５２に用いられる場合には、酸素ガスが溶鉄面に接触する面積を大きくするために、広い周孔３４を複数有するランスチップを用いることが好ましく、４～８個の周孔３４を有するランスチップを用いることがより好ましい。周孔３４はランスチップ本体３０の軸中心よりもやや外側に向いていることが好ましい。これにより、周孔３４からの酸素ガスのガス流れが相互に干渉することが抑制され、酸素ガスの合流による溶鉄１０２の飛散を抑制できる。

【００４２】

以上説明したように、第２の実施形態に係る転炉内測温設備５０を用いることでも、転炉１００内の溶鉄１０２を観察しながら、当該溶鉄１０２の連続測温が可能になる。これにより、吹錬工程における終点温度の的中精度が向上し、この結果、吹錬時間の短縮や副原料の使用量の削減が実現できる。従来のサブランスに用いられていた消耗型のプローブを使用しないので、測温のためのランニングコストの削減も実現できる。

【実施例】

【００４３】

次に、図６に示した転炉内測温設備５０を用いて、転炉で溶製されたステンレス溶鋼の液面温度を連続測温した実施例を説明する。測定対象としたステンレス溶鋼は、予備処理を施した１３０トンの溶鉄を、底吹き酸素により約１５００℃まで昇温させたものである。

【００４４】

本実施例では、カメラユニット２６の位置がスラグ面から４．６ｍになるように三重管構造の上吹きランス５２を設置した。切り替え装置５４により、上吹きランス５２から供給される窒素ガス、酸素ガスを切り替えた。ステンレス溶鋼を吹錬する場合には上吹きランス５２の中心管から酸素ガスを吹き付け、ステンレス溶鋼を測温する場合には、窒素ガス（流量３００Nm³/min）を吹き付け、先端に設けられているカメラユニット２６で転炉１００内の溶鉄１０２を撮影した。カメラユニット２６としては、ＣＭＯＳセンサを搭載したカメラを用いた。使用したカメラの動作保証温度は５５℃である。

【００４５】

カメラユニット２６によって生成された画像データのサンプリング時間内における輝度の最大値を輝度データとし、予め黒体炉で測定した輝度と温度との対応関係を用いて輝度データを温度データに変換し、これにより、ステンレス溶鋼の液面温度を連続的に測温した。本実施例による測温結果の精度を評価するために、サブランスを用いた従来のバッチ測温も併せて実施した。さらに、カメラユニット２６のハウジング３８内に温度センサを設け、炉上待機中におけるハウジング３８内の雰囲気温度および炉内挿入中におけるハウジング３８内の雰囲気温度も測定した。

【００４６】

図７は、転炉内測温設備５０によるステンレス溶鋼の測温結果を示すグラフである。図７において、横軸は経過時間（min）であり、縦軸はステンレス溶鋼温度（℃）である。図７に示した黒丸はバッチ測温により測定された温度データを示し、数値はその温度を示す。図７に示すように、バッチ測温により測温された温度と、転炉内測温設備５０により測温された温度は一致した。この結果から、転炉内測温設備５０を用いて、底吹き酸素

により約1500℃まで昇熱したステンレス溶鋼の液面の温度を連続的に測定できることが確認された。

【0047】

図8は、ハウジング内の雰囲気温度を示すグラフである。図8において、横軸は経過時間（min：sec）であり、縦軸はハウジング内雰囲気温度（℃）である。図8に示すように、炉上待機中から炉内挿入中にかけて、ハウジング38内の温度は常温程度に保たれることが確認された。

【0048】

転炉での吹錬プロセス終了後に、上吹きランス52からランスチップ12を取り外し、収容部32に設けられたカメラユニット26を確認した所、カメラユニット26が正常に動作することが確認された。この結果から、本実施形態に係る転炉測温設備50では、1500℃のステンレス溶鋼を測温したとしても、イメージセンサ40およびレンズ42を常温程度に保つことができ、ステンレス溶鋼の加熱によるカメラユニット26の破損を防止できることが確認された。

【符号の説明】

【0049】

- | | | |
|-----|-----------------|----|
| 10 | 転炉内測温設備 | |
| 12 | ランスチップ | |
| 14 | サブランス | |
| 16 | 窒素ガス流れ | 20 |
| 18 | 冷却水流れ | |
| 20 | 窒素ガス供給装置 | |
| 22 | 中継器 | |
| 24 | 演算装置 | |
| 26 | カメラユニット | |
| 28 | 表示装置 | |
| 30 | ランスチップ本体 | |
| 32 | 収容部 | |
| 34 | 周孔 | |
| 36 | 冷却水路 | 30 |
| 38 | ハウジング | |
| 40 | イメージセンサ | |
| 42 | レンズ | |
| 44 | 輻射熱遮断フィルター | |
| 46 | 固定リング | |
| 48 | バッテリー | |
| 50 | 転炉内測温設備 | |
| 52 | 上吹きランス | |
| 54 | 切り替え装置 | |
| 56 | 窒素ガス流れまたは酸素ガス流れ | 40 |
| 100 | 転炉 | |
| 102 | 溶鉄 | |
| 104 | 上吹きランス | |
| 106 | 底吹き羽口 | |
| 110 | 冷却水供給装置 | |
| 112 | 酸素ガス供給装置 | |
| 114 | スラグ | |

【要約】

転炉内の溶鉄温度を連続的に測定できる転炉内測温装置に用いられるランスチップを提供する。

10

20

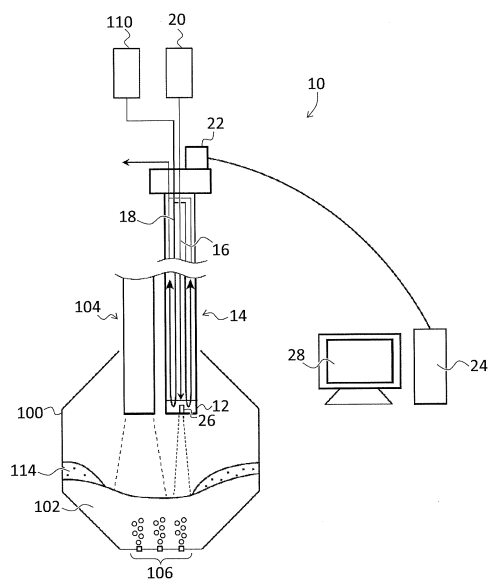
30

40

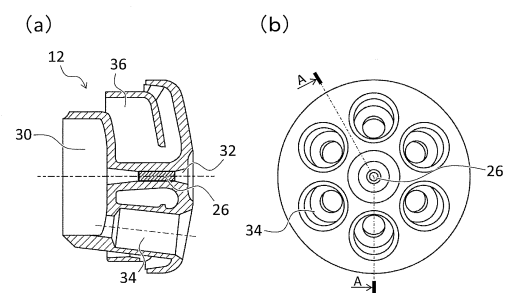
50

転炉内に挿入されるランスのランスチップであって、ランスチップは、円筒状のランスチップ本体と、カメラユニットとを有し、ランスチップ本体には、収容部と、前記転炉内の溶鉄に吹き付けられるガスが通過する周孔と、前記収容部の周囲を囲むように配された冷却水路とが設けられ、カメラユニットは、前記溶鉄を撮影して画像データを生成するイメージセンサと、レンズと、輻射熱遮断フィルターとを有し、カメラユニットは前記収容部に設けられる。

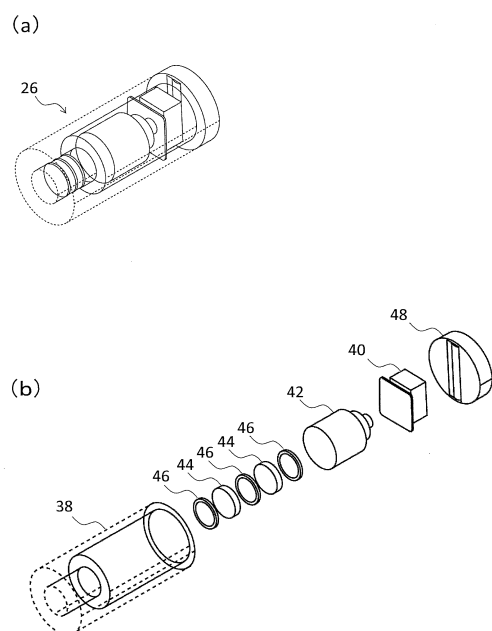
【図 1】



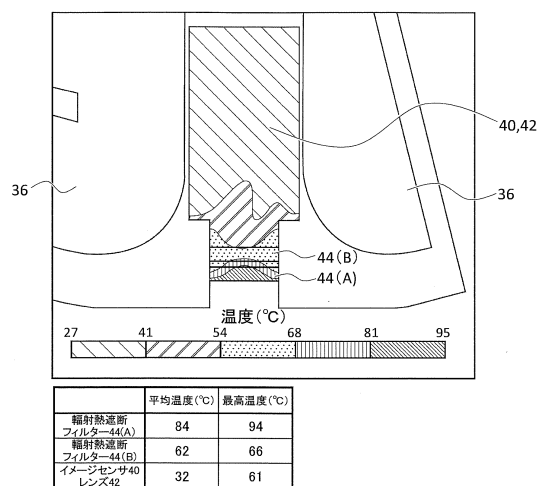
【図 2】



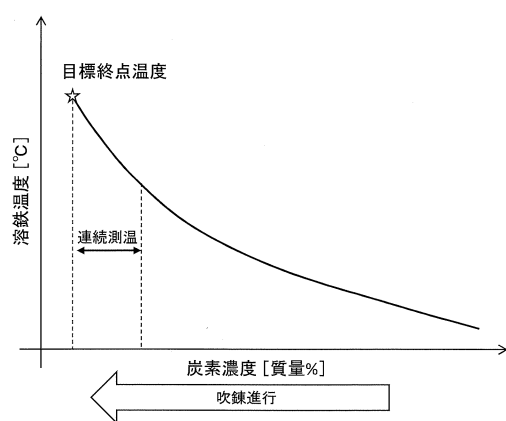
【図 3】



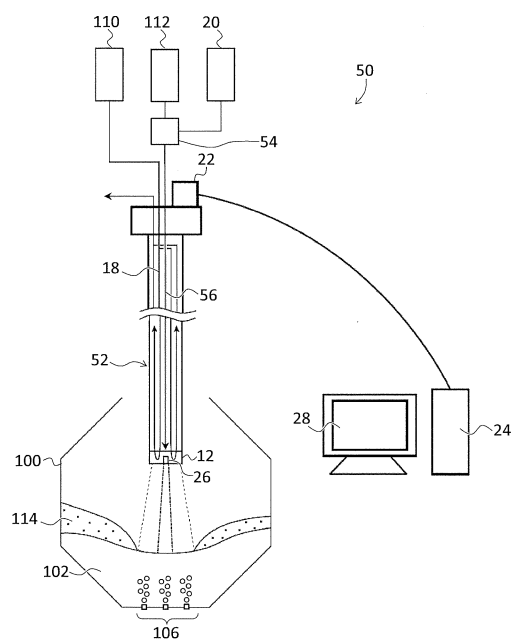
【図 4】



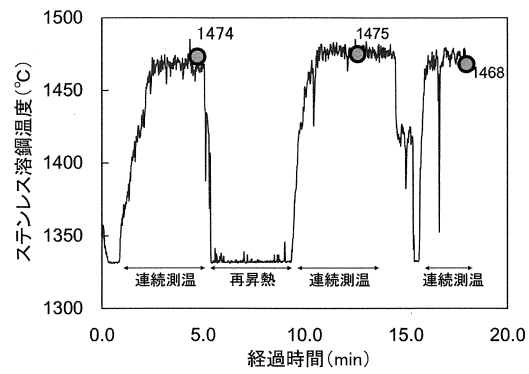
【図 5】



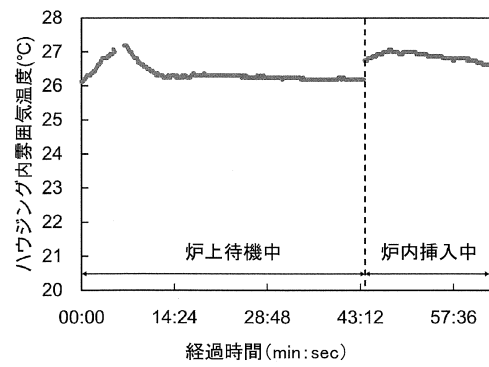
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 矢加部 正嗣
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 國方 康伸

(56)参考文献 特開昭63-317614 (JP, A)
実開昭58-68945 (JP, U)
特開2005-315779 (JP, A)
特開2015-67875 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C21C 1/00- 7/10
C21B 7/00- 9/16