

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6418175号  
(P6418175)

(45) 発行日 平成30年11月7日(2018.11.7)

(24) 登録日 平成30年10月19日(2018.10.19)

(51) Int.Cl. F I  
**C 2 3 C 2/02 (2006.01)** C 2 3 C 2/02  
**C 2 3 C 2/06 (2006.01)** C 2 3 C 2/06  
**C 2 3 C 2/40 (2006.01)** C 2 3 C 2/40  
**C 2 1 D 9/56 (2006.01)** C 2 1 D 9/56 1 O 1 C

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2016-25514 (P2016-25514)	(73) 特許権者	000001258
(22) 出願日	平成28年2月15日 (2016. 2. 15)		J F E スチール株式会社
(65) 公開番号	特開2017-145430 (P2017-145430A)		東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(43) 公開日	平成29年8月24日 (2017. 8. 24)	(74) 代理人	100158573
審査請求日	平成29年9月22日 (2017. 9. 22)		弁理士 尾崎 大介
		(74) 代理人	100123386
			弁理士 熊坂 晃
		(74) 代理人	100184859
			弁理士 磯村 哲朗
		(74) 代理人	100196667
			弁理士 坂井 哲也
		(74) 代理人	100130834
			弁理士 森 和弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露点制御方法および溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

加熱帯と、均熱帯と、冷却帯とがこの順に配置される焼鈍炉において、前記焼鈍炉内に供給される加湿ガスの計算流量に、下記式(1)で算出される流量補正值Cを乗じたものを加湿ガスの目標流量として炉内に供給する加湿ガスの流量調整を行うことを特徴とする露点制御方法。

$$C = A \times B \cdots (1)$$

式(1)において、

A：上位計算機で管理される炉内の鋼板の板幅に応じて設定される板幅補正值

B：炉内の基準通板速度と実際の炉内の通板速度との比である通板速度補正值

である。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の露点制御方法を用いて鋼板を焼鈍した後、前記焼鈍炉に隣接される溶融亜鉛めっき設備にて溶融亜鉛めっきを施すことを特徴とする溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、連続溶融亜鉛めっき設備を用いた溶融亜鉛めっき鋼板製造時の、炉内雰囲気ガスによる露点制御方法に関する。また、本発明は、この露点制御方法を用いた溶融亜鉛

めっき鋼板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、自動車、家電、建材等の分野において、構造物の軽量化等に寄与可能な高張力鋼板の需要が高まっている。このような高張力鋼板としては、鋼中にSiを添加すると穴広げ性の良好な高張力鋼板が製造できることがわかっている。

【0003】

溶融亜鉛めっき鋼板は、還元雰囲気又は非酸化性雰囲気中で600～900程度の温度で母材の鋼板を加熱焼鈍した後に、該鋼板に溶融亜鉛めっき処理を行うことによって製造される。また、合金化溶融亜鉛めっき鋼板は、溶融亜鉛めっき処理後に亜鉛めっきを加熱合金化することによって製造される。しかし、Siを多量に（特に0.2質量%以上）含有する高張力鋼板を母材として溶融亜鉛めっき鋼板や合金化溶融亜鉛めっき鋼板を製造する場合、以下の問題がある。

【0004】

鋼中のSiは易酸化性元素であるため、一般的に用いられる還元雰囲気又は非酸化性雰囲気中でも選択酸化されて、鋼板の表面に濃化し、酸化物を形成する。この酸化物は、めっき処理時の溶融亜鉛との濡れ性を低下させて、不めっきを生じさせる。そのため、鋼中Si濃度の増加と共に、濡れ性が急激に低下して不めっきが多発する。また、不めっきに至らなかった場合でも、めっき密着性に劣るという問題がある。さらに、鋼中のSiが選択酸化されて鋼板の表面に濃化すると、溶融亜鉛めっき後の合金化過程において著しい合金化遅延が生じ、生産性を著しく阻害するという問題もある。

【0005】

このような問題に対応するため、Si等の易酸化性元素を多量に含む溶融亜鉛めっき鋼板の製造時に炉内雰囲気ガスの露点を制御することで、めっき密着性を高くし、良好なめっき外観を得る手法が検討されてきた。

【0006】

例えば特許文献1には、炉内ガスの露点を測定しながら、その測定値に応じて、炉内ガスの供給及び排出の位置を変化させることによって、還元炉内ガスの露点を制御して、鋼板の表面にSiが濃化するのを抑制する技術が記載されている。

【0007】

また、特許文献2には、内部酸化が十分に起こるまでの比較的低温域での鋼板の表面濃化を抑制する技術が記載されている。特許文献2では、窒素雰囲気中に設置した水タンクを加熱して加湿した窒素ガスが流れる配管を予め別途設置し、加湿した窒素ガス中に水素ガスを導入して混合し、これを炉内に導入することで雰囲気露点を制御している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2009-209397号公報

【特許文献2】特開2011-219779号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、特許文献1に記載の方法では、焼鈍炉に供給する炉内雰囲気ガスは加湿装置を用いていないため、炉内の露点は一定ではない。そのため、めっき密着性を高くすることができる露点領域になるように、安定的に露点を制御することが困難である。また、仮に露点が上昇した場合には炉上部の露点が高くなりやすく、例えば、炉下部の露点計で0となったときには、炉上部では+10以上の高露点雰囲気となる場合がある。仮にそのまま長期間操業すると、焼鈍炉内のロールに酸化スケールが付着し、鋼板に押し疵、いわゆるピックアップ欠陥が発生する恐れがある。

【0010】

10

20

30

40

50

また、特許文献2に記載の方法では、炉内雰囲気露点を制御する際に、炉内雰囲気露点を測定し、加湿した窒素ガス中に水素ガスを導入して混合し、これを炉内に導入することで露点を制御している。鋼板サイズや通板速度によって、炉内露点は変化するため、露点を安定的に制御するためには、鋼板サイズや通板速度も考慮して加湿した窒素ガスを供給し、露点を制御する必要がある。しかしながら、特許文献2では鋼板サイズや通板速度を考慮していない。また、炉内露点を測定し、それに応じて加湿ガス流量を調整するフィードバック制御のみでは、露点制御の応答が遅いため、安定的に制御することが困難である。

#### 【0011】

本発明は、かかる事情に鑑み、露点をより精密に制御し、めっき性に優れる溶融亜鉛めっき鋼板を製造することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0012】

本発明者らは、鋭意検討した結果、鋼板サイズや通板速度を考慮する必要があると考えた。その結果、連続溶融亜鉛めっき設備を用いた溶融亜鉛めっき鋼板製造時の炉内雰囲気ガスの露点を制御する際に、炉内に供給される加湿ガスの計算流量に、炉内の鋼板の板幅補正值A[m m]と通板速度補正值B[m p m]に基づき決定される流量補正值Cを乗じたものを加湿ガスの目標流量として炉内に供給される加湿ガス流量を調整することで、露点をより精密に制御し、めっき性に優れる溶融亜鉛めっき鋼板を製造することを見出した。

#### 【0013】

上記課題を解決するための本発明の要旨は、以下のとおりである。

[1]加熱帯と、均熱帯と、冷却帯とがこの順に配置される焼鈍炉において、前記焼鈍炉内に供給される加湿ガスの計算流量に、下記式(1)で算出される流量補正值Cを乗じたものを加湿ガスの目標流量として炉内に供給する加湿ガスの流量調整を行うことを特徴とする露点制御方法。

$$C = A \times B \cdots (1)$$

式(1)において、

A：上位計算機で管理される炉内の鋼板の板幅に応じて設定される板幅補正值

B：炉内の基準通板速度と実際の炉内の通板速度との比である通板速度補正值

である。

[2][1]に記載の露点制御方法を用いて鋼板を焼鈍した後、前記焼鈍炉に隣接される溶融亜鉛めっき設備にて溶融亜鉛めっきを施すことを特徴とする溶融亜鉛めっき鋼板の製造方法。

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

本発明によれば、連続溶融亜鉛めっき設備を用いた溶融亜鉛めっき鋼板製造時の炉内雰囲気ガスの露点をより精密に制御することができる。したがって、本発明の露点制御方法を用いることにより、めっき密着性を高くし、良好なめっき外観を有する溶融亜鉛めっき鋼板を得ることができる。

#### 【0015】

なお、本発明における溶融亜鉛めっき鋼板とは、合金化しない溶融亜鉛めっき鋼板と合金化した合金化溶融亜鉛めっき鋼板の両方を意味する。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0016】

【図1】図1は、本発明の連続溶融亜鉛めっき設備の焼鈍炉および溶融亜鉛めっき装置の構成を示す模式図である。

【図2】図2は、本発明における焼鈍炉内へ供給するガスのフロー図である。

【図3】図3は、焼鈍炉内に供給される混合ガスの制御ブロック図である。

【図4】図4は、本発明の露点制御方法で制御した場合と、従来の露点制御方法で制御し

10

20

30

40

50

た場合の炉内露点の変化を比較したシミュレーション結果である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面を参照して、本発明について説明する。

【0018】

図1は、本発明の連続溶融亜鉛めっき設備の焼鈍炉および溶融亜鉛めっき装置の構成を示す模式図である。焼鈍炉1内では、加熱帯2、均熱帯3および冷却帯4がこの順に配置される。溶融亜鉛めっき装置5は冷却帯4に隣接し、溶融亜鉛めっき浴6と、溶融亜鉛めっき後の鋼板を合金化するための合金化炉7とを有する。

【0019】

図2は、本発明における、焼鈍炉内へ供給するガスのフロー図である。本発明では、焼鈍炉1の均熱帯3に乾燥ガスおよび混合ガスが供給される（以下、焼鈍炉または均熱帯を単に「炉」と称することもある。）。具体的には、ガス供給管8から乾燥ガス供給管9および混合ガス供給管10が分岐して、乾燥ガスおよび混合ガスが炉内へ供給される。乾燥ガスの流量は、乾燥ガス用流量調節弁11により調整される。そして、所定量の乾燥ガスが乾燥ガス投入口12により炉内へ供給される。乾燥ガスは、露点が $-60 \sim -50$ 程度の $H_2 - N_2$ ガス、または $N_2$ ガスである。

【0020】

混合ガス供給管10については、ガス供給管8から供給された乾燥ガスの一部が加湿装置13により加湿される。そして、乾燥ガスと、加湿装置13により加湿されたガス（以下、単に加湿ガスと称することもある。）が混合されて、混合ガスとなる。混合ガスは、炉内の容積等のライン仕様に合わせた所定の混合比で混合され、所定の露点とされる。

【0021】

なお、混合ガスの露点は混合ガス用露点計14で監視される。混合ガスの流量は、混合ガス用流量調節弁15により調整され、所定量の混合ガスが混合ガス投入口16により炉内へ供給される。また、混合ガスの投入量は、炉内に設置されている炉内ガス露点計17の値に基づき、混合ガス用流量調節弁15により調整される。なお、乾燥ガス供給管9から炉内に供給する乾燥ガスの流量を炉内の容積等のライン仕様から予め決定しておき、この流量となるように乾燥ガス用流量調節弁11の開度が調節される。そして、混合ガス供給管10から混合ガスを炉内に供給することで、炉内において、乾燥ガスと混合ガスとが混ざり合い、所定の露点を得られることとなる。

【0022】

図3は、炉内に供給する混合ガスの制御ブロック図である。本発明では、炉内の露点を制御するために、露点調節器と流量調節器が設けられる。炉内に供給する混合ガス量は、炉圧変動等の外乱の影響を受けるため、露点調節器のみでは露点を精密に制御することができない。そこで、露点調節計と流量調節計を用いて制御を行うことにより、外乱の影響を最小限とすることができる。なお、炉内の露点を制御する際には、流量調節弁15の弁開度を適宜調整することにより、炉内に供給する混合ガス量を調整する。

【0023】

露点調節器に入力されるのは、目標となる炉内露点（目標露点）と、露点計17で計測される現在の炉内露点のフィードバック値の差分である。露点調節器から出力されるのは、目標の炉内露点になるように供給されるべき加湿ガスの計算流量である。本発明では、この計算流量に流量補正值Cを乗じた流量を目標流量とすることを特徴とする。具体的には、この目標流量と、流量計（図示しない）で測定される実際の加湿ガス流量との差分をとったものを流量調節器の入力とする。そして、流量調節弁15の弁開度を調整し、加湿ガス流量（制御対象1）を調整することで、炉内露点（制御対象2）を制御する。

【0024】

流量補正值Cは、下記式(1)で算出される。

$$C = A \times B \cdots (1)$$

式(1)において、

10

20

30

40

50

A：上位計算機で管理される炉内の鋼板の板幅に応じて設定される板幅補正值  
 B：炉内の基準通板速度と実際の炉内の通板速度との比である通板速度補正值  
 である。

【0025】

板幅補正值 A は、上位計算機で管理される。上位計算機には、板幅に応じた板幅補正值 A の設定テーブルがあり、現在炉内にある鋼板の板幅に応じた板幅補正值 A を設定テーブルから選択する。板幅補正值 A の設定テーブルは、炉に挿入される板幅情報、炉の容積、操業条件等を考慮してライン仕様毎に予め設定される。

【0026】

また、通板速度補正值 B は、炉内の基準通板速度と現在の炉内の通板速度の比である。現在の炉内の通板速度は、搬送ロールに設置された P L G (パルスジェネレータ) により測定される通板速度実績である。板幅補正值 A と通板速度補正值 B を算出し、これらに乗じることで流量補正值 C を算出する。

【0027】

露点を安定的に制御するためには、鋼板サイズや通板速度も考慮して加湿した窒素ガスまたは  $H_2 - N_2$  ガスを供給し、露点を制御する必要がある。本発明のように、板幅情報に基づく板幅補正值 A と、通板速度の情報 (速度実績) に基づく通板速度補正值 B とで表される流量補正值 C を、加湿ガスの計算流量に乗じるにより、鋼板サイズや通板速度を考慮することができる。その結果、焼鈍炉内の露点をより精密に制御することができる。

【0028】

以上より、本発明では、加湿ガスの計算流量に流量補正值 C を乗じて、炉内に供給する加湿ガス流量を調整することにより焼鈍炉内の露点をより精密に制御することができる。また、本発明の炉内雰囲気ガスの露点制御方法を用いて溶融亜鉛めっき鋼板または合金化溶融亜鉛めっき鋼板を製造することにより、めっき密着性が高く良好なめっき外観を有する、めっき性に優れた溶融亜鉛めっき鋼板または合金化溶融亜鉛めっき鋼板を得ることができる。

【0029】

なお、合金化溶融亜鉛めっき鋼板の製造条件については特に制限はなく、常法の方法により製造することができる。

【実施例 1】

【0030】

S i を 0 . 2 質量 % 以上含む高張力鋼板を製造するにあたり、本発明の露点制御方法で制御した場合の炉内露点の変化と、従来の露点制御方法 (加湿ガスの計算流量を目標流量とする。すなわち、計算流量に流量補正值 C を乗じずに露点制御をする。) で制御した場合の炉内露点の変化を比較するシミュレーション実験を行った。ここで、炉内目標露点は - 2 0 とした。また、シミュレーションでは経過時間が 3 0 分で炉内通板速度が基準速度より低下し、経過時間が 6 0 分のときに炉内通板速度が基準速度に戻ると仮定した。また、通板させる鋼板は、板幅 : 1 2 0 0 m m 、通板速度 9 0 m p m とした。基準板幅は 1 3 5 0 m m 、基準速度は 9 0 m p m とした。基準板幅を 1 としたときの板幅の変化の割合を A 、基準速度を 1 としたときの通板速度の変化の割合を B として流量補正值 C を算出し、露点制御を行った ( A = 0 . 8 9 ) 。

【0031】

図 4 は、シミュレーション結果である。本発明の露点制御方法も従来の露点制御方法も、炉内通板速度が低下した経過時間 3 0 分で炉内露点が上昇し始めた。本発明の露点制御方法は目標露点である - 2 0 付近にすぐに戻っており、露点が制御されていることがわかる。一方、従来の露点制御方法は、目標露点である - 2 0 に戻るのに時間がかかっていることがわかる。

【0032】

また、本発明の露点制御方法を用いて常法により溶融亜鉛めっき鋼板および合金化溶融

10

20

30

40

50

亜鉛めっき鋼板を製造したところ、めっき密着性およびめっき外観に優れた熔融亜鉛めっき鋼板および合金化熔融亜鉛めっき鋼板を得ることができた。

【符号の説明】

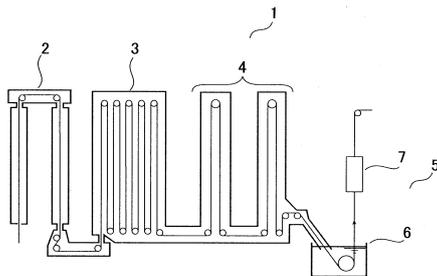
【0033】

- 1 焼鈍炉
- 2 加熱帯
- 3 均熱帯
- 4 冷却帯
- 5 熔融亜鉛めっき装置
- 6 熔融亜鉛めっき浴
- 7 合金化炉
- 8 窒素ガス供給管
- 9 乾燥ガス供給管
- 10 混合ガス供給管
- 11 乾燥ガス用流量調節弁
- 12 乾燥ガス投入口
- 13 加湿装置
- 14 混合ガス用露点計
- 15 混合ガス用流量調節弁
- 16 混合ガス投入口
- 17 炉内ガス露点計

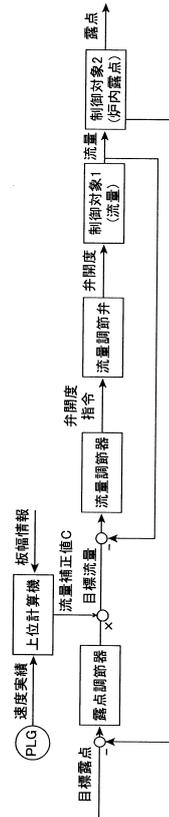
10

20

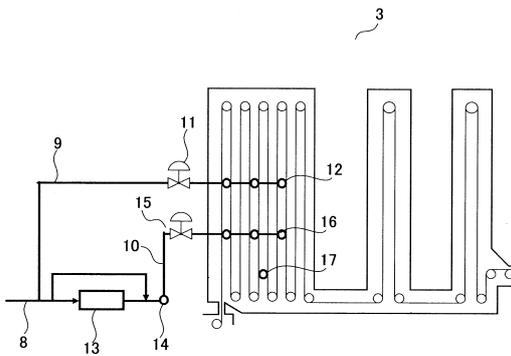
【図1】



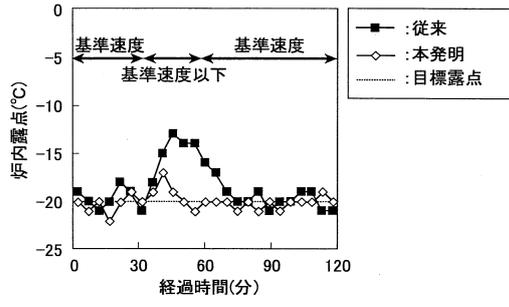
【図3】



【図2】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 近藤 正宏  
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
- (72)発明者 廣山 和敏  
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
- (72)発明者 鈴木 克一  
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
- (72)発明者 武田 玄太郎  
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

審査官 國方 康伸

- (56)参考文献 特開2000-219952(JP,A)  
特開2000-064006(JP,A)  
特開平07-138658(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |         |         |
|---------|---------|
| C 2 3 C | 2 / 0 0 |
| C 2 1 D | 9 / 0 0 |