(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2023-92002
(P2023-92002A)
(43)公開日　令和5年7月3日(2023.7.3)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
C21C 7/00 (2006.01)		C21C	7/00	R	4K013
		C21C	7/00	F	

審査請求　未請求　請求項の数　6　ＯＬ　（全8頁）

(21)出願番号　特願2021-206943(P2021-206943)
(22)出願日　令和3年12月21日(2021.12.21)

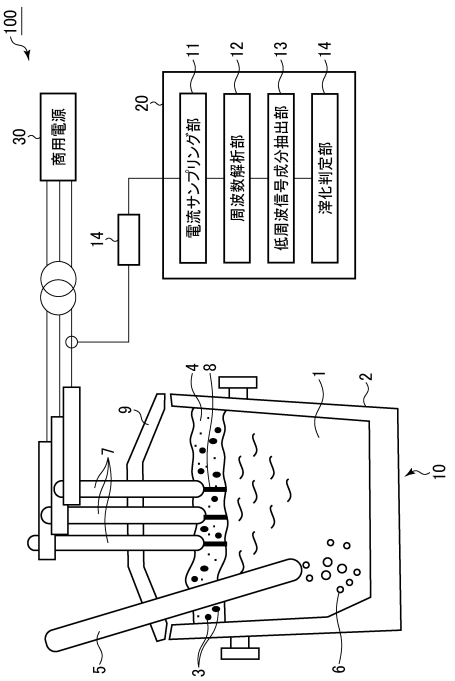
(71)出願人　000001258
ＪＦＥスチール株式会社
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号
(74)代理人　100099944
弁理士　高山 宏志
(72)発明者　神原 茉佑
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号
ＪＦＥスチール株式会社内
(72)発明者　伊藤 壮汰
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号
ＪＦＥスチール株式会社内
(72)発明者　岡崎 健太郎
東京都千代田区内幸町二丁目２番３号
ＪＦＥスチール株式会社内

Ｆターム（参考）　4K013　BA05 CA02 CA15 CB09

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　滓化判定方法および滓化判定装置

(57)【要約】
【課題】製錬の際にフラックスの滓化完了を確実に判定して、品質異常や無駄な電力消費等を生じることなく工程移行を行うことができる滓化判定装置および滓化判定方法を提供する。
【解決手段】交流電流によりアーク加熱を行って溶鋼を精錬する製錬炉のフラックスの滓化を判定する滓化判定装置２０は、溶鋼加熱中の交流電流値を取り込み周波数解析する手段（１１，１２）と、周波数解析により得られた周波数－強度信号のうち電源周波数の倍数でない低周波の周波数における信号成分の強度に基づいて滓化判定する手段（１３，１４）とを有する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
交流電流によりアーク加熱を行って溶鋼を精錬する製錬炉のフラックスの滓化を判定する滓化判定装置であって、
溶鋼加熱中の交流電流値を取り込み周波数解析する手段と、
周波数解析により得られた周波数－強度信号のうち電源周波数の倍数でない低周波の周波数における信号成分の強度に基づいて滓化判定する手段と、
を有する、滓化判定装置。
【請求項２】
前記滓化判定する手段は、前記周波数－強度信号のうち電源周波数の倍数でない低周波の周波数における信号成分の強度が閾値以下である状態が一定時間以上持続したことをもってフラックスの滓化が完了したと判定する、請求項１に記載の滓化判定装置。
【請求項３】
前記低周波の周波数は０～（電源周波数－１０Ｈｚ）の領域である、請求項１または請求項２に記載の滓化判定装置。
【請求項４】
交流電流によりアーク加熱を行って溶鋼を精錬する製錬炉のフラックスの滓化を判定する滓化判定方法であって、
溶鋼加熱中の交流電流値を取り込み周波数解析するステップと、
周波数解析により得られた周波数－強度信号のうち電源周波数の倍数でない低周波の周波数における信号成分の強度に基づいて滓化判定するステップと、
を有する、滓化判定方法。
【請求項５】
前記滓化判定するステップは、前記周波数－強度信号のうち電源周波数の倍数でない低周波の周波数における信号成分の強度が閾値以下である状態が一定時間以上持続したことをもってフラックスの滓化が完了したと判定する、請求項４に記載の滓化判定方法。
【請求項６】
前記低周波の周波数は０～（電源周波数－１０Ｈｚ）の領域である、請求項４または請求項５に記載の滓化判定方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、アーク加熱精錬においてフラックスの滓化を判定する滓化判定方法および滓化判定装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
アーク加熱取鍋精錬法における溶鋼の脱硫プロセスは、滓化期、脱硫期、仕上げ期に分けられ、滓化期では投入したフラックス（主にＣａＯ、$Ａｌ_{2}Ｏ_{3}$）を滓化させる必要がある。滓化完了後、脱硫期に移り、溶鋼の攪拌力を強めることで効率的に脱硫を行うことができる。強攪拌への移行は、滓化完了を確認して行うが、加熱中に炉内を観察することは困難であるため、従来は、炉内発生音や発塵量等、聴覚や視覚情報をもとに感覚で判断している。しかし、感覚による判断はバラつきが大きく正確性に欠ける。滓化不良は品質異常につながり、滓化不良とならないよう加熱時間を長めに確保すると、無駄な電力消費につながる。
【０００３】
そこで、例えば特許文献１では、炉内発生音の高周波数の音圧が低下し、安定した時をフラックスの滓化と判定する方法が提案されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】

【特許文献１】特開平３－６４４１２号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
従来の、炉内発生音の音圧変化によって滓化を判定する方法では、周囲で騒音が発生した際に区別が困難であり、誤検知のリスクが高いという問題があった。
【０００６】
そこで、本発明は、アーク加熱精錬の際にフラックスの滓化完了を確実に判定して、品質異常や無駄な電力消費等を生じることなく工程移行を行うことができる滓化判定装置および滓化判定方法を提供する。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
上記課題を解決するため、本発明は以下の［１］～［６］を提供する。
【０００８】
［１］交流電流によりアーク加熱を行って溶鋼を精錬する製錬炉のフラックスの滓化を判定する滓化判定装置であって、
溶鋼加熱中の交流電流値を取り込み周波数解析する手段と、
周波数解析により得られた周波数－強度信号のうち電源周波数の倍数でない低周波の周波数における信号成分の強度に基づいて滓化判定する手段と、
を有する、滓化判定装置。
【０００９】
［２］前記滓化判定する手段は、前記周波数－強度信号のうち電源周波数の倍数でない低周波の周波数における信号成分の強度が閾値以下である状態が一定時間以上持続したことをもってフラックスの滓化が完了したと判定する、［１］に記載の滓化判定装置。
【００１０】
［３］前記低周波の周波数は０～（電源周波数－１０Ｈｚ）の領域である、［１］または［２］に記載の滓化判定装置。
【００１１】
［４］交流電流によりアーク加熱を行って溶鋼を精錬する製錬炉のフラックスの滓化を判定する滓化判定方法であって、
溶鋼加熱中の交流電流値を取り込み周波数解析するステップと、
周波数解析により得られた周波数－強度信号のうち電源周波数の倍数でない低周波の周波数における信号成分の強度に基づいて滓化判定するステップと、
を有する、滓化判定方法。
【００１２】
［５］前記滓化判定するステップは、前記周波数－強度信号のうち電源周波数の倍数でない低周波の周波数における信号成分の強度が閾値以下である状態が一定時間以上持続したことをもってフラックスの滓化が完了したと判定する、［４］に記載の滓化判定方法。
【００１３】
［６］前記低周波の周波数は０～（電源周波数－１０Ｈｚ）の領域である、［４］または［５］に記載の滓化判定方法。
【発明の効果】
【００１４】
本発明によれば、製錬の際にフラックスの滓化完了を確実に判定して、品質異常や無駄な電力消費等を生じることなく工程移行を行うことができる滓化判定装置および滓化方法が提供される。
【図面の簡単な説明】
【００１５】
【図１】本発明の一実施形態に係る滓化判定装置を用いたアーク加熱取鍋精錬設備を示す概略構成図である。

【図２】図１の滓化判定装置を用いた滓化判定方法の流れを示すフローチャートである。
【図３】フラックスの滓化期における電流に対する周波数解析結果を示すマップである。
【図４】周波数解析により得られた周波数－強度信号からバンドパスフィルタにより０～５０Ｈｚの低周波成分を抽出し、電流レベルの大きさの時間変化を示した波形図である。
【発明を実施するための形態】
【００１６】
以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。
＜経緯および概要＞
上記課題を解決するために、アーク加熱を行う取鍋製錬炉の炉内発生音の発生源である交流電流に着目した。その結果、溶鋼加熱中の交流電流値を測定して、周波数を解析すると、電源周波数の倍数の周波数の強度が、それ以外の周波数の強度に比して高くなること、および、フラックスの滓化が進行すると電源周波数の倍数以外の周波数の強度が低下して電源周波数の倍数の周波数の強度が高くなる傾向がより明確になること、この傾向は、特に０～３００Ｈｚ程度の低周波の周波数において顕著となることが見出された。
【００１７】
本発明は、このような知見に基づき、溶鋼加熱中の交流電流値を周波数解析して得られた周波数－強度信号のうち電源周波数の倍数でない低周波の周波数おける信号成分の強度に基づいて、フラックスの滓化判定を行うものである。
【００１８】
＜取鍋精錬設備＞
図１は、一実施形態に係るフラックスの滓化判定装置を備えた取鍋製錬設備を示す概略構成図である。
取鍋製錬設備１００は、転炉精錬後の二次精錬として脱硫のためのアーク加熱取鍋製錬を行うものであり、取鍋製錬炉１０と、滓化判定装置２０とを有する。
【００１９】
取鍋製錬炉１０は、溶鋼１を貯留する取鍋２を有する。取鍋２の上部開口は蓋体９で閉塞されている。溶鋼１の表面はスラグ４で覆われており、スラグ４には脱硫のためのフラックス３が投入される。フラックス３はＣａＯ、Al_2O_3を主成分とするものである。
【００２０】
取鍋２内には蓋体９の上方から垂直に３本のアーク電極７が挿入され、アーク電極７の先端はスラグ４内に挿入されている。アーク電極７には交流電源３０から給電され、スラグ４中のアーク電極７の先端と溶鋼１との間にアーク８が形成される。
【００２１】
溶鋼１には上方から蓋体９を介して不活性ガス吹き込み用ランス５が挿入される。不活性ガス吹き込み用ランス５はその先端から溶鋼１中にＡｒガスのような不活性ガス６を吹き込み、溶鋼１を攪拌する。
【００２２】
滓化判定装置２０は、電流サンプリング部（電流取得部）１１と、周波数解析部１２と、低周波信号成分強度抽出部１３と、滓化判定部１４とを有する。
【００２３】
電流サンプリング部１１は、電流センサ１５により検知した溶鋼加熱のために通電中のアーク電流値（交流電流値）をサンプリング（取得）する。周波数解析部１２は、サンプリングした電流値を周波数解析する。低周波信号成分抽出部１３は、周波数解析により得られた周波数－強度信号から、例えばバンドパスフィルタにより、電源周波数の倍数でない低周波の周波数における信号成分の強度を抽出する。滓化判定部１４は、低周波信号成分抽出部１３で抽出された信号成分の強度に基づいて、フラックスの滓化判定を行う。
【００２４】
上記の電流サンプリング部１１と周波数解析部１２は、溶鋼加熱中の交流電流値を取り込み周波数解析する手段を構成し、低周波信号成分抽出部１３と滓化判定部１４は、周波数解析により得られた周波数－強度信号のうち電源周波数の倍数でない低周波の周波数に

おける信号成分の強度に基づいて滓化判定する手段を構成する。

【００２５】

以上のように構成される取鍋精錬設備１００においては、商用電源（交流電源）３０からアーク電極７に給電することによりアーク８を形成し、その際に発生する熱により溶鋼１を加熱する。そして、不活性ガス吹き込み用ランス５による不活性ガスの吹き込みにより溶鋼１を攪拌する。これにより溶鋼１の脱硫プロセスが行われる。

【００２６】

脱硫プロセスは、滓化期、脱硫期、仕上げ期に分けられ、滓化期では投入したフラックス３を滓化させる。滓化完了後、脱硫期に移り、溶鋼の攪拌力を強めることで効率的に脱硫を行うことができる。強攪拌への移行は、滓化完了を確認して行う必要がある。

【００２７】

このため、本実施形態では、滓化判定装置２０により滓化完了の判定を行う。滓化判定装置２０における処理の流れを図２に示す。

まず、電流サンプリング部（電流取得部）１１で、電流センサ１４により検知した溶鋼加熱中のアーク電流値（交流電流値）をサンプリング（取得）する（ステップＳＴ１）。次いで、周波数解析部１２で、電流サンプリング部１１でサンプリングされた電流信号の周波数解析を行う（ステップＳＴ２）。次いで、低周波信号成分抽出部１３で、周波数解析により得られた周波数－強度信号から電源周波数の倍数でない低周波の周波数における信号成分の強度を抽出する（ステップＳＴ３）。次いで、滓化判定部１４で、低周波信号成分抽出部１３で抽出された信号成分の強度に基づいてフラックスの滓化判定を行う（ステップＳＴ４）。

【００２８】

上記のステップＳＴ１とステップＳＴ２は、溶鋼加熱中の交流電流値を取り込み周波数解析するステップを構成し、ステップＳＴ３とステップＳＴ４は、周波数解析により得られた周波数－強度信号のうち電源周波数の倍数でない低周波の周波数における信号成分の強度に基づいて滓化判定するステップを構成する。

【００２９】

溶鋼加熱のための交流電流値の周波数解析を実施すると、電源周波数（東日本：５０Ｈｚ、西日本：６０Ｈｚ）の倍数の強度が、それ以外の周波数の強度に比して高くなるが、フラックスの滓化が進行すると電源周波数の倍数以外の周波数の強度が低下して電源周波数の倍数の周波数の強度が高くなる傾向がより明確になる。この傾向は、特に０～３００Ｈｚ程度の低周波数領域において顕著である。

【００３０】

そこで、本実施形態では、例えばバンドパスフィルタにより、周波数解析によって得られた周波数－強度信号から、電源周波数の倍数でない低周波の周波数（例えば０～（電源周波数－１０Ｈｚ））における信号成分の強度を抽出する。この信号成分の強度は滓化の進行により低くなるから、その信号成分の強度に基づいてフラックスの滓化判定を行うことができる。例えば、電源周波数の倍数でない低周波の周波数における信号成分の強度の閾値を定め、その強度が閾値以下である状態が一定時間以上（例えば３０秒以上）持続したことをもってフラックスの滓化が完了したと判定することができる。

【００３１】

図３は、横軸に時間をとり、縦軸に周波数をとって、滓化期における交流電流に対する周波数解析結果をマップで示したものである。図３は西日本におけるデータであり、電源周波数である６０Ｈｚが特に大きく、その倍数成分（特に奇数倍）も強く表れていることが分かる。また図３より、未滓化状態である加熱初期では広い周波数域にわたって電流レベルが大きくなっており、未溶解の石灰や合金によりアークが乱れる様子を示していると考えられる。一方、滓化することにより、電源周波数の倍数（電源周波数も含む）でない周波数の電流レベルが低下することがわかる。

【００３２】

図４は、図３にて６０Ｈｚの倍数成分を避けた低周波成分（特に０～３００Ｈｚ程度の

低周波領域）で変化が大きいことに着目し、周波数解析により得られた周波数－強度信号からバンドパスフィルタにより０～（電源周波数－１０Ｈｚ）である０～５０Ｈｚの低周波成分を抽出し、電流レベルの大きさの時間変化を示した波形図である。ここでは、１０秒間の移動平均処理をしたものを太い実線で示している。抽出した電流成分の信号が小さくなったタイミングと、オペレータが滓化完了したと判断したタイミングは一致しており、本実施形態の電源周波数の倍数でない低周波の周波数（例えば０～（電源周波数－１０Ｈｚ））における信号成分の強度を抽出し、その信号成分の強度に基づいてフラックスの滓化判定を行う方法が有効であることが確認される。

【００３３】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、これらはあくまで例示に過ぎず、制限的なものではないと考えられるべきである。上記の実施形態は、本発明の要旨を逸脱することなく、様々な形態で省略、置換、変更されてもよい。

【００３４】

例えば、上記実施形態では、取鍋製錬炉に本発明を適用した例を示したが、これに限るものではない。

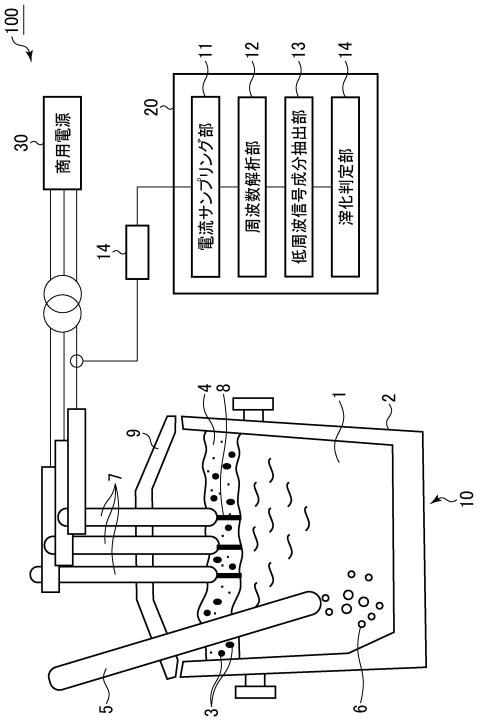
【符号の説明】

【００３５】

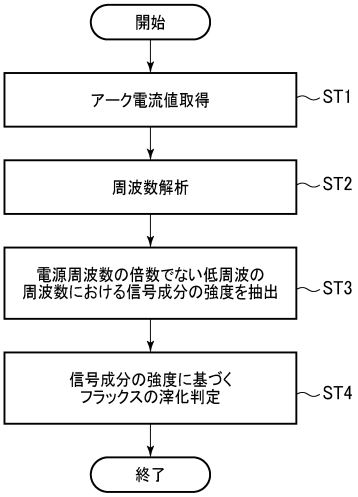
１　金属板
２　取鍋
３　フラックス
４　スラグ
５　不活性ガス吹き込みランス
６　不活性ガス
７　アーク電極
８　アーク
９　蓋体
１０　取鍋製錬炉
１１　電流サンプリング部
１２　周波数解析部
１３　低周波信号成分抽出部
１４　滓化判定部
２０　滓化判定装置
３０　商用電源（交流電源）
１００　取鍋製錬設備

【図面】

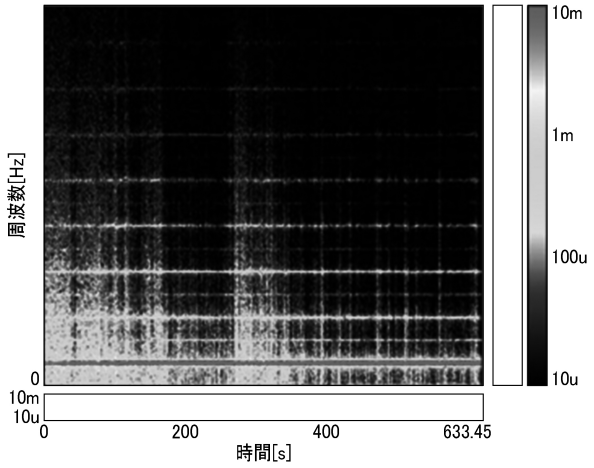
【図１】


100
30
商用電源
20
11
12
13
14
電流サンプリング部
周波数解析部
低周波信号成分抽出部
滓化判定部
14
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

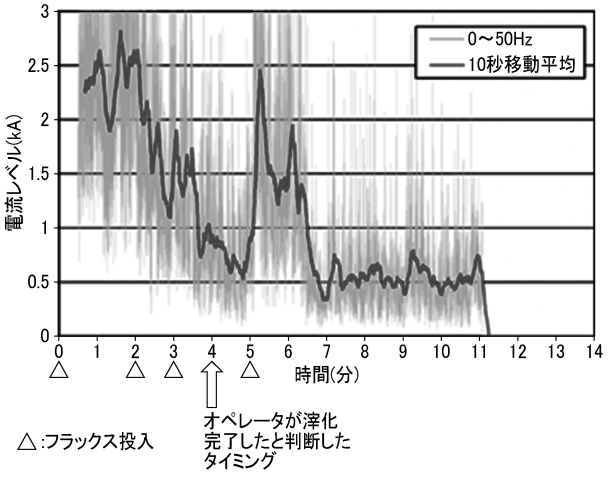
【図２】


開始
アーク電流値取得
ST1
周波数解析
ST2
電源周波数の倍数でない低周波の
周波数における信号成分の強度を抽出
ST3
信号成分の強度に基づく
フラックスの滓化判定
ST4
終了

【図３】


周波数[Hz]
0
10m
10u
0
200
400
633.45
時間[s]
10m
1m
100u
10u

【図４】


0～50Hz
10秒移動平均
電流レベル(kA)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
時間(分)
△:フラックス投入
オペレータが滓化
完了したと判断した
タイミング

フロントページの続き

Ｆターム（参考） CC01 CD02 CF13 EA03 EA05 FA00