(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3672632号
(P3672632)
(45)発行日　平成17年7月20日(2005.7.20)　(24)登録日　平成17年4月28日(2005.4.28)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G01N 27/07	G01N	27/07	
F27D 11/08	F27D	11/08	A
F27D 21/00	F27D	21/00	D
G01K 7/02	G01K	7/02	R
G01N 27/04	G01N	27/04	Z

請求項の数 4　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平7-228585
(22)出願日　平成7年8月14日(1995.8.14)
(65)公開番号　特開平9-54057
(43)公開日　平成9年2月25日(1997.2.25)
審査請求日　平成14年7月24日(2002.7.24)

(73)特許権者　000004581
日新製鋼株式会社
東京都千代田区丸の内３丁目４番１号
(74)代理人　100092392
弁理士　小倉　亘
(72)発明者　片山　賢一
山口県新南陽市野村南町４９７６番地　日新製鋼株式会社　技術研究所内
(72)発明者　山内　隆
山口県新南陽市野村南町４９７６番地　日新製鋼株式会社　技術研究所内

審査官　田中　洋介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】溶融スラグの温度，電気伝導度同時測定用消耗型プローブ及び溶融スラグの温度，電気伝導度同時測定方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

プローブ先端に配置され、被測定溶融スラグに対し半耐食性の保護管で保護された熱電対素線と、該熱電対素線の近傍に配置された電気伝導度測定用の電極と、前記熱電対素線及び前記電極対の基部を絶縁状態で固定する耐火物と、前記保護管及び前記電極対を保護する保護キャップとを備え、かつ前記熱電対素線の先端測温部と前記電極の先端を前記耐火物から略同じ高さ位置としており、前記保護管が前記被測定溶融スラグによって溶損したとき、前記熱電対素線と前記電気伝導度測定用電極との間に電気伝導度測定用回路が形成される溶融スラグの温度，電気伝導度同時測定用消耗型プローブ。

【請求項２】

電極対のうちの１本の先端位置と片方の電極の先端位置との差を両電極間の間隙以下になるようにプローブ先端に配置された電気伝導度測定用電極対と、該電極対近傍のプローブ先端位置に配置され、被測定溶融スラグに対し半耐食性の保護管で保護された熱電対素線と、前記熱電対素線及び前記電極対の基部を絶縁状態で固定する耐火物と、前記保護管及び前記電極対を保護する保護キャップとを備え、かつ前記熱電対素線の先端測温部と前記電極の短い方の先端を前記耐火物から略同じ高さ位置としており、前記１本の電極でメタルレベルを検出し、前記保護管が前記被測定溶融スラグによって溶損したとき、前記熱電対素線と前記電気伝導度測定用電極との間に電気伝導度測定用回路が形成される溶融スラグの温度，電気伝導度同時測定用消耗型プローブ。

【請求項３】

溶融金属と共存する状態の溶融スラグに請求項１記載のプローブを浸漬し、温度測定用熱電対により溶融スラグの測温を開始し、半耐食性の保護管が溶損によって測温不能となった時点で、露出した測温用熱電対と電気伝導度測定用電極との間に形成された電気伝導度測定用回路により溶融スラグの電気伝導度を測定することを特徴とする溶融スラグの温度，電気伝導度同時測定方法。

【請求項４】

電気伝導度測定用電極対間に回路が形成された状態で請求項２記載のプローブを、溶融金属と共存する状態の溶融スラグに向けて下降させ、電極間に電流が流れることから溶融スラグに電極が到達したことを推定し、電気伝導度の測定値の急激な変化から溶融金属に電極が到達したことを推定し、次いで溶融スラグ層中の測定位置までプローブを上昇させ、溶融スラグの温度及び電気伝導度を測定することを特徴とする溶融スラグの温度，電気伝導度同時測定方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、電気炉，転炉等の炉内溶融スラグの電気伝導度からスラグ組成を推定するときに使用される溶融スラグの温度，電気伝導度同時測定用消耗型プローブ及び溶融スラグの温度，電気伝導度同時測定方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

鉄，非鉄等の金属精錬では、千数百度の高温溶融金属や溶融スラグが処理されている。このような高温雰囲気における精錬反応の進行を知るための情報を溶融金属から得るため、直接的には温度測定や固体電池による酸素濃度測定等が採用されている。また、最近では、特開平４－３４６６１１号公報で紹介されているように、精錬反応の際に放出される発光スペクトルを光ファイバーを介して分光器に取り込み解析する方法も開発されている。他方、溶融スラグの情報を得る手段としては、スラグをサンプリングし、前処理後、蛍光Ｘ線分析，ＩＣＰ分析等の機器分析によって成分分析することが一般的である。しかし、サンプリングから分析結果を得るまでに長時間を要するため、このサンプル分析法が適用される対象が限られていた。

【０００３】

そこで、迅速性を必要とする場合、たとえば特開昭５５－１２８５２０号で開示されているように、スラグの電気抵抗を測定し、抵抗値からスラグの滓化率を判定している。特開平２－５４１２５号公報では、高さ方向に関して複数の回路を形成した電極を外周に埋め込んだプローブを使用し、転炉のスラグレベルを高精度で測定している。

電気炉においても、電極から取り出されたレジスタンス，リアクタンス等の電気抵抗指標に基づき炉内の状況を推定し、間接的に安定操業の維持に利用している。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

電極から取り出された電気抵抗指標は、スラグの性状を推定する上で有望視されているものの、実際に現場で測定する際には種々の障害によって信頼性が低下する。たとえば、溶融スラグの電気伝導度を測定する場合、操業状態が常に一定でないため、測定時の温度条件が種々変動する。そのため、高精度の電気抵抗指標を得るためには、電気伝導度を測定した位置にある溶融スラグの温度も測定し、測定された温度に応じて電気抵抗指標を補正する必要がある。

また、転炉，取鍋等の製錬容器のように、炉内状況が観察し難い箇所に存在する溶融スラグを測定する場合、操業条件の変化によってスラグの正確な位置を常に把握することができない。そのため、センサーを容器内に挿入する際、適切な挿入位置が不明確になる。すなわち、測定ごとに測定位置が変り、正確な電気伝導度を測定することが困難になる。

【０００５】

更に、溶融金属及び溶融スラグは、一般的に比重が大きく異なることから、それぞれ下

層及び上層に分離した状態で存在している。しかし、メタル層とスラグ層との界面近傍では、粒状の金属がスラグ中に細かく懸濁した部分が存在し、また溶融金属の対流等によってメタル／スラグ界面の乱れによって、メタル層とスラグ層とが明確な境界で区分されていない。そのため、間違って溶融金属の位置を測定する場合もあった。

このように従来法では、測定条件として測定位置を最適にするための調整時間が必要であったり、測温も別途行うことが必要なことから、迅速な対応が困難であった。また、コスト的にも、負担の大きな測定方法であった。

本発明は、このような問題を解消すべく案出されたものであり、溶融スラグの電気伝導度と温度を同時に測定し、その測定値から最適なスラグ組成に調整するための迅速な判定が可能な温度，電気伝導度同時測定用消耗型プローブを提供し、精度の高い測定値を低コストで迅速に得ることを目的とする。

【０００６】

【課題を解決するための手段】

本発明の溶融スラグの温度，電気伝導度同時測定用消耗型プローブは、その目的を達成するため、プローブ先端に配置され、被測定溶融スラグに対し半耐食性の保護管で保護された熱電対素線と、該熱電対素線の近傍に配置された電気伝導度測定用の電極と、前記熱電対素線及び前記電極対の基部を絶縁状態で固定する耐火物と、前記保護管及び前記電極対を保護する保護キャップとを備え、かつ前記熱電対素線の先端測温部と前記電極の先端を前記耐火物から略同じ高さ位置としており、保護管が溶融スラグによって溶損したとき、熱電対素線と電気伝導度測定用電極との間に電気伝導度測定用回路が形成されることを特徴とする。

また、電極対のうちの１本の先端位置と片方の電極の先端位置との差を、両電極間の間隙以下になるようにプローブ先端に配置してもよい。この差の調整によって、メタルのレベルを検出する機能を付与することができる。

【０００７】

溶融酸化物の電気伝導度は、メタルプールに浮遊しているスラグ等の溶融酸化物にプローブを浸漬し、温度測定用熱電対による溶融酸化物の測温と同時に、電極対間に形成された電気伝導度測定用回路により測定される。電気伝導度の測定値は、同時に測定された温度情報を取り込んで、スラグ組成の推定に使用される。また、電極対のうちの１本の先端位置と片方の電極の先端位置との差を両電極間の間隙以下になるようにプローブ先端に配置したプローブを使用するとき、溶融金属と共存する状態の溶融酸化物に向けてプローブを下降させ、電極間に電流が流れることから溶融酸化物に電極が到達したことを推定し、電気伝導度の測定値の急激な変化から溶融金属に電極が到達したことを推定する。次いで、溶融酸化物層中の測定位置までプローブを上昇させ、溶融酸化物の温度及び電気伝導度を測定する。

【０００８】

【作用】

電気伝導度は、スラグ組成によって変わるが、温度の影響も大きく受ける。そのため、正確なスラグ組成を求める場合、温度の測定が重要である。温度の測定値に応じて検出された電気伝導度を補正し、得られた補正値からスラグ組成を推定するとき、操業条件に応じて変動する温度の影響を相殺し、高精度の推定が可能になる。本発明は、このような前提に立って、電気伝導度の測定と同時にスラグ温度を測定できるプローブを開発し、且つこの測定プローブで得られた情報に基づきスラグ組成を高精度で判定するものである。

本発明に従った電気伝導度測定プローブは、上底吹き転炉，ＡＯＤ炉，電気アーク炉，電気抵抗炉等の炉内や、ＲＨ法，ＶＯＤ法等で精錬する際の取鍋内等、構造的，設備的にスラグを観察し難い箇所で測定するときに特に有効である。

このプローブは、たとえば図１に示すように、プローブ１の先端にＵ字型のガラス管２で保護された熱電対素線３を挿入している。また、熱電対による測温位置の先端部に、先端位置を揃えた電極対４を固定用の耐火物５に絶縁状態で組み込んでいる。電極対４は、この構成により耐火物の電気抵抗の影響を受けることなく、高精度でスラグの電気伝導度を

測定できる。電極対４は、コストを下げるため鋼，ステンレス鋼等で作製することも可能である。

【０００９】

また、容器内溶鋼の湯面に向けて測定プローブを下降させる際、操業条件によってはスラグ温度の低い表面層近傍が固化していることもある。このような状況下で測定プローブを下降させると、プローブ浸漬時に物理的な力によって保護管が破損する虞れがある。下降時の破損は、たとえばアルミ，銅等でできた保護キャップ６をプローブ先端に装着することにより防止できる。

電極対４の材質としては、より厳密な測定を必要とする場合には耐食性に優れた貴金属又は高融点金属等が使用される。他方、高価な材質に替えて測温用の熱電対素線３を伝導度測定用電極対の片方の電極として使用するとき、コストダウンが図られる。電極対４は、図３に示すように絶縁材７を介して固定用耐火物５に挿通される。固定用耐火物５は、耐火性円筒８の先端加工部を塞ぐように取り付けられ、耐火性円筒８と共に外紙管９に挿入される。

【００１０】

熱電対素線３を伝導度測定用電極対の片方の電極に兼用する場合、図２に示すように、溶融スラグに対して半耐食性の物質でできた保護管２で熱電対素線３を被覆する。半耐食性物質は、温度測定に必要な数秒～数十秒間だけ素線３をスラグから保護する。それ以上時間が経過すると、溶融又はスラグとの反応により保護管２が完全に侵食され、熱電対素線４が露出する。半耐食性保護管２の材質には、被測定スラグの組成及び温度に応じて最適な材質を使用することが望ましい。たとえば、石英ガラス質の保護管であれば、NaO_2，ＰｂＯ，ＢａＯ等の微量添加によって、融点を被測定物の温度近くに調整したものが使用される。

測温後、半耐食性保護管２の溶損により熱電対素線３が露出すると、測温が不可能になるが、露出した熱電対素線３は、電気伝導度測定用電極の片方に利用できる。この熱電対素線３は、片方の電極４との間に電気伝導度測定用の回路を構成する。このとき、片方の電極４は、熱電対と同様にスラグに対して優れた耐食性を示す白金，モリブデン，タングステン等の貴金属又は高融点金属を線状又は棒状に加工したものが使用される。

【００１１】

最適な測定位置が不明なときは、図４に示すように、測温用熱電対３を中心として、片方の電気伝導度測定電極１０と対称位置に露出状態の溶融金属検知用電極１１を備えたプローブを使用することが好ましい。溶融金属検知用電極１１は、長い鋼製又はステンレス鋼製のワイヤ又はロッドでできており、その長さはスラグ／メタルの界面状態に応じて調整されている。すなわち、電気伝導度測定電極１０と溶融金属検知用電極１１との長さの差は、スラグ／メタルの厚みｄ以上に設定される。これにより、電気伝導度測定用電極対３，１０がメタルプールに接することなく、溶融金属検知用電極１１のみをメタルプールに浸漬し、メタルの湯面レベルを検出することができる。

スラグ／メタルの界面厚みｄは、測定しようとする工程や炉の特性によって異なるが、検知棒，電磁気的センサー等を使用して予め求めておくことが好ましい。また、スラグ／メタル界面が大きく波打っていたり、界面近くのスラグ中に多量の流鉄が懸濁する可能性がある場合には、それに応じて電気伝導度測定電極１０と溶融金属検知用電極１１との長さの差を十分大きくしておくことがよい。

【００１２】

プローブ下降中の電極対長さの差Ｌと電極対間の距離Ｄとの関係が電気伝導度の測定に及ぼす影響を、図５を参照しながら説明する。長さ差Ｌ≦距離Ｄでは、メタルに電気伝導度測定用電極（短電極）１０が接近し長さ差Ｌに等しくなった時点で、図６（ａ）に示すように電気伝導度が急上昇する。そこで、溶融金属検知用電極（長電極）１１がメタルに接触したことが推定される。このとき、長さ差Ｌ≧スラグ／メタル界面の厚みｄとしているので、短電極１０がメタルに接触する確率が低くなる。

これに対し、長さ差Ｌ＞距離Ｄでは、メタルと短電極１０との間の距離が長さ差Ｌに等し

くなっても図６（ｂ）に示すように電気伝導度の明確な上昇が検出されず、更にプローブが下降してメタルまでの距離が距離Ｄに等しくなった時点で初めて電気伝導度の上昇が明らかになる。このとき、短電極１０の先端がメタルから長さ差Ｌより更に短い位置に達しているので、短電極１０がメタルに接触する確率が高くなる。その結果、電気伝導度測定用電極１０に溶融金属が付着し、その後に実施されるスラグ層での電気伝導度の測定に誤差が生じ易くなる。

【００１３】

このようなことから、電極対長さの差Ｌと電極対間の距離Ｄとの間に、長さ差Ｌ≦距離Ｄの関係を維持しておくことが重要である。そして、溶融金属検知用（長）電極先端がメタルプールに完全に到達したと判定されると、プローブ１の下降を停止する。そして、目標位置にプローブ１を再度上昇させ、スラグの測温及び電気伝導度の測定を行う。このとき、電気伝導度の測定には、溶融金属検知用の電極１１を使用せず、前述したように片方の電気伝導度測定用電極１０と測温用熱電対３との間に回路を形成し、スラグの電気伝導度を測定する。

このように、電気伝導度測定用の電極をメタルまで浸漬させることなく、スラグの厚みやメタルレベルが把握でき、結果として目標位置で電気伝導度及び温度を同時に、すなわち１回のプローブ挿入動作で測定できる。このような場合でも、溶融金属検知用電極１１には、安価な鋼又はステンレス鋼が使用でき、著しいコストアップを防がれる。また、本発明に従ったプローブは、スラグ／メタル界面を検出できることから、たとえばメタル湯面のレベルセンサーとしても使用される。更に、熱電対の保護管２，外紙管９，電極１０，１１の材質を耐食性のある材質に替えるとき、繰返し使用可能な耐久性プローブとなる。

【００１４】

【実施例】

実施例１：

ステンレス鋼溶銑を製造している電気アーク炉において、スクラップを主とする装入原料が溶け落ちた時点で、炉内に生成したスラグの組成を調整することに適用した実施例を説明する。プローブとしては、Ｒ型熱電対を石英ガラス質の保護管に挿入し、径８ｍｍ，長さ３５ｍｍのＳＵＳ３０４製円柱電極を２５ｍｍの間隔で配置して電極対を構成した図１のプローブを使用した。

電気炉で１０チャージ分について測定した結果、スラグの比電気伝導度は１５００℃における値に補正して０．９３～１．４６Ω^{-1}／ｃｍの範囲にあった。予め求めておいた１５００℃におけるスラグ中ＣａＯ濃度と比電気伝導度との関係から、各チャージでのＣａＯ濃度を推定し、出銑時のＣａＯ濃度が目標値の４０％になるように不足分のＣａＯを炉内に供給した。取鍋に出銑した後、取鍋からスラグをサンプリングし、サンプル分析によって実際のＣａＯ濃度を測定した。その結果を、表１に示す。

【００１５】

実施例２：

次に、プローブ先端に径１．５ｍｍ及び長さ３５ｍｍの白金製電気伝導度測定用電極の１本を設け、融点１５００℃に調整したシリカガラス質の保護管にＲ型熱電対を挿入した図３のプローブを使用し、スラグの温度及び電気伝導度を測定した。この場合、測定用熱電対による測温開始後、測温不能となった時点で測温用熱電対と露出電極との間に回路が形成され、この回路を介して電気伝導度が測定される。

この場合の測定手順を、図７のフローに示す。先ず、昇降装置によってプローブを測定位置まで下降させ、スラグ層に浸漬する。この瞬間から、プローブ先端位置、正確には熱電対先端の感温部スラグの温度測定が開始される。熱電対素線の被覆材及びスラグの成分，温度等にもよるが、数秒から数十秒で被覆材が溶損し素線が露出するまで、測温データが得られる。素線が露出すると、短絡によって測温エラーが発生するので、測温データの取込みを中止する。同時に、電気伝導度測定用回路が形成され、電気伝導度が測定される。ここで、電気伝導度測定用電極の１本が露出した白金製の電極であり、片方が露出したＲ型熱電対素線となる。この両電極間に電源部からある電圧下で電流が供給され、そのとき

の抵抗値から電気伝導度が算出される。

【００１６】

この消耗型電気伝導度測定プローブを使用して、実施例１と同様に電気アーク炉で５チャージ分について温度及び電気伝導度を測定した。測定に要する時間は、操業条件によって各チャージで２０～８０秒の範囲で異なっていた。測定結果に基づいて調整用のＣａＯを供給し、取鍋出銑後のスラグからサンプル分析によって実際のＣａＯ濃度を測定した。出銑時のスラグ中ＣａＯ濃度の目標値４５％に対する実際の分析値を、表１に比較して示した。

表１から明らかなように、実施例１及び２共に目標ＣａＯ濃度にほぼ調整できており、高精度でＣａＯ濃度が推定されていることが判る。その結果、電気炉溶銑のＳ濃度は０．０１～０．０２％の低位に安定しており、良好な脱硫反応が行われたことが確認された。

【００１７】

実施例３：

真空精錬装置内の取鍋に浮遊しているスラグの電気伝導度測定に適用した実施例を説明する。脱ガス中の真空精錬装置は、容器にカバーが設置されて内部が真空状態にある。そのため、内部にある取鍋内のスラグ面を正確に把握することは困難である。そこで、電気電導度測定用電極対の１本を、溶融金属検知用の電極としたプローブ（図４参照）を使用した。プローブの先端に径１ｍｍのタングステン製電極を測温用熱電対の先端位置までの長さで設置し、それより２０ｍｍ長い長さで径８ｍｍの鋼製電極を設置した。なお、タングステン製電極と鋼製電極との間は４０ｍｍの間隔に保ち、その間隔に石英質保護管に挿入したＲ型熱電対を配置した。

真空精錬装置では、酸素吹込みにより脱炭処理するが、吹き込まれた酸素によって溶鋼中のＳｉが酸化してSiO_2を生成したり、昇熱作用で耐火物が溶損すること等によってスラグ中のＣａＯ濃度が変化する。そこで、酸素吹込み後に高真空下の撹拌処理に移行する時点で、取鍋内にプローブを挿入しスラグの温度及び電気電導度を測定した。

【００１８】

本実施例の測定手順を、図８のフローに示す。先ず、電源部から所定の電圧を長電極１１と短電極１０間にかけた状態で、昇降装置によりプローブを測定位置に下降させ、スラグ層に浸漬した。このとき、最適な測定位置を決定するため、所定の速度でプローブを下降させた。プローブの先端がスラグ面に達ないうちは、長電極１１と短電極１０との間に電流が流れない。プローブ先端の電極１０，１１がスラグ層に浸漬されると急激に電流が流れ始めるので、そのときのプローブ位置を記憶しておく。更にプローブを下降させると、長電極１１がメタルプールに到達し、電流値が急激に上昇する。そこで、この時点をプローブ先端がメタルプールに到達した時点と判断し、プローブの下降を停止させる。下降停止したときのプローブ位置と、最初にプローブ先端がスラグ面に到達した位置から、スラグ厚みが算出される。そして、測定しようとする位置、たとえばスラグ層の中間位置まで、プローブを再度上昇させて測温を開始する。測温が開始されると、実施例２と同様に熱電対素線の被覆材溶損→電気伝導度測定用回路の形成の順で電気伝導度が測定される。

【００１９】

このようにして、測定位置を把握することが困難な状況においても、最適な測定位置でスラグの温度及び電気伝導度を測定することが可能になった。その結果、電気伝導度空推定されるスラグ中のＣａＯ濃度に応じて真空フィーダによりＣａＯを補給し、スラグ中のＣａＯ濃度の目標値４０％に調整した。

真空容器を開放した後、溶鋼及びスラグをサンプリングし、分析によって実際のＣａＯ濃度及びメタル中Ｓ濃度を測定した。分析値を、電気伝導度から推定されたＣａＯ濃度と比較して表１に示す。また、測定結果の一例を図９に示す。

一連の測定，適正位置の決定，測温及び補正には、図１０及び図１１に示す回路構成をもつ制御系を使用した。これにより、各種手順が瞬時に行われ、目的とするスラグ組成の推定に利用可能になった。このようにして、本発明によるとき、従来法のように諸条件の影響を受けることなく、現場操業に迅速に対処することが可能になる。

【００２０】

表１：スラグの電気伝導度とＣａＯ濃度との関係　（実施例）

チャージNo.		スラグ温度（℃）	電気伝導度		ＣａＯ目標濃度（％）	ＣａＯ分析結果（％）	メタル中Ｓ濃度（％）
			実測値	補正後			
実施例1	1	１５２０	１．０５	０．９３	４０	３９．１	０．００３
	2	１５０５	１．４１	１．４４	４０	３９．８	０．００３
	3	１４９５	１．２２	１．２５	４０	４０．５	０．００４
	4	１５１２	１．４３	１．３６	４０	４１．０	０．００２
	5	１５１０	１．２５	１．２０	４０	４０．２	０．００４
	6	１４８５	１．０３	１．１８	４０	４０．９	０．００３
	7	１４９０	１．２２	１．２７	４０	３９．２	０．００３
	8	１５０４	１．４７	１．４５	４０	３９．１	０．００３
	9	１５０９	１．５１	１．４６	４０	４０．７	０．００３
	10	１５１１	１．３６	１．３１	４０	４０．３	０．００２
実施例2	1	１４９５	１．３０	１．３３	４５	４４．０	０．００４
	2	１４９８	１．５０	１．５１	４５	４６．２	０．００３
	3	１４９０	１．４４	１．４９	４５	４４．２	０．００３
	4	１５０４	１．４５	１．４３	４５	４４．６	０．００３
	5	１５０５	１．２１	１．１８	４５	４５．７	０．００２
実施例3	1	１６０５	１．６４	１．６２	４０	３９．１	－
	2	１６１５	１．５９	１．６２	４０	３９．６	－
	3	１６０７	１．６９	１．６５	４０	４０．７	－
	4	１５９８	１．５２	１．５２	４０	４１．０	－
	5	１６０３	１．６１	１．６０	４０	４０．８	－

【００２１】

比較例１：

実施例１と同じ電気アーク炉において５チャージにわたり、比電気伝導度のみを測定し、測定値に基づいてＣａＯの供給量を制御した。この場合には、表２の結果にみられるように、温度補正を行っていないため精度良くＣａＯ濃度を調整することが困難であった。

【００２２】

比較例２：

実施例３と同じ真空精錬装置内の取鍋内に浮遊するスラグの電気伝導度を、５チャージにわたって測定した。この場合、実施例１と同じプローブを使用し、装置内に設置したカメラによる上方からの映像に基づきオペレータが測定位置を判断し、プローブを適当な位置まで挿入した。このようにして挿入されたプローブから得られた電気伝導度に基づいてＣ

ａＯ供給量を制御した。しかし、電気伝導度から推定されたＣａＯ濃度は、表２に示されるように、真空容器開放後の実際のスラグサンプル分析値とはかなり異なっていた。このように、比較例２では、実施例に比較してスラグ中のＣａＯ濃度のバラツキが大きく、結果として脱硫能が安定化しなかったことが判る。

【００２３】

表２：スラグの電気伝導度とＣａＯ濃度との関係　（比較例）

チャージNo.		スラグ温度（℃）	電気伝導度		ＣａＯ目標濃度（％）	ＣａＯ分析結果（％）	メタル中Ｓ濃度（％）
			実測値	補正後			
比較例１	1	－	1．32	－	45	44．3	0．002
	2	－	1．41	－	45	42．5	0．003
	3	－	1．50	－	45	35．1	0．005
	4	－	1．47	－	45	33．8	0．007
	5	－	1．38	－	45	43．6	0．003
比較例２	1	1510	1．15	1．60	40	32．6	0．007
	2	1620	1．51	1．41	40	34．1	0．006
	3	1605	1．47	1．46	40	42．0	0．003
	4	1551	1．24	1．49	40	36．5	0．005
	5	1579	1．31	1．43	40	30．9	0．008

【００２４】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明のプローブは、溶融スラグの電気伝導度を測定すると同時に、その測定位置にあるスラグの温度をも測定し、測温結果に基づき電気伝導度から推定されるスラグ組成を補正している。そのため、操業中に１回の測定作業で、溶融スラグの電気伝導度が正確に測定され、種々の操業条件の変化に拘らず、スラグ組成を高精度で推定することが可能になる。また、目視等によって被測定位置を判断する作業も不必要で、測定ミスによる再測定の必要もなくなり、作業の簡略化も図られる。しかも、同時に溶融スラグやメタルのレベルも把握されるため、電気伝導度の測定以外にも、たとえばスラグ量の推定から各種精錬剤，還元剤等の最適添加量の把握を始めとして精錬上で重要な情報を得ることに利用される。

【図面の簡単な説明】

【図１】　実施例１で使用したプローブ

【図２】　実施例２で使用したプローブ

【図３】　実施例２で使用したプローブの断面

【図４】　実施例３で使用したプローブ

【図５】　実施例３で使用したプローブの機能を説明する図

【図６】　Ｌ≦Ｄのプローブ（ａ）及びＬ＞Ｄのプローブ（ｂ）で得られた電気伝導度（電流値）の変化を示したグラフ

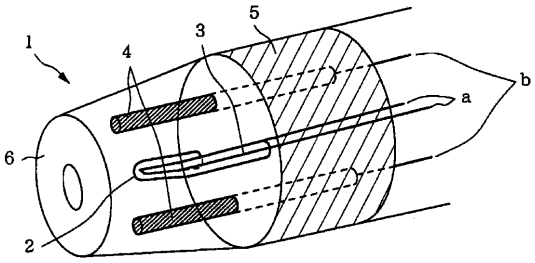
【図７】　実施例２の測定手順を示すフロー

【図８】　実施例３の測定手順を示すフロー

【図９】　実施例３で得られた測定値の経時変化を示すグラフ

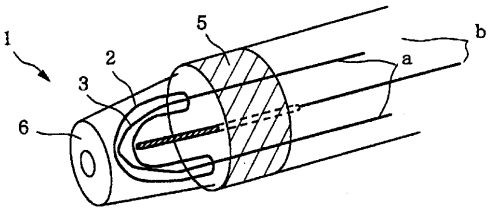
【図１０】　電気伝導度の測定に使用される制御系の回路構成
【図１１】　電気伝導度の測定に使用される制御系の回路構成
【符号の説明】
１：プローブ　　２：保護管（ガラス管）　　３：熱電対素線　　４：電極対
５：固定用耐火物　　６：保護キャップ　　７：絶縁材　　８：耐火物製円筒
９：外紙管　　１０：電気伝導度測定用電極（短電極）　　１１：溶融金属検知用電極（長電極）

【図１】



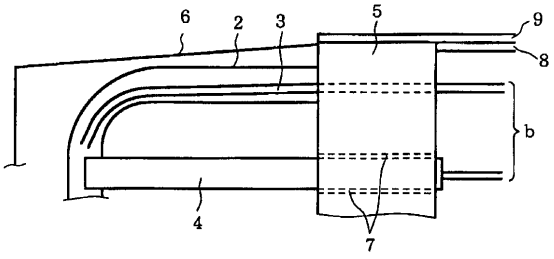
a：測温回路
b：電気伝導度測定回路

【図２】

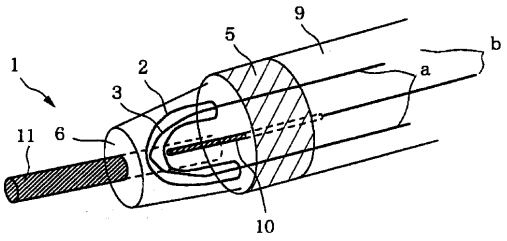


a：測温回路
b：電気伝導度測定回路

【図３】

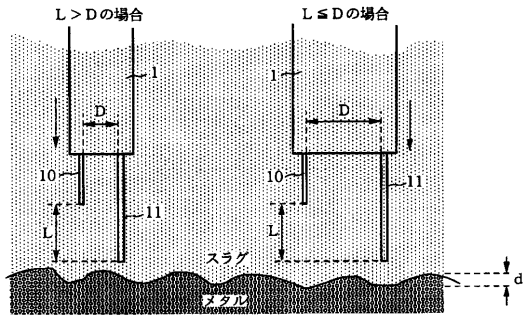


【図４】

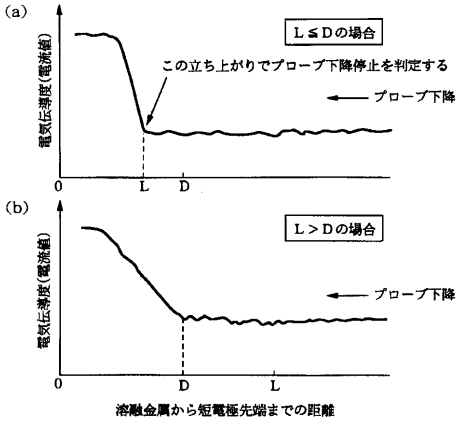


a：測温回路
b：電気伝導度測定回路

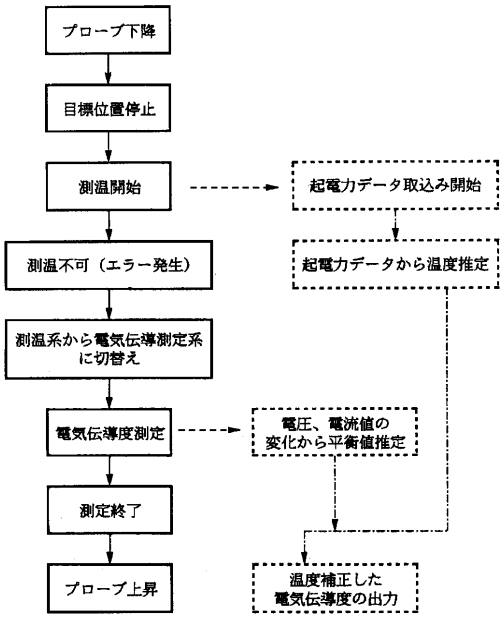
【図５】


L＞Dの場合
L≦Dの場合
1
D
10
11
L
スラグ
メタル
d

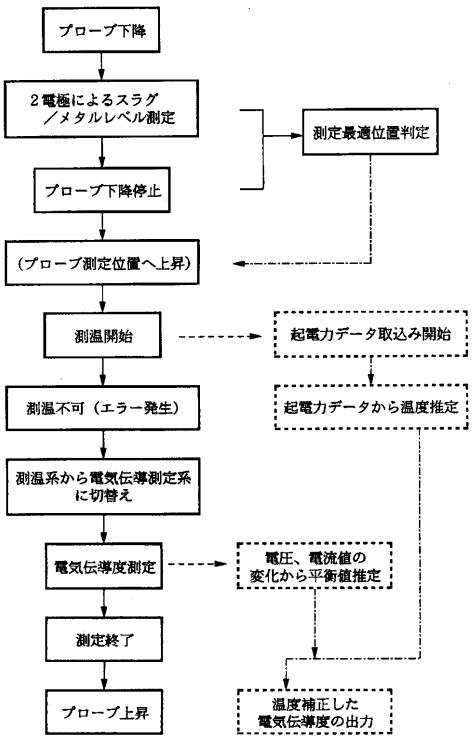
【図６】


(a)
L≦Dの場合
この立ち上がりでプローブ下降停止を判定する
プローブ下降
電気伝導度(電流値)
0
L
D
(b)
L＞Dの場合
プローブ下降
電気伝導度(電流値)
0
D
L
溶融金属から短電極先端までの距離

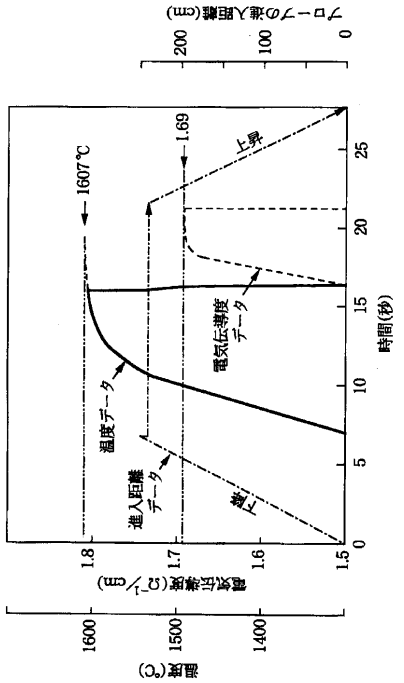
【図７】


プローブ下降
目標位置停止
測温開始
起電力データ取込み開始
測温不可（エラー発生）
起電力データから温度推定
測温系から電気伝導測定系に切替え
電気伝導度測測定
電圧、電流値の変化から平衡値推定
測定終了
プローブ上昇
温度補正した電気伝導度の出力

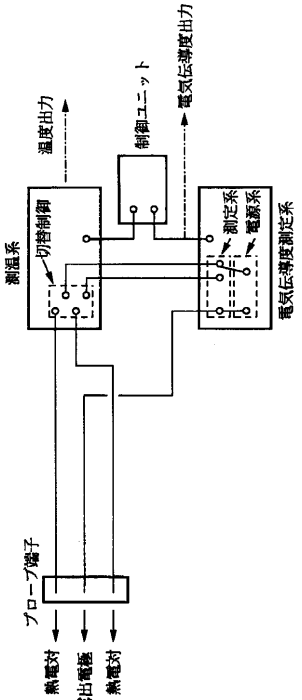
【図８】


プローブ下降
2電極によるスラグ／メタルレベル測定
測定最適位置判定
プローブ下降停止
(プローブ測定位置へ上昇)
測温開始
起電力データ取込み開始
測温不可（エラー発生）
起電力データから温度推定
測温系から電気伝導測定系に切替え
電気伝導度測定
電圧、電流値の変化から平衡値推定
測定終了
プローブ上昇
温度補正した電気伝導度の出力

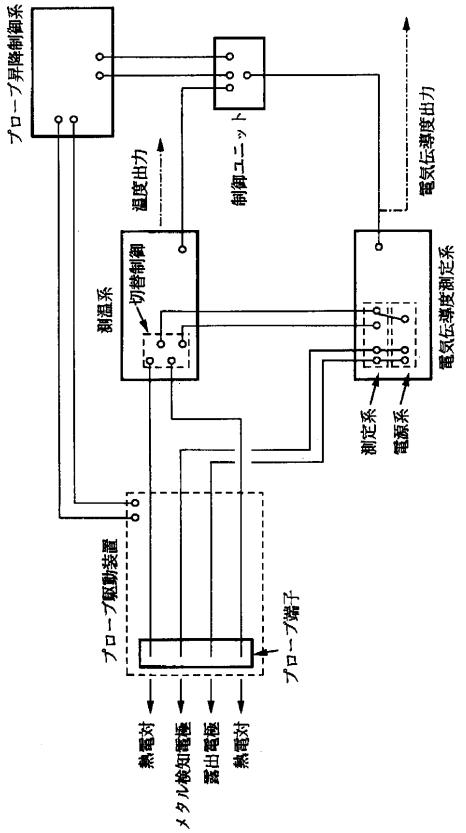
【図９】


ノズルの進入距離(cm)
200
100
0
1607℃
1.69
上昇
下降
電気伝導度データ
温度データ
進入距離データ
時間(秒)
25
20
15
10
5
0
電気伝導度(Ω⁻¹/cm)
1.8
1.7
1.6
1.5
温度(℃)
1600
1500
1400

【図１０】


温度出力
制御ユニット
電気伝導度出力
測温系
切替制御
測定系
電源系
電気伝導度測定系
プローブ端子
熱電対
露出電極
熱電対

【図１１】


プローブ昇降制御系
制御ユニット
温度出力
電気伝導度出力
測温系
切替制御
測定系
電源系
電気伝導度測定系
プローブ駆動装置
プローブ端子
熱電対
メタル検知電極
露出電極
熱電対

フロントページの続き

(56)参考文献 実開昭５５－０９７５６１（ＪＰ，Ｕ）
実公平０５－０３６２０６（ＪＰ，Ｙ２）
実開昭４８－０８５６８７（ＪＰ，Ｕ）
特開昭５８－１７９３５２（ＪＰ，Ａ）
実開昭６０－１８９８４９（ＪＰ，Ｕ）
実開昭６３－０４８１５０（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G01N 27/00-27/24