

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6376342号
(P6376342)

(45) 発行日 平成30年8月22日(2018.8.22)

(24) 登録日 平成30年8月3日(2018.8.3)

(51) Int.Cl. F I
C 2 1 D 9/56 (2006.01) C 2 1 D 9/56 1 0 1 G

請求項の数 5 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-204649 (P2014-204649) (22) 出願日 平成26年10月3日 (2014.10.3) (65) 公開番号 特開2016-74931 (P2016-74931A) (43) 公開日 平成28年5月12日 (2016.5.12) 審査請求日 平成28年5月25日 (2016.5.25)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000001258 J F E 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 110001542 特許業務法人銀座マロニエ特許事務所 (72) 発明者 福永 貴之 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</p> <p>審査官 相澤 啓祐</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハースロール、連続焼鈍設備および連続焼鈍方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加熱帯、均熱帯および冷却帯を有する連続焼鈍設備の炉内で鋼板を支持・搬送するハースロールであって、

上記ハースロールは、加熱帯、均熱帯および冷却帯の炉内温度が700～1300 となる区間に配設されてなり、

シャフト部およびロール本体のすべてが、高温強度が300MPa以上、耐熱衝撃性が700 以上のセラミックスから構成され、

かつ、上記ロール本体は、ロール回転軸を中心とする同心円状の、異なる種類の複数のセラミックス層から構成された多層構造からなり、

ロール寿命が10年以上であることを特徴とするハースロール。ここで、上記高温強度とは、JIS R1604の規定の方法で測定した1300 の温度での曲げ強さ、また、上記耐熱衝撃性とは、JIS R1648の規定の方法で測定した、急冷したときにき裂が発生しない温度差のことをいう。

【請求項2】

上記シャフト部およびロール本体が、異なる種類のセラミックスから構成されてなることを特徴とする請求項1に記載のハースロール。

【請求項3】

複数のセラミックス層において、外層のセラミックスに対する内層のセラミックスの使用温度範囲における熱膨張係数比が0.5～1.5の範囲にあることを特徴とする請求項1

または2に記載のハースロール。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項に記載のハースロールを、加熱帯、均熱帯および冷却帯の炉内温度が700～1300の区間に用いてなることを特徴とする連続焼鈍設備。

【請求項5】

請求項1～3のいずれか1項に記載のハースロールを用いて鋼板に連続的に熱処理を施すことを特徴とする連続焼鈍方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鋼板を搬送しながら連続的に熱処理を施す連続焼鈍炉内に配設されるハースロールと、そのハースロールを用いた連続焼鈍設備に関するものである。

【背景技術】

【0002】

連続焼鈍設備は、コイル状態の鋼板を入側で巻き戻して板状にした後、該鋼板を高温度に保持された炉内に導き、ロール等で支持しながら搬送しつつ、連続的に熱処理を施した後、冷却して炉外に取り出し、再びコイルに巻き取ることにより、鋼板に連続的に熱処理を施す設備であり、近年、冷延鋼板やステンレス鋼板、電磁鋼板等の焼鈍設備として広く用いられている。

【0003】

上記連続焼鈍設備の炉内に設置され、鋼板を支持しながら搬送するハースロールは、従来、耐熱鋼や耐熱合金などで製造されたものが用いられてきた。しかし、ハースロールは、酸化性雰囲気または還元性雰囲気下で700～1300の高温度に保持された炉内に長時間連続して使用されるため、ロールの変形（曲がり）やピックアップなどが発生し易いという問題点がある。ここで、上記のピックアップ（「ビルトアップ」とも称される）とは、鋼板表面の鉄、鉄酸化物、マンガン酸化物等がハースロールの外周面に堆積することをいい、このピックアップが起こると、ハースロールが支持・搬送する鋼板に疵が発生し、製品品質を著しく損ねることになる。

【0004】

そこで、上記問題点が解決する技術として、金属製ロール基材の表面にセラミックスを溶射したものや、金属製ロールにセラミックススリーブやカーボンスリーブ等を取り付けたものなどが開発されている。例えば、特許文献1には、耐熱鋳鋼で作られた基体の表面部に、Zr系珪化物 $ZrSi_2$ を全体の10～70vol%含み残部がMgO, CaO, Y_2O_3 を一種以上重量%で5～20%含有するZr系酸化物からなる溶射被膜を有する耐ビルドアップ性および耐高温剥離性、耐高温摩耗性に優れた熱処理炉用ハースロールが開示されている。また、特許文献2には、金属製のロール軸に、セラミック製のスリーブを外装し、かつ、スリーブを固定する際に発生しやすい割れを抑制するため、スリーブの両端のうち少なくとも一方をその軸方向にロール軸を座とする押付け材により弾圧的に押圧するとともに、スリーブの両端部の内面と外面との間に金属製の薄板をコイル状に巻回状態に配置したハースロールが開示されている。また、特許文献3には、金属製の芯体に、耐ピックアップ性のあるカーボンスリーブを嵌合した熱処理炉用のハースロールが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平06-065708号公報

【特許文献2】特開平01-176021号公報

【特許文献3】特開2005-281791号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0006】

しかしながら、特許文献1に開示の、金属製ロール基材の表面にセラミックスを溶射したロールは、耐ピックアップ性には優れているが、焼鈍炉の炉温や雰囲気等によっては、容易に剥離が起きてしまうことがあり、適用範囲が限定される。また、セラミックスの溶射被膜は、鋼板との摩擦によって磨耗し易く、ロールの取替周期が数年程度と短いため、メンテナンス上問題がある。また、特許文献2に開示の金属製ロール軸にセラミックスリーブを外装したロールは、耐ピックアップ性に優れている。しかし、金属ロール軸にスリーブを外装する必要があるため、固定部分が破損したり、金属とセラミックスの熱膨張差に起因して、ロールに曲がりが発生したりするため、半年程度の短期間でロールを交換したり、固定部を補修したりすることが必要となることがあった。また、特許文献3のカーボンスリーブを外装したハースロールも同様の問題点を抱えている。

10

上記のように、従来のハースロールは、いずれも耐久性の面で問題を抱えており、頻繁にロールを交換したり、補修したりする必要があるため、設備メンテナンス上、大きな負担となっていた。

【0007】

本発明は、従来技術が抱える上記問題点を鑑みてなされたものであり、その目的は、耐ピックアップ性に優れるだけでなく、ロール寿命が長く、長期にわたってメンテナンスが不要なハースロールと、上記ハースロールを用いた連続焼鈍設備を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

20

発明者らは、上記課題を解決するべく、ハースロールを構成する素材に着目して鋭意検討を重ねた。その結果、ハースロールの全体を1種類以上のセラミックスで構成することで、耐ピックアップ性に優れ、かつ、長期にわたってメンテナンスが不要なハースロールを得ることができることを見出し、本発明を開発するに至った。

【0009】

すなわち、本発明は、連続焼鈍炉において鋼板を支持・搬送するハースロールであって、シャフト部およびロール本体のすべてがセラミックスから構成されてなることを特徴とするハースロールである。

【0010】

本発明の上記ハースロールは、異なる種類のセラミックスからなる、ロール回転軸を中心とする同心円状のセラミックス層から構成されてなることを特徴とする。

30

【0011】

また、本発明の上記ハースロールは、上記シャフト部およびロール本体が、異なる種類のセラミックスから構成されてなることを特徴とする。

【0012】

また、本発明の上記ハースロールは、上記ロール本体が、異なる種類のセラミックス層から構成されてなることを特徴とする。

【0013】

また、本発明の上記ハースロールにおける上記セラミックスは、高温強度が200MPa以上、耐熱衝撃性が350以上のものであることを特徴とする。

40

【0014】

また、本発明の上記ハースロールは、外層のセラミックスに対する内層のセラミックスの使用温度範囲における熱膨張係数比が0.5~1.5の範囲にあることを特徴とする。

【0015】

また、本発明の上記ハースロールにおける上記セラミックスは、窒化珪素、炭化珪素、アルミナおよびジルコニアの中のいずれかであることを特徴とする。

【0016】

また、本発明は、上記のいずれかに記載のハースロールを、加熱帯、均熱帯および冷却帯のいずれか1以上に用いてなることを特徴とする連続焼鈍設備である。

【0017】

50

また、本発明の上記連続焼鈍設備は、上記のハースロールを、加熱帯、均熱帯および冷却帯の炉内温度が700～1300の区間に用いてなることを特徴とする。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、連続焼鈍設備のハースロールを、シャフト部およびロール本体を含む全体を1種類以上のセラミックスで構成したため、ピックアップを抑止し、製品鋼板の表面品質を格段に向上することができる他、ハースロールの変形等も大幅に低減することができるので、ハースロールの交換が10年以上の長きにわたって不要となり、メンテナンスフリーが実現できるだけでなく、生産性の向上にも大いに寄与する。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明のハースロールの構造の一例を示す図である。

【図2】本発明のハースロールを適用することができる連続焼鈍設備の概要を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

図1は、鋼板を水平方向に搬送しながら加熱して連続的に熱処理を施す横型（水平型）の連続焼鈍設備において、入側のペイオフリール（PR）によってコイルから巻き戻された鋼板1が、加熱帯2、均熱帯3および冷却帯4を連続して通過する間に加熱、均熱、冷却の熱処理が施された後、出側のテンションリール（TR）によって再びコイルに巻き取られている様子を模式的に示した図である。なお、図1中には示されていないが、ペイオフリールと加熱帯2の間には、連続して鋼板を通板するための溶接機や、鋼板から圧延油等を除去する洗浄設備、ルーパ設備等が、また、冷却帯4とテンションリール間には、ルーパ設備や調質圧延設備等が配設されているのが一般的である。

【0021】

上記加熱帯2や均熱帯3は、被処理材である鋼板に所望の材質を付与する熱処理を施すため、炉内温度が700以上1300以下の温度に加熱されているのが普通である。なお、加熱帯2の加熱には、鋼板に直接火炎を噴射して加熱する直火加熱方式や、ラジアントチューブによる間接加熱方式が、また、均熱帯3の加熱には、ラジアントチューブや電気ヒータによる間接加熱方式が用いられることが多い。

【0022】

上記加熱帯2や均熱帯3、冷却帯4の炉内において鋼板を支持して搬送するハースロール5には、図2に示したように、ロールの回転中心となるシャフト部5aと、そのシャフト部の周囲に形成された、鋼板と接する外周面を有するロール本体5bからなる構造のものが一般的であり、従来、耐ピックアップ対策として、耐熱鋼製のシャフト部の周囲に、セラミックス製あるいはカーボン製のスリーブを装着したハースロールが主に用いられている。しかし、上記ハースロールは、耐ピックアップ性は優れているものの、ロール変形や摩耗によってロール寿命が短く、頻りにロール交換や補修等のメンテナンスを行う必要があった。

【0023】

そこで、本発明は、シャフト部およびロール本体を含むハースロール全体を、セラミックスのみで構成することによって、上記問題点を解決することとした。

ここで、本発明のハースロールに用いることができるセラミックスとしては、窒化珪素 Si_3N_4 、炭化珪素 SiC 、アルミナ Al_2O_3 、ジルコニア ZrO_2 、および、それらを混合したもの等を挙げることができ、いずれも好適に用いることができる。なお、上記ハースロールは、中空ロールを基本とするが、中実ロールであってもよい。

【0024】

上記セラミックスの中でも、高温強度が200MPa以上、かつ、耐熱衝撃性が350以上のものを用いることが好ましい。

高温強度が、200MPa未満では、ロールの局部に応力が集中した場合に破壊を起こ

10

20

30

40

50

すおそれがあり、また、耐熱衝撃性が350未満では、メンテナンス等で炉を解放する温度に制限が生じ、停止時間が長くなってしまふからである。より好ましい高温強度は300MPa以上、耐熱衝撃性は700以上である。

ここで、上記高温強度とは、JIS R1604の規定の方法で測定した1300の温度での曲げ強さのことである。

また、耐熱衝撃性とは、JIS R1648の規定の方法で測定した、急冷したときにき裂が発生しない温度差のことである。

【0025】

因みに、参考として、上記したセラミックスの高温強度と耐熱衝撃性の代表的な値を、後述する熱膨張係数とともに表1に示したが、好ましいロール素材としては、耐熱衝撃性の観点から、窒化珪素 Si_3N_4 あるいは炭化珪素 SiC を用いることが好ましい。

【0026】

【表1】

	特性値		
	高温強度 (MPa)	耐熱衝撃性 (°C)	40-400°C間の熱膨張係数 ($10^{-6}/^{\circ}C$)
窒化珪素 Si_3N_4	900	>800	2.6
炭化珪素 SiC	540	350	4.4
ジルコニア ZrO_2	560	300	10.5
アルミナ Al_2O_3	250	200	7.2

【0027】

また、本発明のハースロールは、上記のうちのいずれか1種のセラミックスあるいは上記セラミックスを混合した1種のセラミックスのみを用いてハースロールを構成してもよいが、特性の異なる2種以上のセラミックスを用いて構成してもよい。ただし、2種以上のセラミックスで構成する場合には、ロール軸を中心とする同心円状の複数のセラミックス層からなる多層構造とすることが好ましい。

【0028】

上記のように多層構造とする例として、例えば、ロールの回転軸となるシャフト部と、そのシャフト部の外周部分(鋼板と接触する部分)となるロール本体とでセラミックスの種類を異なるものとしてもよいし、上記ロール本体を異なる種類の複数のセラミックス層からなる多層構造としたりしてもよい。

【0029】

ただし、上記のような多層構造とする場合には、外層のセラミックスに対する内層のセラミックスの熱膨張係数の比を0.5~1.5の範囲とすることが好ましい。外層と内層の熱膨張係数の比が、上記範囲より大きいと、熱膨張差により応力が発生し、割れ(破壊)を起こす原因となる。一方、上記範囲より小さくすることは、表1に記載した熱膨張係数の値からわかるように、単体のセラミックスの種類間の熱膨張係数差が大きく、達成することが困難となることがあるからである。より好ましい熱膨張係数の比は0.9~1.1の範囲である。なお、上記熱膨張係数は、JIS R1618に規定の方法で測定した40~400間における線膨張係数の一例である。

ここで、ハースロールが3層以上の多層構造の場合、すべての層間で上記関係を満たすことが好ましく、例えば、外層、中層、内層からなる3層構造の場合、外層と中層だけでなく、中層と内層においても上記関係を満たすことが好ましい。

【0030】

なお、多層構造からなるハースロールを製造する方法として、焼き嵌めする方法や、機械的にピン止めする方法等があるが、いずれの方法を用いてもよい。

【0031】

上記の条件を満たす本発明のハースロールは、連続焼鈍炉のハースロールとして好適に用いることができる。特に、本発明のハースロールは、耐ピックアップ性や高温強度、耐衝撃性に優れるだけでなく、鋼板との摩擦による耐摩耗性にも優れるので、炉内温度が700～1300の区間の加熱帯、均熱帯および冷却帯に用いて好適である。炉内温度が700未満では、ピックアップが起きることがなく、耐熱衝撃性も高温強度も必要ないため、従来のハースロールで十分に対応できる。一方、1300を超えると、融点に近づいて鋼板強度が低下するため、通板することが難しくなるためである。なお、本発明のハースロールの効果は、炉内温度が1000以上の区間に使用するのが最も効果的である。

【0032】

ここで、連続焼鈍設備には、鋼板をハースロールで支持しつつ水平方向かつ一方向に搬送して熱処理を施す横型炉（水平炉）と、鋼板を炉内でハースロールを介して搬送方向を何回も反転させながら熱処理を施す縦型炉とがあるが、本発明のハースロールはいずれにも適用することができる。しかし、縦型炉に用いられるハースロールは、搬送方向を反転する際、鋼板に曲げ歪が付与されるのを回避する必要があることから、ロール径（直径）を数百mmと大きくしているのが普通であり、斯かる大径のハースロールをセラミックスのみで製造することは、ロールコストの上昇を招く。そのため、本発明のハースロールは、300mm以下の小径のハースロールが使用される横型の連続焼鈍設備に適用するのが望ましいが、技術の進歩により大径化が可能であれば縦型の連続焼鈍設備にも好適に用いることができる。

【実施例】

【0033】

図1に示した設備構成からなる冷延鋼板の横型連続焼鈍設備の加熱帯および均熱帯の、炉内温度が800以上となる区間に、シャフト部およびロール本体が窒化珪素 Si_3N_4 のみからなり、シャフト径が40mmでスリーブ外径が150mmで、ロール本体の長さが2600mmのハースロールを設置して1年間継続して使用し、ロール偏芯量の変化と、ロール外周面の摩耗量を測定した。なお、上記連続焼鈍設備の操業時における加熱帯および均熱帯の最高温度は1150であった。

ここで、上記ロール偏芯量とは、ロールを回転させた時の外周面位置の変化量をロール全長にわたって測定したときの最大値であり、1年間使用後の変化を調査した。

また、ロール外周面の摩耗量とは、1年間使用後のロール外周面の摩耗量をロール全長にわたって測定したときの最大値のことをいう。

また、使用期間中におけるピックアップによる表面欠陥発生率についても調査した。

なお、比較例として、シャフト部が耐熱鋼で、ロール本体が窒化珪素 Si_3N_4 からなる従来のセラミックススリーブロールを用いた場合についても、同様の調査を行った。

【0034】

上記の結果を表2に示した。この結果から、従来のセラミックススリーブロールを用いた場合には、6ヶ月間使用後に、ロールのシャフト部に曲りが生じてロール偏芯量が増加し、許容範囲（1.5mm以下）を超えたため、1年の使用を待たずにロール交換が必要となった。

これに対して、本発明のハースロールを使用した場合には、1年間使用した後でもロール偏芯量にほとんど変化がなく、また、ロール外周面の摩耗量も最大で0.03mmであり、上記結果から推定されるロール寿命は、優に10年以上であることがわかった。

さらに、本発明のハースロールのピックアップによる製品鋼板の表面欠陥発生率は、使用開始から1年経過後でも、シャフト部が耐熱鋼である比較例のハースロールの6ヶ月使用後の値に比べて優位な発生率であった。

【0035】

10

20

30

40

【表 2】

		発明例	比較例
ハースロール材質	シャフト部	Si_3N_4	耐熱鋼
	スリーブ部	Si_3N_4	Si_3N_4
偏心量の増加量(mm)		0.12	6ヶ月後で1.5mm超え
摩耗量の最大値(mm)		0.08	変形のため測定不可
表面欠陥発生率(%)		0.03	0.04

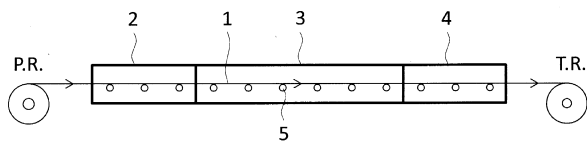
10

【符号の説明】

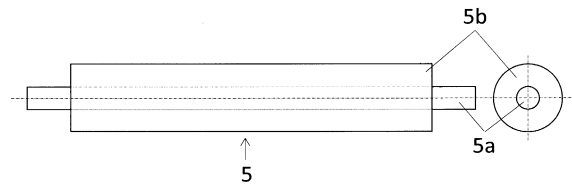
【0036】

- 1：鋼板
- 2：加熱帯
- 3：均熱帯
- 4：冷却帯
- 5：ハースロール
- 5a：シャフト部
- 5b：ロール本体

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-013147(JP,A)
特開平10-183260(JP,A)
実開昭61-133544(JP,U)
特開平10-311685(JP,A)
特開2014-069199(JP,A)
特開2005-232482(JP,A)
特開平06-287643(JP,A)
特開平06-093342(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C21D 9/52-9/66
C21D 1/00