

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6848652号  
(P6848652)

(45) 発行日 令和3年3月24日(2021.3.24)

(24) 登録日 令和3年3月8日(2021.3.8)

(51) Int. Cl.	F 1	
<b>GO 1 B 21/20 (2006.01)</b>	GO 1 B 21/20	D
<b>GO 1 B 11/24 (2006.01)</b>	GO 1 B 11/24	B
<b>GO 1 B 11/06 (2006.01)</b>	GO 1 B 11/06	H
<b>C 2 1 C 5/46 (2006.01)</b>	C 2 1 C 5/46	C
<b>F 2 7 D 1/00 (2006.01)</b>	F 2 7 D 1/00	V

請求項の数 3 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-88035 (P2017-88035)	(73) 特許権者	000006655 日本製鉄株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
(22) 出願日	平成29年4月27日(2017.4.27)	(74) 代理人	110000637 特許業務法人樹之下知的財産事務所
(65) 公開番号	特開2018-185253 (P2018-185253A)	(72) 発明者	外園 義弘 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
(43) 公開日	平成30年11月22日(2018.11.22)	(72) 発明者	渡辺 務 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
審査請求日	令和1年12月4日(2019.12.4)	(72) 発明者	窪田 泰大 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】 転炉耐火物プロフィール測定装置及び転炉耐火物プロフィール測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

転炉の耐火物炉内側表面形状（以下「耐火物プロフィール」という。）を測定する装置であって、

転炉からの出鋼時に転炉炉口が傾転する側（以下「炉裏側」という。）の炉床よりも上方の建屋構築物に固定された架台と、2次元の撮像範囲の各撮像部位において撮像対象までの距離を計測することのできる形状測定装置（以下「プロフィールメーター」という。）と、前記架台に接続された移動装置であって、移動台車をレールに沿って前進後退させることによって前記プロフィールメーターを前進位置と後退位置との間で移動させる移動装置とを有し、

前記前進位置は、転炉の炉口を炉裏側に傾転したときに前記プロフィールメーターによって炉口を通して転炉炉内の耐火物炉内側表面形状の一部又は全部を観察可能な位置であって、前進位置は後退位置よりもプロフィールメーターと炉口との距離が近接する位置であることを特徴とする転炉耐火物プロフィール測定装置。

【請求項2】

前記後退位置は、転炉の炉口を炉裏側に傾転したときに前記プロフィールメーターによって炉口を通して転炉炉内の耐火物炉内側表面形状の一部を観察可能な位置であることを特徴とする請求項1に記載の転炉耐火物プロフィール測定装置。

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載の転炉耐火物プロフィール測定装置を用いた転炉耐火物プ

ロフィール測定方法であって、

異なった2つのタイミングにおいて、転炉炉口を炉裏側に傾転し、前記前進位置と後退位置の一方又は両方において前記プロフィールメーターを用いて転炉の耐火物プロフィールを計測し、2つのタイミングの耐火物プロフィールを対比することによって2つのタイミング間での耐火物の厚み増減量を評価することを特徴とする転炉耐火物プロフィール測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、転炉の耐火物炉内側表面形状（耐火物プロフィール）を測定するための転炉耐火物プロフィール測定装置及び転炉耐火物プロフィール測定方法に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

溶鉄をはじめとする熔融金属を精錬するための転炉は、鉄皮で形成され炉頂部に炉口を有する容器に耐火物が内張され、傾動軸まわりに傾動可能に設けられている。溶鉄の精錬においては、まず炉口から溶銑やスクラップを装入する。転炉炉口を溶銑装入側（以下「炉前側」という。）に傾動し、スクラップシュートからスクラップを、溶銑鍋から溶銑を、いずれも炉口を経由して炉内に装入する。次いで、炉を直立（炉口が真上となる位置）として純酸素上吹き精錬を行う。上底吹き転炉では底吹きも行う。精錬が完了すると、転炉を炉前側と反対側に傾転し、転炉の炉腹に設けた出鋼口を通して溶鋼を出鋼する。出鋼時に転炉炉口が傾転する側を炉裏側と呼ぶ。原料（スクラップ・溶銑）の装入から、送酸精錬（吹錬）を経て出鋼・排滓に至るまでの1サイクルを、ここでは「ヒート」と呼ぶ。

20

【0003】

転炉精錬中においては、溶鉄中の不純物を精錬除去するために、溶鉄表面に熔融スラグを形成し、酸素吹きによって溶鉄が激しく攪拌する。また、上底吹き転炉においては、炉底に底吹き羽口が設けられている。転炉炉内に構築された耐火物は、攪拌する溶鉄の高温にさらされ、また形成された熔融スラグとの反応によって表面が損耗し、さらに底吹き羽口付近の耐火物は底吹きに起因して損耗が進行する。

【0004】

転炉の内張り耐火物は、一般に鉄皮に近い側のパーマ煉瓦、炉内側のウェア煉瓦の2層で構築される。ウェア煉瓦の損耗が進行すると、最終的にはウェア煉瓦を全面的に張り替えることとなる。耐火物損耗が局所的に進行している場合には、損耗が進行している部位について、吹き付け耐火物を吹き付けることによって損耗を補修する。耐火物炉内側表面のうち、損耗が進行している部位とその損耗量を的確に把握することができれば、当該部位について吹き付け補修で耐火物厚さを確保するとともに、局部的損耗が生じる原因を突き止めて恒久的な対策を検討することも可能となり、転炉の耐火物寿命を延長することができる。

30

【0005】

特許文献1においては、耐火物を転炉における基準点を含んで撮像し、耐火物のプロフィールを算出する方法が開示されている。該撮像は、同一対象に対して撮影角度を異にした複数の画像を撮像するもの（3Dカメラ）であり、いわゆるステレオ写真方式とすることができる。同文献では、転炉の近傍にデジタル式の3Dカメラを、三脚を用いて設置するとしている。転炉の炉口近傍に3つの基準点を設け、基準点に基づいて3次元の座標を定めることにより、異なったタイミングで撮像したプロフィールを対応させている。また特許文献2においては、熔融金属用容器におけるウェア層の残厚測定方法であって、パーマ層の位置情報を予め測定して基準とする工程と、ウェア層の位置情報を測定し、予め測定されたパーマ層の位置情報と比較することにより、ウェア層の残厚を求める工程を含む方法が開示されている。位置情報測定手段として、レーザー式距離計が用いられている。

40

【先行技術文献】

50

## 【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-68982号公報

【特許文献2】特開2014-142152号公報

## 【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

転炉精錬は、原料装入、吹錬、出鋼・排滓のサイクル（ヒート）を繰り返すことで溶鋼生産を行っている。転炉内張り耐火物の健全性を確保して耐火物寿命を保つためには、できるだけ多くのタイミングで、耐火物プロフィールを計測することが好ましい。各ヒートに1回、耐火物プロフィール測定が行えれば最も好ましい。一方、溶鋼生産量の最大化を要請されている場合には、耐火物プロフィール測定のために転炉の生産を中断することは好ましくない。

10

【0008】

これに対して特許文献1に記載の方法では、3Dカメラを三脚を用いて所定の位置に設置し、転炉の炉口を通して3Dカメラが炉内を撮影できるように転炉を傾転し、撮像を行う必要がある。そのため、耐火物プロフィール測定のために転炉の稼働を中断することが必須となり、転炉の生産性を低下させる要因となっていた。

【0009】

また従来は、測定のタイミング毎に、転炉と3Dカメラとの相対位置、相対角度が変動するため、転炉の炉口近傍に3つの基準点を設け、基準点に基づいて3次元の座標を定めることが必須であった。転炉の炉口近傍は、吹錬中のスラグ吹き出しなどのためにスラグや地金が付着しやすく、3Dカメラで常に認識可能に基準点を保持することが困難となることがあった。

20

【0010】

本発明は、転炉精錬のサイクルタイム中断をなくすか極力少なくするとともに、転炉炉口付近に基準点を設ける必要のない、転炉耐火物プロフィール測定装置及び転炉耐火物プロフィール測定方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

即ち、本発明の要旨とするところは以下のとおりである。  
 (1) 転炉の耐火物炉内側表面形状（以下「耐火物プロフィール」という。）を測定する装置であって、

30

転炉からの出鋼時に転炉炉口が傾転する側（以下「炉裏側」という。）の炉床よりも上方の建屋構築物に固定された架台と、2次元の撮像範囲の各撮像部位において撮像対象までの距離を計測することのできる形状測定装置（以下「プロフィールメーター」という。）と、前記架台に接続された移動装置であって、移動台車をレールに沿って前進後退させることによって前記プロフィールメーターを前進位置と後退位置との間で移動させる移動装置とを有し、

前記前進位置は、転炉の炉口を炉裏側に傾転したときに前記プロフィールメーターによって炉口を通して転炉炉内の耐火物炉内側表面形状の一部又は全部を観察可能な位置であって、前進位置は後退位置よりもプロフィールメーターと炉口との距離が近接する位置であることを特徴とする転炉耐火物プロフィール測定装置。

40

(2) 前記後退位置は、転炉の炉口を炉裏側に傾転したときに前記プロフィールメーターによって炉口を通して転炉炉内の耐火物炉内側表面形状の一部を観察可能な位置であることを特徴とする上記(1)に記載の転炉耐火物プロフィール測定装置。

(3) 上記(1)又は(2)に記載の転炉耐火物プロフィール測定装置を用いた転炉耐火物プロフィール測定方法であって、

異なった2つのタイミングにおいて、転炉炉口を炉裏側に傾転し、前記前進位置と後退位置の一方又は両方において前記プロフィールメーターを用いて転炉の耐火物プロフィー

50

ルを計測し、2つのタイミングの耐火物プロフィールを対比することによって2つのタイミング間での耐火物の厚み増減量を評価することを特徴とする転炉耐火物プロフィール測定方法。

【発明の効果】

【0012】

本発明の転炉耐火物プロフィール測定装置及び転炉耐火物プロフィール測定方法により、転炉精錬のサイクルタイム中断をなくすか極力少なくするとともに、転炉炉口付近に基準点を設けることなく、転炉の耐火物炉内側表面形状（耐火物プロフィール）を測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の転炉耐火物プロフィール測定装置と転炉の位置関係を示す側面図である。

【図2】本発明の転炉耐火物プロフィール測定装置と転炉の位置関係を示す側面断面図であり、プロフィールメーターが前進位置（A）、後退位置（B）にある場合を示す。

【図3】本発明の転炉耐火物プロフィール測定装置におけるアーム位置を示す図であり、（A）は側面図、（B）はB-B矢視正面図である。

【図4】本発明の転炉耐火物プロフィール測定装置におけるアーム位置を示す図であり、（A）は側面図、（B）はB-B矢視正面図である。

【図5】本発明の転炉耐火物プロフィール測定装置と周辺設備との位置関係を示す図であり、（A）は側面図、（B）は正面図である。

【図6】本発明の転炉耐火物プロフィール測定装置を用いた耐火物プロフィールの測定状況を示す側面断面図であり、プロフィールメーターが前進位置（A）、後退位置（B）にある場合を示す。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図1～図6に基づいて本発明の説明を行う。

本発明は、転炉11の耐火物炉内側表面17の形状（耐火物プロフィール）を測定するに際し、2次元の撮像範囲の各撮像部位において撮像対象までの距離を計測することのできる形状測定装置（プロフィールメーター8）を用いる。

【0015】

転炉11を直立したときの垂直方向軸を炉軸18と呼ぶ。通常の転炉11は、炉軸18に垂直な断面において炉軸18を中心とする同心円を描いた形状となる。また転炉11は、傾動軸19まわりに傾動可能に設けられている。炉軸18と傾動軸19は相互に直角に設けられる。炉軸18と傾動軸19の交点を炉体原点39と呼ぶ。

【0016】

建屋内において、転炉11の周囲は、ほぼ傾動軸19と同じ高さに床が設けられており、ここでは炉床21と呼ぶ。転炉11を傾転してスクラップや溶銑を装入する側（炉前側31）については、溶銑を収容した溶銑鍋を天井クレーンで吊り上げ、溶銑鍋から転炉内に溶銑を装入する作業が行われるため、炉前側31の炉床21は広い空間となり、炉床の上方についても、天井クレーン走行位置まで高い空間が確保されている。一方、転炉炉口を傾転して溶鋼を出鋼する側（炉裏側32）については、炉床21のすぐ上部に天井と次の階の床構造物が形成され、建屋構築物22を形成している。転炉を炉裏側32に90°傾転すると、通常、転炉11の炉軸18は炉床21よりも若干高い位置に配置され、炉床21と平行に位置することになる。炉軸18と垂線との間の角度を転炉傾動角度とする。転炉11が炉裏側に傾転したときの転炉傾動角度を正の値とする。

【0017】

本発明は、転炉の耐火物プロフィールを測定するためのプロフィールメーター8を配置するに際し、炉裏側32の建屋構築物22に固定された架台2と、架台2に接続された移動装置3であって、プロフィールメーター8を前進位置33と後退位置34との間で移動

10

20

30

40

50

させる移動装置3とを有することを特徴とする。架台2を固定するための建屋構築物22としては、炉裏側32の炉床21からみて天井位置となる部位の鉄骨構造部分を用いることができる。架台2とプロフィールメーター8との間に配置する移動装置3は、例えば架台2側に設けたレール4上を移動台車5が直線的に前進後退する機構を採用することができる。移動台車5にアーム7を設け、アーム7の先端にプロフィールメーター8を配置することができる。移動台車5をレール4上で前進後退させることにより、プロフィールメーター8を前進位置33と後退位置34のそれぞれに配置することができる。図1では、前進位置33を実線、後退位置34を2点鎖線で示している。このように、建屋構築物22に固定した架台2を用い、架台2とプロフィールメーター8との間を移動装置3で接続しているので、前進位置33、後退位置34ともに、プロフィールメーター8を常に同一位置に精度良く停止することができる。

10

#### 【0018】

図1、図2(A)によって、プロフィールメーター8の配置位置である前進位置33について説明する。通常の転炉断面における耐火物炉内側表面形状は、炉底部13、円筒状の炉腹部14、炉口12に向かって幅すぼまりとなる炉上部15から形成される。炉口12の外側からプロフィールメーター8によって炉内部を観察するに際し、プロフィールメーター8から炉口12までの距離が遠すぎると、炉上部15の耐火物炉内側表面17が炉口12に隠れて観察することができない。さらに炉口12からの距離が遠ざかると、炉腹部14の耐火物炉内側表面17も炉口12に隠れて見えなくなる。従って、プロフィールメーター8の前進位置33において、炉上部15の耐火物炉内側表面17まで観察しようとすると、できるかぎりプロフィールメーター8を炉口12に近づけた位置にする必要がある。

20

#### 【0019】

転炉11を炉裏側に90°傾転したとき(=90°)(以下「90°傾転位置38」と呼ぶ。)、炉床21と平行に水平に伸びる炉軸18の方向にプロフィールメーター8が配置されるように、前進位置33を定めると好ましい。さらに上述のように、前進位置33においてはプロフィールメーター8をできるかぎり炉口12に近づけると好ましい。炉裏側32の炉床上部空間と転炉との間には、防護壁23が設けられている。転炉炉口12を炉裏側32に傾転したときの炉内からの輻射熱を防護壁23によって防ぐことができる。防護壁23は通常窓24を設け、窓24は開閉可能に設けられる。プロフィールメーター8の前進位置33においては、防護壁23の窓24を開の位置とするとともに、プロフィールメーター8が防護壁23配置位置まで転炉の炉口12に近づいた位置とすると好ましい。これにより、転炉11の炉上部15の耐火物炉内側表面17までプロフィールメーター8の撮像範囲43とし、観察することが可能となる(図2(A))。図2(A)では上下方向40の撮像範囲43を示しているが、左右方向(傾動軸方向42)についても同様の撮像範囲43を有している。防護壁23配置位置よりもさらに炉口12に近い位置まで前進すると、転炉上部空間からの落下物の通過位置となるので好ましくない。

30

#### 【0020】

以上のように、プロフィールメーター8の前進位置33は、転炉の炉口12を炉裏側32に傾転したときにプロフィールメーター8によって炉口12を通して転炉炉内の耐火物炉内側表面17形状の一部又は全部を観察可能な位置とする。

40

#### 【0021】

また上述のように、プロフィールメーター8の前進位置33は、炉口12にできるだけ近づける必要から、炉裏側32の防護壁23の窓24を開いた状態で配置可能な位置となることから、防護壁23の窓24を閉じるためには、プロフィールメーター8が後退して転炉11から遠ざかる位置に待避する必要がある。本発明では、移動装置3によってプロフィールメーター8を移動可能であり、前進位置33は後退位置34よりもプロフィールメーター8と炉口12との距離が近接する位置とする。これにより、プロフィールメーター8を後退位置34に配置すれば(図1の2点鎖線部参照)、防護壁23の窓24を閉とすることができる。

50

## 【 0 0 2 2 】

本発明において好ましくは、プロフィールメーター 8 の後退位置 3 4 においても転炉炉内の耐火物プロフィールを測定可能とする（図 2（B））。炉裏側 3 2 の防護壁 2 3 に設けた窓 2 4 を開くことにより、後退位置 3 4 からでも炉内の一部を観察可能とすることができる。防護壁 2 3 の窓 2 4 を開としたとき、プロフィールメーター 8 を後退位置 3 4 に配置し、かつ転炉を 90°傾転位置 3 8 とし、窓 2 4 を通じてプロフィールメーター 8 の撮像範囲 4 3 として少なくとも転炉 1 1 の炉底部 1 3 が観察可能となるように窓 2 4 を設けると好ましい。これにより、防護壁 2 3 の窓 2 4 を通じて転炉炉壁一部の耐火物プロフィールが測定可能となる。例えば、転炉出鋼中、転炉傾動角度が 90°となったタイミングをとらえ、防護壁 2 3 の窓 2 4 を開き、後退位置 3 4 に配置したプロフィールメーター 8 で炉内を観察することにより、炉底部 1 3 の耐火物プロフィールを測定することができる。このような測定が可能になるので、転炉のサイクルタイムに一切影響を及ぼすことなく、少なくとも転炉の炉底部 1 3 について、1 ヒートに 1 回の耐火物プロフィール測定が可能となる。

10

## 【 0 0 2 3 】

プロフィールメーター 8 の前進位置 3 3、後退位置 3 4 の両方で耐火物プロフィール測定を行うためには、前進位置 3 3、後退位置 3 4 とともに、90°傾転位置 3 8 における炉軸 1 8 上にプロフィールメーター 8 を設けると好ましい。このとき、前進位置 3 3 と後退位置 3 4 との間の移動経路は、90°傾転位置 3 8 における炉軸 1 8 と一致することとなる。

20

## 【 0 0 2 4 】

本発明は、プロフィールメーター 8 を建屋構築物 2 2 に接続する構造としているので、プロフィールメーター 8 の前進位置 3 3、後退位置 3 4 における位置再現性は、前後左右上下いずれも ± 1 mm 以内とすることができる。また、任意の傾動角度で転炉を停止したときの、実際の傾動角度と計測した傾動角度との間の誤差についても、± 0.1°以内とすることができる。これにより、転炉の耐火物炉内側表面形状（耐火物プロフィール）における耐火物厚み方向での測定精度を、炉底部 1 3 で ± 7 mm、炉腹部 1 4 で ± 7 mm、炉上部 1 5 で ± 10 mm に維持することが可能となる。

## 【 0 0 2 5 】

本発明は以上のように、耐火物プロフィール測定時における転炉 1 1 とプロフィールメーター 8 との位置関係を、角度を含めて再現性良く配置することができるので、特許文献 1 に記載の方法と相違し、転炉炉口近傍に設けた 3 つの基準点を用いる必要がない。一方、前進位置 3 3、後退位置 3 4 におけるプロフィールメーター 8 の配置位置が予定位置であることを確認する意味において、撮像範囲内のいずれかの固定点を基準点として用いることは好ましい。

30

## 【 0 0 2 6 】

本発明で用いるプロフィールメーター 8 については、2次元の撮像範囲 4 3 の各撮像部位において撮像対象までの距離を計測することのできる形状測定装置であればいずれの形式であっても良い。例えば、ステレオ写真方式、即ち、撮影方向に垂直な方向に所定の距離で離れた 2 つの撮影系を設け、同一対象に対して撮影角度を異にした複数の画像を撮像するものを用いることができる。また、レーザー、マイクロ波、超音波等を利用する各種距離計であって、2次元の撮像範囲の各撮像部位までの距離を計測できる距離計を用いることもできる。レーザー式距離計であれば、光源からレーザービームを撮影対象に照射し、撮像範囲内においてレーザービームの照射方向をスキャンすることにより、2次元の範囲を計測することができる。レーザービームの反射光を受光器で受光し、レーザーの照射から反射光の受光までに要する時間を計測して距離を測定する。ここで 2次元の撮像範囲 4 3 とは、上下方向 4 0 と左右方向（傾動軸方向 4 2）の両方向に撮像範囲を有していることを意味する。

40

## 【 0 0 2 7 】

転炉炉裏側 3 2 の炉床 2 1 の上部空間は、種々の作業を行う空間でもある。転炉出鋼終

50

了時のスラグ流出を低減するため、スラグダーツ 25 を用いることがある（図 5 参照）。スラグダーツ 25 を炉内に投入するに際しては、スラグダーツ投入装置 26 が炉裏側 32 の炉床上部空間に配置される。本発明の耐火物プロフィール測定装置 1 は、測定を行わない待機時期においては、炉床上の諸作業を妨害しないように収納されていると好ましい。例えば、移動装置 3 とプロフィールメータ 8 とを接続するアーム 7 について、移動装置 3 付近の回転軸 6 を中心に回転可能に設け、待機時期においては、図 3 の実線で示すように、アーム 7 とプロフィールメータ 8 の両方が移動装置付近の待機位置 37 に収納される。そして耐火物プロフィール測定時には、図 3 の 2 点鎖線部で示すように、アーム 7 を回転して測定位置 35 とする。図 3 では後退位置 34 に配置されている。さらに図 4 で示すように、後退位置 34（実線）から、前進位置 33（2 点鎖線）にプロフィールメータ 8 を移動することができる。

10

**【0028】**

上記本発明の転炉耐火物プロフィール測定装置を用いた転炉耐火物プロフィール測定方法においては、異なった 2 つのタイミングにおいて、転炉炉口 12 を炉裏側 32 に傾転し、前進位置 33 と後退位置 34 の一方又は両方においてプロフィールメータ 8 を用いて転炉の耐火物プロフィールを計測し、2 つのタイミングの耐火物プロフィールを対比することによって 2 つのタイミング間での各部位の耐火物の厚み増減量を評価することができる。上記異なった 2 つのタイミングとしては、例えば第 1 のタイミングを、転炉耐火物のウェア煉瓦を築造した直後のタイミングとし、第 2 のタイミングを、転炉稼働中の任意のタイミングとする。炉裏側 32 の転炉傾動角度としては、90°傾転位置 38 を用いることができる。第 1 のタイミングと第 2 のタイミングにおける耐火物プロフィールの測定結果を対比することにより、ウェア煉瓦築造直後と対比して、第 2 のタイミング時における各部位の耐火物厚み増減量を評価することができる。図 2 に示す耐火物 16 の炉内側表面 17 は、転炉耐火物のウェア煉瓦を築造した直後の状況を示す。図 6 においては、第 1 のタイミングにおける転炉耐火物のウェア煉瓦を築造した直後の耐火物の炉内側表面 17 a を 2 点鎖線、第 2 のタイミングにおける転炉稼働中の耐火物の炉内側表面 17 を実線で示している。なお、ウェア煉瓦築造時の耐火物プロフィールについては、プロフィールメータ 8 を用いた測定に替えて、煉瓦築造図面から読み取った耐火物プロフィールを用いることとしても良い。

20

**【0029】**

本発明において、プロフィールメータ 8 によって耐火物プロフィールを測定するに際し、転炉傾動角度 を 90° とすると好ましいが、90° 以外の角度であっても良い。= 90° ± 15° の範囲であれば、測定を行うことができる。また、異なった 2 つのタイミングで計測するに際し、両者が同じ転炉傾動角度であると好ましいが、異なった転炉傾動角度 であってもかまわない。ただし、いずれの転炉傾動角度 であっても、転炉傾動角度 の実績値を ± 0.1° の精度で正確に計測できることが必要である。

30

**【0030】**

前進位置 33 におけるプロフィールメータ 8 の配置位置は、傾転した転炉 11 の炉軸 18 と交わる位置であることが好ましいが、炉軸 18 から離れていても計測は可能である。炉軸からの距離が ± 300 mm の範囲であれば十分に計測することができる。また、異なった 2 つのタイミングで計測するに際し、プロフィールメータ 8 の位置が同一であると好ましいが、異なった位置に配置してもかまわない。ただし、いずれの位置についても、プロフィールメータ 8 の位置が ± 1 mm の精度で正確に計測できることが必要である。

40

**【0031】**

前進位置におけるプロフィールメータの撮像中心方向については、炉軸 18 に平行であることが好ましいが、平行から外れていても良い。また、異なった 2 つのタイミングで計測するに際し、プロフィールメータの撮像中心方向が異なっても良い。

**【0032】**

50

後退位置 3 4 においても耐火物プロフィールを計測する場合、転炉傾動角度、プロフィールメーター 8 の配置位置、プロフィールメーター 8 の撮像中心方向に関して、上記前進位置 3 3 と同様の配慮が必要となる。

【実施例】

【0033】

300 トン上底吹き転炉において、本発明を適用した。当該転炉 1 1 は、炉裏側 3 2 への 90° 傾転位置 3 8 において、炉軸 1 8 が炉床 2 1 の上方 1 3 0 0 mm の位置となる。炉裏側 3 2 の炉床上の空間と転炉 1 1 との間には、防護壁 2 3 が設けられている。また防護壁 2 3 には、開閉可能な窓 2 4 が設けられている（図 1 参照）。

【0034】

炉裏側 3 2 の炉床 2 1 からみて天井位置となる部位の鉄骨構造部分（建屋構築物 2 2）に、本発明の架台 2 を固定した。また、架台 2 に移動装置 3 を設けた。移動装置 3 は、架台 2 側に設けたレール 4 上を移動台車 5 が直線的に前進後退する機構を採用している。移動台車 5 には、回動軸 6 を経由してアーム 7 を設け、アーム 7 の先端にプロフィールメーター 8 を配置している。アーム 7 は、電動シリンダーによって回動軸 6 まわりに回動できる。アーム 7 を回動軸 6 まわりに回動することにより、アーム 7 を測定位置 3 5 と待機位置 3 7 の間で移動することができる（図 3、図 5 参照）。測定位置 3 5 と待機位置 3 7 の間に、準備位置 3 6 を有している（図 5 参照）。アーム 7 が測定位置 3 5 にあるとき、移動装置 3 の移動により、プロフィールメーター 8 を前進位置 3 3 と後退位置 3 4 に配置することができる（図 4 参照）。前進位置 3 3、後退位置 3 4 とともに、プロフィールメーター 8 は、90° 傾転位置 3 8 における炉軸 1 8 に沿った位置に配置される。90° 傾転位置 3 8 における転炉の炉口 1 2 先端部とプロフィールメーター 8 との間の距離は、前進位置 3 3 において 1 4 0 0 mm、後退位置 3 4 において 4 2 0 0 mm となる。

【0035】

プロフィールメーター 8 として、レーザー距離計方式の市販のものをを用いた。撮像範囲は、上下方向 40、左右方向（傾動軸方向 42）とともに 110° の範囲である。前進位置 3 3 において、炉口 1 2 を通して炉内の耐火物表面の全体を観察することができる。一方、後退位置 3 4 において、防護壁 2 3 に設けた窓 2 4 を通して上下方向・左右方向ともに 25° の範囲を観察可能であり、炉底部 1 3 の全体を観察することができる。

【0036】

プロフィールメーター 8 の停止位置精度は、前後左右上下いずれも ± 1 mm 以内であり、転炉傾動時の実際の傾動角度と計測した角度との誤差は ± 0.1° 以内である。そのため、何ら基準点を設けることなく、炉内の耐火物プロフィールを、耐火物の厚み方向に、炉底部 1 3 で ± 7 mm、炉腹部 1 4 で ± 7 mm、炉上部 1 5 で ± 10 mm の精度で測定することができる。

【0037】

図 5 に示すように、アーム 7 を待機位置 3 7（2 点鎖線）とすると、炉裏側 3 2 の炉床 2 1 上で行われる通常の作業を支障なく行うことができる。準備位置 3 6（実線）においては、出鋼中の作業であるスラグダーツ 2 5 を炉内溶鋼表面に投入する作業を行うことができる。測定位置 3 5（2 点鎖線）では、スラグダーツ投入作業を行うことができない。本実施例では、アーム 7 を準備位置 3 6 に配置し、転炉出鋼中においてアーム 7 を準備位置 3 6 から測定位置 3 5（後退位置 3 4）に移動し、90° 傾転位置 3 8 のタイミングでプロフィールメーター 8 によって炉底部 1 3 の撮像を行い（図 2（B））、直ちにアーム 7 を測定位置 3 5 から準備位置 3 6 に戻すまでの全作業を 60 秒以内に完了することができる。そのため、90° 傾転位置 3 8 でプロフィールの測定を行って準備位置まで戻った後に、出鋼終了時のスラグダーツ投入作業を何ら遅滞なく行うことができる。以上のとおりであるから、プロフィールメーター 8 を後退位置 3 4 に配置して転炉炉底部 1 3 のプロフィールを計測するに際しては、転炉出鋼作業中に作業を行い、転炉のサイクルタイムに何ら影響を及ぼすことなく測定を完了することができる。

【0038】

転炉の出鋼と排滓が終了し、次ヒートの原料装入までに若干の時間を割くことが可能であるタイミングをとらえ、プロフィールメーター 8 を前進位置 3 3 に配置した測定を行う。排滓完了後に転炉 1 1 を炉裏側の 90°傾転位置 3 8 に傾動し、炉裏側 3 2 の防護壁 2 3 の窓 2 4 を開とし、プロフィールメーター 8 を前進位置 3 3 に配置する(図 2 (A))。この状態で撮像を行うことにより、炉内の耐火物表面の全体を撮像範囲 4 3 とし、耐火物プロフィールを計測することが可能である。出鋼と排滓を終了しているため、耐火物表面が溶鋼やスラグで覆われておらず、すべての表面が露出しており、撮像が可能である。このような測定を行う場合でも、転炉のサイクルタイムに及ぼす影響はせいぜい 2 分以内に抑えることができる。

#### 【 0 0 3 9 】

まず、転炉のウェア煉瓦を築造した直後の耐火物プロフィールを、本発明装置によって測定し(図 2 (A))、初期プロフィールとして記録する。次に、転炉のヒート毎の出鋼時に、プロフィールメーター 8 を後退位置 3 4 に配置した上で炉底部 1 3 の耐火物プロフィールを測定する(図 6 (B))。初期プロフィールとの耐火物厚み差を算出し、耐火物損耗量として 2 次元マップ上に表示した。さらに、10 ヒートに 1 回の割合で、防護壁 2 3 の窓 2 4 を開き、プロフィールメーター 8 を前進位置 3 3 に配置した上で炉内の全表面について耐火物プロフィールを測定し(図 6 (A))、同じく初期プロフィールとの耐火物厚み差を算出し、耐火物損耗量として 2 次元マップ上に表示した。

#### 【 0 0 4 0 】

表示されたマップ上において、耐火物損耗量が部分的に進行している部位が見出された場合には、当該進行している部位について集中的に、補修用の耐火物を吹き付けることによって補修を行い、損耗の進行を抑えることができた。損耗が進行していない部位への無駄な耐火物吹き付けを防止できるので、補修用耐火物の使用原単位を削減した上で、必要な耐火物寿命を確保することができた。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 4 1 】

- 1 転炉耐火物プロフィール測定装置
- 2 架台
- 3 移動装置
- 4 レール
- 5 移動台車
- 6 回動軸
- 7 アーム
- 8 プロフィールメーター
- 1 1 転炉
- 1 2 炉口
- 1 3 炉底部
- 1 4 炉腹部
- 1 5 炉上部
- 1 6 耐火物
- 1 7 炉内側表面
- 1 8 炉軸
- 1 9 傾動軸
- 2 0 出鋼口
- 2 1 炉床
- 2 2 建屋構築物
- 2 3 防護壁
- 2 4 窓
- 2 5 スラグダーツ
- 2 6 スラグダーツ投入装置

10

20

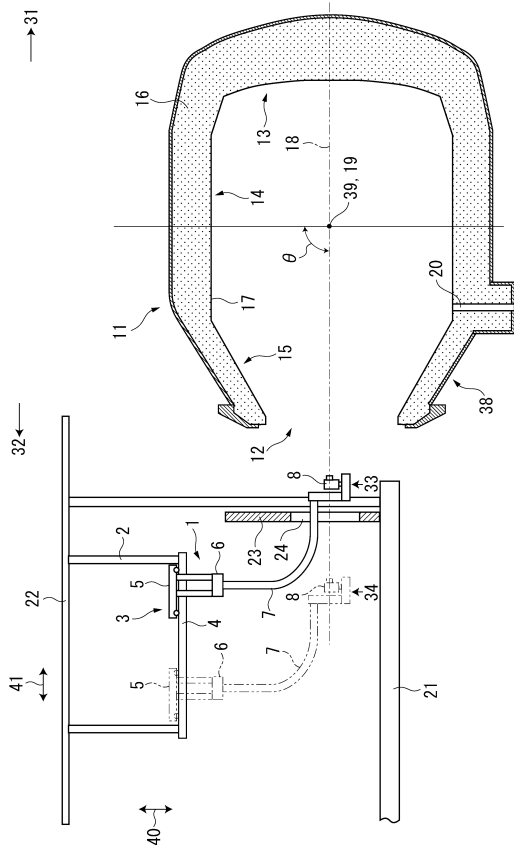
30

40

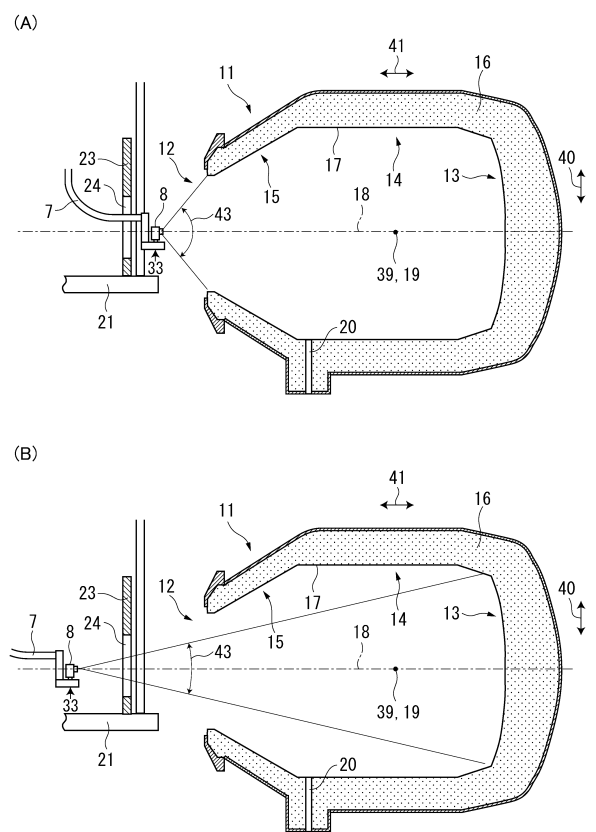
50

- 3 1 炉前側
- 3 2 炉裏側
- 3 3 前進位置
- 3 4 後退位置
- 3 5 測定位置
- 3 6 準備位置
- 3 7 待機位置
- 3 8 90°傾転位置
- 3 9 炉体原点
- 4 0 高さ方向
- 4 1 前後方向
- 4 2 傾動軸方向
- 4 3 撮像範囲
- 転炉傾動角度

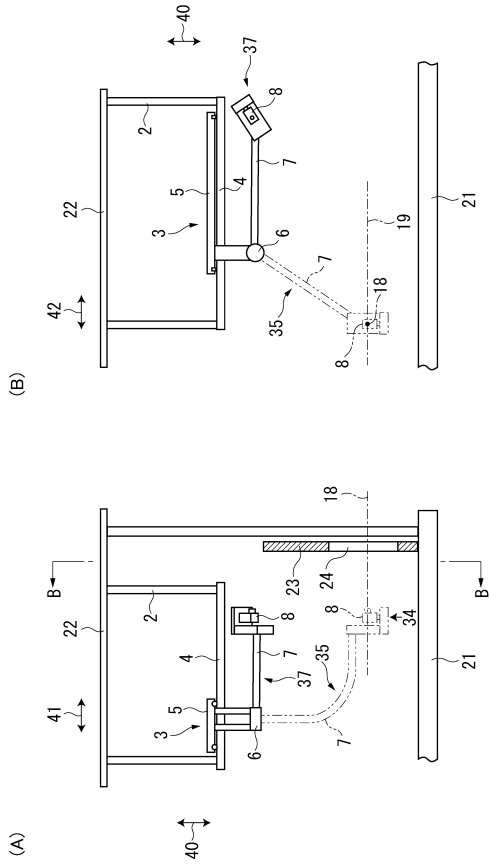
【図1】



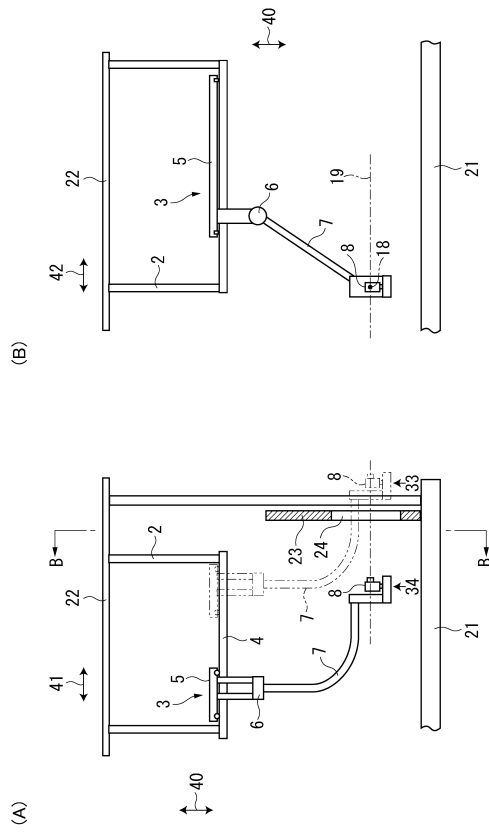
【図2】



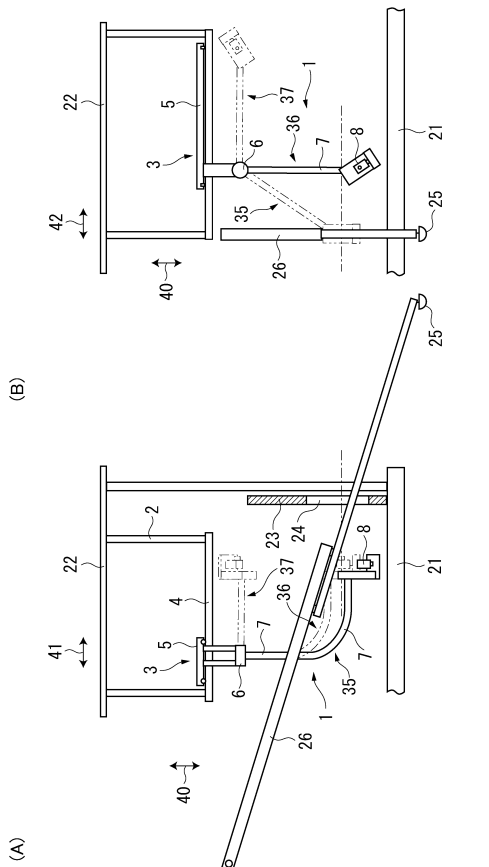
【図3】



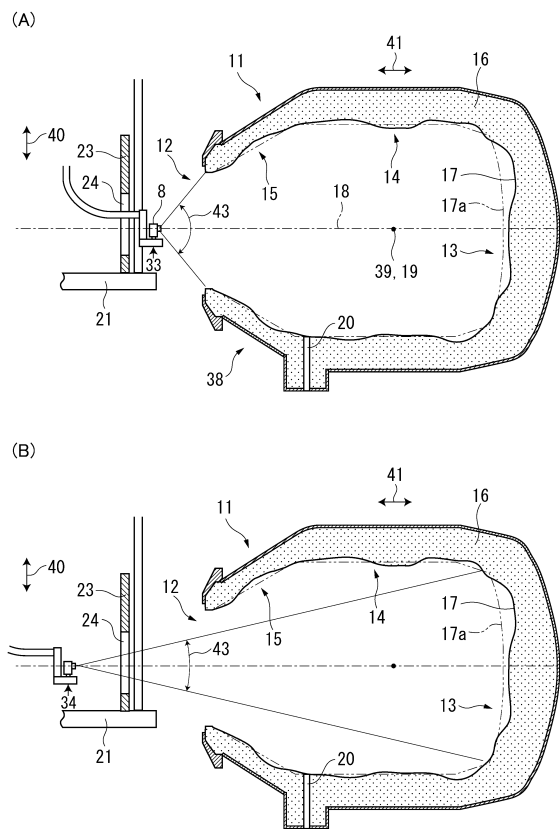
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 2 7 D 21/00 (2006.01) F 2 7 D 21/00 Q

(72)発明者 水島 英俊  
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

審査官 九鬼 一慶

(56)参考文献 特開平01-114705(JP,A)  
特開平07-012541(JP,A)  
米国特許出願公開第2004/0056217(US,A1)  
特開昭61-086607(JP,A)  
特開2009-068982(JP,A)  
特開2015-200453(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G 0 1 B 2 1 / 2 0  
C 2 1 C 5 / 4 6  
F 2 7 D 1 / 0 0  
F 2 7 D 2 1 / 0 0  
G 0 1 B 1 1 / 0 0