

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4189053号  
(P4189053)

(45) 発行日 平成20年12月3日(2008.12.3)

(24) 登録日 平成20年9月19日(2008.9.19)

(51) Int. Cl. F 1  
**C 2 5 F 1/06 (2006.01)** C 2 5 F 1/06 B  
 C 2 5 F 7/00 (2006.01) C 2 5 F 7/00 E

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願平10-96384	(73) 特許権者	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22) 出願日	平成10年4月8日(1998.4.8)	(74) 代理人	100062421 弁理士 田村 弘明
(65) 公開番号	特開平11-293499	(74) 代理人	100068423 弁理士 矢葺 知之
(43) 公開日	平成11年10月26日(1999.10.26)	(72) 発明者	田所 裕 北九州市戸畑区飛幡町1-1 新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所 内
審査請求日	平成16年12月17日(2004.12.17)	(72) 発明者	高橋 明彦 北九州市戸畑区飛幡町1-1 新日本製鐵株式会社 八幡製鐵所 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステンレス鋼の高速電解脱スケール方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステンレス鋼帯の脱スケールおよび表面粗度調整を行う方法として、ピーク値を脱スケール可能な電流密度以上としたパルス反転電流を用いて電解し、その電流印加パターンを、正電流の時間比率を80%以上、かつ1周期における正電流継続時間を、印加してから電気分解による気泡発生に要する時間以上に設定し、かつ前記電解工程を2段階に分けて、その第1段階を間接通電方式とし水平電極の酸洗槽を用い、第2段階を直接通電方式とし垂直電極の酸洗槽を用いることを特徴とするステンレス鋼の高速電解脱スケール方法。

【請求項2】

パルス反転電流の電流印加パターンについて、正電流の時間比率を90%以上99%以下とすることを特徴とする請求項1記載のステンレス鋼の高速電解脱スケール方法。

【請求項3】

垂直電極の酸洗槽の槽底および槽側壁にローラーを設置し、鋼板を前記ローラーのエッジのみで支持することを特徴とする請求項1または2記載のステンレス鋼の高速電解脱スケール方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、熱処理後表面に酸化スケールが付着したステンレス鋼帯の電解による脱スケール方法および表面仕上げ方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

ステンレス鋼板の、熱間圧延あるいは冷間圧延に引続き行われる熱処理後の脱スケール方法には、大きく分けて浸漬法、電解法があるが、短時間に酸洗をおこなうためには、電解法が適している。

## 【0003】

ステンレス鋼の電解脱スケール方法に関しては、特開平2-47299号公報にステンレス鋼の冷延焼鈍鋼帯を硝酸濃度と硝酸に溶存する塩素濃度が特定範囲を満足し、かつ該硝酸液中にZn, Snなどの特定金属の1種または2種以上を5g/l以上となるように添加した溶液を用い、電解槽でステンレス鋼を少なくとも1度陽陰両極性とし、電解槽出側での最終極性を陰極として電解処理を行うことを特徴とするステンレス鋼の脱スケール方法が開示されている。

10

## 【0004】

また、特開平2-47300号公報には、ステンレス鋼の冷延焼鈍鋼帯を硫酸濃度900~1250g/lでかつZn, Snなどの特定金属の1種または2種以上を10g/l以上となるように添加した溶液を用い、電解槽でステンレス鋼を少なくとも1度陽陰両極性とし、電解槽出側での最終極性を陰極として電解処理を行うことを特徴とするステンレス鋼の脱スケール方法が開示されている。これらの発明における陽陰の連続電解時間は、実施例をみても少なくとも1秒以上としている。

## 【0005】

また、特公昭63-45480号公報には、電解酸洗法の極性は、普通は鋼板を陽極に配して行うが、鋼種目的によってはまず、陰極酸洗を短時間行い、引き続き陽極酸洗を配す等その選択は自由である交番電解酸洗法が開示されている。

20

## 【0006】

電流パターンを変化させて電解研磨を行う技術については、特公昭63-45480号公報に被研磨金属および不溶性対極をそれぞれ電解研磨液中に浸漬し、被処理金属と対極との間に正及び負の電圧を交互に印加するとともに、その周波数、および正負の反転比率を変化させることにより金属の表面研磨をおこなうことを特徴とする電流反転電解による電解研磨方法が開示されている。しかし、これは、表面処理を行う前工程として鏡面光沢を得るため素材を電気化学的に溶解する方法であり、表面のスケール層の溶解、脱離を目的とする脱スケールとは全く異なる技術である。

30

## 【0007】

また、他に特開平8-337898号公報には、整流波形を所定のスイッチングタイムで極性反転させるとともにその反転部分に所定時間幅を持たせて整流波形にパルスを形成することにより電解研磨用波形を生成し、その電解研磨用波形を、被処理金属を一方の電極とし電解質溶液を媒体として形成した通電回路に通電し、その通電によって被処理金属の電解研磨を行うことを特徴とする金属表面の電解研磨方法が開示されている。この発明においては、パルスによる瞬間的な逆極性がスケール除去に有効であり、そのパルスの条件としては、プラス側のパルス幅に対するマイナス側のパルス幅の割合(極性反転割合)が10~40%、パルス数が200~1500ヘルツであることを特徴としている。

40

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

ステンレス鋼板製造の脱スケール工程において、前述のような従来の電解脱スケール方法では、約5秒以上の電解時間が必要とされている。この脱スケール所要時間によって製造ラインスピードが大きく制約される。例えば現状60m/minのラインスピードにおいて30%電解時間が短縮されれば、約1.7倍(100m/min)のラインスピードが可能となる。

本発明は、これら従来の電解脱スケール方法よりもさらに短時間で脱スケールおよび表面粗度調整をおこなう具体的な方法を提供することを目的とする。

## 【0009】

50

また、電解方法には直接通電方式と間接通電方式があるが、ステンレス鋼板の連続電解脱スケール設備については、電力ロスを抑制し省スペースを実現しながら電解処理の最適設備を選択する必要がある。

そこで本発明の方法を具現化する最適な設備配列についても提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明は、以下の構成を要旨とする。

(1) ステンレス鋼帯の脱スケールおよび表面粗度調整を行う方法として、ピーク値を脱スケール可能な電流密度以上としたパルス反転電流を用いて電解し、その電流印加パターンを、正電流の時間比率を80%以上、かつ1周期における正電流継続時間を、印加してから電気分解による気泡発生に要する時間以上に設定し、かつ前記電解工程を2段階に分けて、その第1段階を間接通電方式とし水平電極の酸洗槽を用い、第2段階を直接通電方式とし垂直電極の酸洗槽を用いることを特徴とするステンレス鋼の高速電解脱スケール方法。

10

(2) パルス反転電流の電流印加パターンで、正電流の時間比率を90%以上99%以下とすることを特徴とする前記(1)記載のステンレス鋼の高速電解脱スケール方法。

(3) 垂直電極の酸洗槽の槽底および槽側壁にローラーを設置し、鋼板を前記ローラーのエッジのみで支持することを特徴とする前記(1)又は(2)記載のステンレス鋼の高速電解脱スケール方法。

【0011】

20

【発明の実施の形態】

以下に本発明を詳細に説明する。

本発明者は、電解酸洗法によりステンレス鋼帯の脱スケールおよび表面粗度調整を行う方法におけるパルス反転電流の効果について、さまざまな調査を行った。その結果、電流印加パターンにおける正電流の時間比率を従来よりも高くしたときに、酸洗時間の短縮が図れることを知見したものである。

【0012】

図1に、電流密度 $40\text{ A/dm}^2$ の間接通電方式で、パルス反転電流の1周期を $0.1\text{ sec}$ としたときの、正電流時間比率と脱スケール完了時間との関係を示す。正電流時間比率が80%以上の場合に、脱スケール完了時間が定電流電解の場合(正電流時間比率100%)よりも短くなっており、90~99%で特に短縮されている。

30

【0013】

この結果から、本発明における正電流時間比率を80%以上、さらに好ましい範囲として90~99%と規定した。このように正電流時間比率を規定することで酸洗時間が短縮されるのは、以下の理由によると考えられる。電解酸洗によるスケールおよび鋼板の溶解は正電流のときに主として発生する。しかしながらその溶解は一般には鋼板の表面に均一に発生せず、不規則に分布する。そして通電中は発生部位の移動は少ないため、均一な溶解を行うには、適当な間隔で電流を反転してやる必要がある、しかしながら負電流の間は溶解量が少ないため、その時間は短い方が望ましいのである。

【0014】

40

また図2に、正電流比率を95%固定とした時の、1周期の正電流時間と脱スケール完了時間との関係を示す。正電流時間がおよそ $0.008$ 秒以上で気泡が発生するようになり、かつこの条件において、脱スケール完了時間が大きく短縮されている。

【0015】

この結果から本発明の請求範囲として、パルス電流の最大電流密度を脱スケール可能な値とし、かつ1周期における正電流継続時間を、印加してから電気分解による気泡発生に要する時間以上に設定することを要件とした。気泡発生に必要な電流密度および時間は酸洗液の組成などにより異なるが、おおよそ $1\text{ mA/dm}^2$ 以上および $0.001$ 秒以上である。

【0016】

50

電解方法には直接通電方式と間接通電方式がある。直接通電方式は、系外からコンダクター・ロールを經由して鋼板へ直接入電する方式であり、間接通電方式は、電解液中に浸漬した一对の正負電極の正極側から電解液を介して鋼板へ入電し、鋼板中を導電した電流を再び電解液を介して負極側から出電する方式である。

【 0 0 1 7 】

直接通電方式における問題点は、通電面積が大面積となるので電気抵抗が大きくなり、大電圧を要することである。パターンを変えて電流を印可する場合、間接電解では、通板中の極間距離の変動によって、電極面上の位置により電流密度が変動する要因が加わるため、高周波の正負電流においては、直接通電より正負反転の効果が小さくなる。低周波数の場合は、極間距離が十分小さければ、直接通電でも間接通電でも、正負反転の効果はほぼ同等である。

10

【 0 0 1 8 】

この正負反転の効果が変わらなくなる周波数の境界は、階段状の波形を用いて調査した結果 1 Hz であることが分かった。周波数がこれより小さくなると全電解時間に対し、反転回数が減少し正負反転効果が小さくなるので、下限を 0.1 Hz とした。0.1 Hz から 1 Hz の間では間接電解の場合、定電流電解で、電極配置を変えることで、正負極の切換えが可能である。しかも、間接電解では、鋼板に直接電流が流れ込まないので低電圧で電解可能である。直接通電では、周波数が 100 Hz を超えると脱スケール時間短縮の効果が小さくなったので、上限を 100 Hz とした。

【 0 0 1 9 】

以上より、脱スケールに必要な電気量を少なくし、電源におけるトータル電気出力を最小化し、電解槽の大きさをできるだけ小さくし、しかも処理速度 = 通板速度を増大させる方法としては、前工程にて間接電解により大部分のスケールを溶解し、後工程にて直接電解高周波反転電流により、残スケールを溶解する方法が最適であることが判明した。

20

【 0 0 2 0 】

また、水平電極酸洗槽（横型）と垂直電極酸洗槽（縦型）には以下の特徴がある。横型では表面品質において表面脱スケールむらが発生する。これは電解反応で大量に発生する  $H_2$ 、 $O_2$  ガスが鋼板 - 電極間に滞留してひきおこされるものと考えられている。また横型においては通板速度に応じて槽を長くする必要があり、広い設備スペースが必要となる。

【 0 0 2 1 】

縦型では、電解反応で大量に発生する  $H_2$ 、 $O_2$  ガスが抜けやすいので、ガス滞留に起因する脱スケールむらの発生は抑制される。また、上下方向に通板されるので、設備スペースも小さくて済む。しかし、縦型においては、シンクロロールと鋼帯の隙間への、スケール溶解物から生成されるスラッジ等異物巻き込みにより、鋼帯表面疵発生懸念がある。従って、シンクロロールをスラッジ滞留層にかかる程深く設置できないため鋼帯の浸漬長さが短くなり、電解時間を確保するためには、複数個の電解槽を通板せざるを得なくなる。従って縦型（一槽）では、短時間の電解脱スケールにしか適用できない。

30

【 0 0 2 2 】

そこで上記電流パターンと電解槽の組合せとして、前工程の間接電解により鋼帯表面の大部分のスケールを溶解せしめるには横型を用い、後工程の直接電解高周波正負電流により、残スケールを溶解せしめるには縦型を用いる組合せが最適であるとの結論に達した。さらに、縦型電解槽においては、スケール溶解物から生成されるスラッジ等異物巻き込みによる表面疵発生防止のために、新たに、槽中で鋼帯を  $90^\circ$  回転して鋼板上にスラッジが滞留しない構造、および槽中で、従来のシンクロロールを撤廃し、エッジで鋼帯をガイドすることにより異物巻き込みによる表面疵発生を防止した構造を考案した。

40

【 0 0 2 3 】

図 3 及び図 4 は本発明の実施例であって、水平電極電（横型）電解槽 A と垂直電極（縦型）電解槽 B を連結した電解スケール装置の例を示している。図において 1 は入側ロール、2 は電極、3 は直流電源、4 はガイドロール、5 はコンダクターホイール（ロール）6 は反転電流電源、7 はエッジガイド、8 はガイドロールである。

50

## 【0024】

図3は、槽中で鋼帯を90°回転して鋼板上にスラッジが滞留しない構造であり、垂直電解槽Bに導入された鋼帯sは、ガイドロール4によって、進行方向を回転軸として、右または左回りに90°まで回転しながら進行する。90°回転したところで、回転式コンダクタホイール5が鋼帯のエッジに接触し、鋼帯に平行に配置された対極との間で、鋼帯は電解脱スケールされる。従来のようなコンダクタロールが鋼帯表面に直接接触するものでないこと、およびスラッジ、ガスが鋼帯上に滞留しないことにより、表面疵発生が防止される。

## 【0025】

図4には、槽中で、鋼帯sの上下進行方向を変えるための従来のシンクロールを撤廃し、槽中にエッジガイド7を設けエッジで鋼帯の進行方向をガイドする構造を示す。この方法により従来法で見られるようなシンクロールと鋼帯間の異物巻き込みによる表面疵発生が防止される。

## 【0026】

## 【実施例】

## (実施例1)

430系、410系のステンレス鋼板(板厚1.0mm)を連続焼鈍ラインで焼鈍した後、表1に示すように、酸洗条件として1サイクル中の陽極/陰極時間を変えて、脱スケールを行った。表1に示すように本発明の条件で電解処理すれば、いずれも従来法より短時間で脱スケールできることが明らかである。

## 【0027】

## 【表1】

	対象	原板	電解パターン 正/負(秒)	正電流比率 (%)	電解時間 (秒)
1	比較法	A	定電流	100	7.0
2	"	B	定電流	100	7.0
3	本発明	A	0.06/0.015	80	5.0
4	"	A	1.00/0.01	99	4.0
5	"	A	0.25/0.01	96.2	4.0
6	"	A	0.06/0.003	95.2	4.0
7	"	B	1.00/0.01	99.0	4.0
8	"	B	0.25/0.01	96.2	4.0
9	"	B	0.06/0.003	95.2	4.0

原板：A：430系、B：410系

酸洗液組成：H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>：100g/l+NaNO<sub>3</sub>：100g/l+Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>：100g/l+Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>：10g/l

酸洗温度：50℃

電流密度 40A/dm<sup>2</sup>m<sup>2</sup>

## 【0028】

## (実施例2)

304系、316系のステンレス鋼板(板厚1.0mm)を連続焼鈍ラインで焼鈍した後、表2に示すように、酸洗条件として1サイクル中の陽極/陰極時間を変えて、脱スケールおよび表面粗度調整を行った。表2に示すように本発明の条件で電解処理すれば、いずれも従来法より短時間で脱スケールできることが明らかである。

## 【0029】

【表 2】

	対象	原板	電解パターン 正/負 (秒)	正電流比率 (%)	電解時間 (秒)
1	比較法	C	定電流	100	8.0
2	"	D	定電流	100	8.0
3	本発明	C	0.06/0.015	80	6.0
4	"	C	1.00/0.01	99	5.5
5	"	C	0.25/0.01	96.2	5.5
6	"	C	0.06/0.003	95.2	5.5
7	"	D	1.00/0.01	99.0	5.5
8	"	D	0.25/0.01	96.2	5.5
9	"	D	0.06/0.003	95.2	5.5

原板：C 304系、D 316系

酸洗液組成：  $H_2SO_4$  : 100 g/l +  $NaNO_3$  : 100 g/l +  $Na_2SO_4$  : 100 g/l +  $NaBF_4$  : 10 g/l

酸洗温度： 50℃

電流密度： 40 A/dm<sup>2</sup>m

## 【0030】

(実施例3)

17%Cr-1.2%Moを含むステンレス鋼板(板厚1.0mm)を連続焼鈍ラインで焼鈍した後、表3に示すように、2段階の電解酸洗設備の各段階の条件を変更して、脱スケールを行った。表3に示すように、従来法であるNo.4と比べ、本発明の条件であるNo.2、3ではより短時間で脱スケールでき、さらに本発明例である第2段階で直接通電法を用いたNo.1の場合、さらに酸洗時間が短縮されている。

## 【0031】

【表3】

10

20

30

No	第1段階				第2段階				酸洗時間(秒)
	正電流時間(秒)	負電流時間(秒)	正電流比率(%)	通電種類	正電流時間(秒)	負電流時間(秒)	正電流比率(%)	通電種類	
1	4.5	0.5	90	水平電極 (間接通電)	0.45	0.05	90	垂直電極 (直接通電)	8
2	4.5	0.5	90	水平電極 (間接通電)	0.45	0.05	90	水平電極 (間接通電)	13
3	4.5	0.5	90	水平電極 (間接通電)	4.5	0.5	90	水平電極 (間接通電)	15
4	定電流	-	100	水平電極 (間接通電)	定電流	-	100	水平電極 (間接通電)	20

酸洗液組成:  $\text{H}_2\text{SO}_4:100\text{g}/1+\text{NaNO}_3:100\text{g}/1+\text{Na}_2\text{SO}_4:100\text{g}/1+\text{Na}_2\text{SiF}_6:10\text{g}/1$

酸洗温度:  $50^\circ\text{C}$

電流密度  $40\text{A}/\text{dm}^2$

【0032】

【発明の効果】

以上に説明したように、本発明はステンレス鋼板の脱スケール時間を一定電流密度で電解する場合に比べ30～40%短縮でき、ラインスピードを大幅に上昇させることを可能とするものであり、その工業的価値は極めて高いものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】ステンレス鋼板の脱スケール完了時間の正電流時間比率依存性を示す図。

【図2】ステンレス鋼板の脱スケール完了時間の正電流時間依存性を示す図。

【図3】本発明の、水平電極電解槽と垂直電極電解槽を連結した電解脱スケール装置の一

10

20

30

40

50

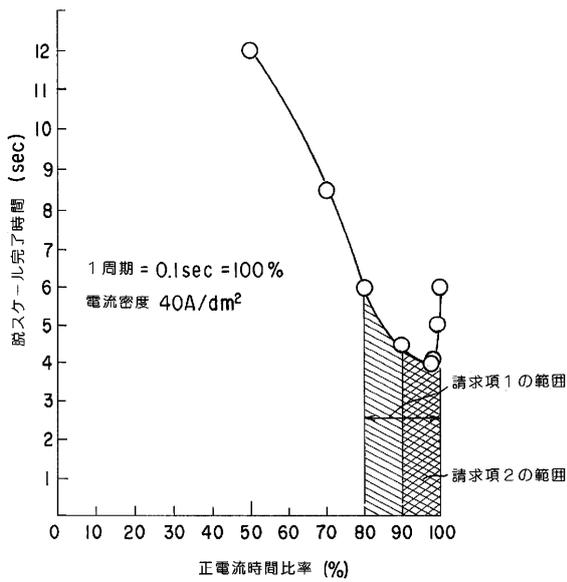
例を示す概要図。

【図4】本発明の、水平電極電解槽と垂直電極電解槽を連結した電解脱スケール装置の別の例を示す概要図。

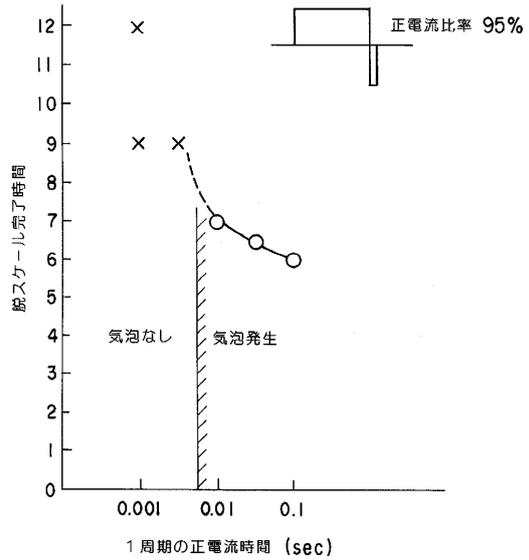
【符号の説明】

- 1：入側ロール
- 2：電極（対極）板
- 3：直流電源
- 4：ガイドロール
- 5：コンダクタホイール
- 6：反転電流電源
- 7：エッジガイド
- 8：ガイドロール

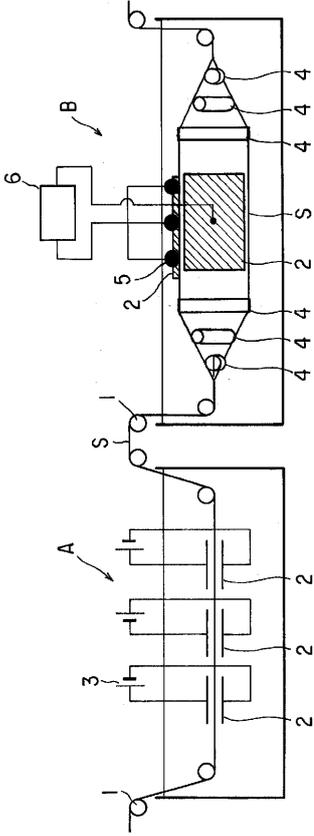
【図1】



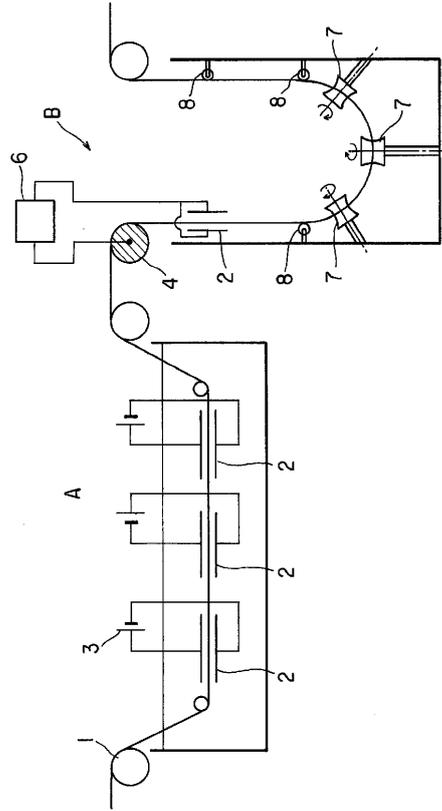
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

審査官 瀬良 聡機

- (56)参考文献 特開昭60-159200(JP,A)  
特開昭60-116800(JP,A)  
特開昭63-166999(JP,A)  
特開昭62-044599(JP,A)  
特開昭48-065127(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C25F 1/00-7/02

C23G 1/00-5/06