

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6477362号
(P6477362)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int.Cl.		F 1			
B 2 1 B	27/00	(2006.01)	B 2 1 B	27/00	B
B 2 1 B	3/00	(2006.01)	B 2 1 B	3/00	K
			B 2 1 B	3/00	L

請求項の数 4 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-167149 (P2015-167149)</p> <p>(22) 出願日 平成27年8月26日 (2015. 8. 26)</p> <p>(65) 公開番号 特開2017-42788 (P2017-42788A)</p> <p>(43) 公開日 平成29年3月2日 (2017. 3. 2)</p> <p>審査請求日 平成30年4月4日 (2018. 4. 4)</p>	<p>(73) 特許権者 000006655 新日鐵住金株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号</p> <p>(74) 代理人 110002044 特許業務法人ブライタス</p> <p>(72) 発明者 神田 修 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内</p> <p>(72) 発明者 千田 麗太 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内</p> <p>(72) 発明者 奥井 利行 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日鐵住金株式会社内</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属板圧延用ミル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

Ni、TiおよびCrから選択される1種以上を含有する、金属板を圧延するのに用いるミルであって、

前記ミルは、少なくとも、ワークロール、中間ロールおよびバックアップロールを備え

前記ワークロール、前記中間ロールおよび前記バックアップロールが、その表面に、ダイヤモンド結合およびグラファイト結合が混在したアモルファス構造のダイヤモンドライクカーボン被覆層を備える、
金属板圧延用ミル。

【請求項 2】

前記ダイヤモンドライクカーボン被覆層表面の摩擦係数が、0.2以下である、
請求項1に記載の金属板圧延用ミル。

【請求項 3】

前記ダイヤモンドライクカーボン被覆層の厚さが、1~10μmである、
請求項1または2に記載の金属板圧延用ミル。

【請求項 4】

前記ダイヤモンドライクカーボン被覆層が、ダイヤモンド型結晶構造を有する炭素化合物とグラファイト型結晶構造を有する炭素化合物の結晶比率で、前記ダイヤモンド型結晶構造を有する炭素化合物の割合が60~80%である、請求項1から3までのいずれかの金

属板圧延用ミル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属板圧延用ミルに関する。

【背景技術】

【0002】

表面品質が重視される金属板の冷間圧延には、圧延時の荷重制御が比較的容易である、直径150mm以下の小径ワークロールが用いられる。このワークロール材には、熱処理によって表面の硬度を高めたダイス鋼、ハイス鋼などの鋼材が多用される。

10

【0003】

特許文献1には、耐摩耗性を向上させるために、ワークロール表面にTiNなどの硬質セラミックス皮膜層を設ける技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平4-253511号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

20

ワークロールによって金属板の圧延を繰り返し行くと、ロール表面に凝着物が付着することがある。このような凝着物の凹凸は、被圧延材に転写され、被圧延材の表面疵となり、表面品質が低下する。このような問題は、高い表面性状が要求される用途において顕在化する。また、ワークロール表面の凝着物は、中間ロールまたはバックアップロールにも転写されるため、これらのロールの洗浄または交換が必要となり、生産性を著しく阻害することがある。このため、ロール表面への凝着物の付着を防止する必要がある。

【0006】

本発明者らは、純ニッケル金属板の圧延に用いられるワークロール表面を詳細に調べた結果、その凝着物の多くがニッケルを主成分とするものであった。すなわち、凝着物の原因は、主として、被圧延材中の成分であるものと判明した。そして、この付着物が少ない

30

うちは、特に問題とならないが、その凝着物が次第に大きくなっていくことによって上記の問題が顕在化する。対処方法として、圧延時の圧下率を低下させれば、被圧延材中に含まれる元素のロール表面への付着量を減らすことができ、凝着物による表面性状の低下の問題は発生しにくくなる。しかし、圧延パス回数が増加し、生産効率の低下が余儀なくされる。

【0007】

なお、上記のメカニズムは、純ニッケル金属板の圧延ロールに限られず、純チタン金属板、チタン合金板の圧延ロールにおいても同様であり、ワークロールに形成される凝着物の主成分は、チタンであった。

【0008】

40

特許文献1には、凝着物の付着を防止について全く考慮されていない。

【0009】

本発明は、上記の従来技術の問題を解決するためになされたものであり、ワークロール表面の凝着を防止することができる金属板圧延用ミルを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明者らは、純ニッケル板の圧延に用いられたワークロール(鍛鋼材、表面処理なし)を分割し、表面状態をSEM-EDS装置にて解析した。なお、図1に示すように、このワークロールは、中間ロール2およびバックアップロール3とともに構成された6段ミルのワークロール4である。6段ミルにおいて、純ニッケル板のワーク1は、所定の間隔

50

で設置されたワークロール対4、4の間を通過することにより圧延される。図2に示すように、ワークロール4は、例えば、中央にロール部4a、その両外側に小径部4b、両端に大径部4cを備え、ロール部4aの中央部にワーク(図示省略)の摺動部4dがある。本発明者らは、摺動部4dについて圧延中心部、圧延端部などを切断した供試材を観察した結果、ロール表面には、Niの凝着物が付着しており、その凝着物の表層にはFeおよびCrも観察された。なお、ロールのバレル方向位置にもよるが、最大5μm厚み程度の凝着物が観察された。

【0011】

よって、ワークロール表面に付着した凝着物は、被圧延材のNiであることが分かった。また、観察されたFeおよびCrについては、バックアップロールまたは中間ロールに由来する成分が、ワークロールに転写されたものであると推定される。

10

【0012】

すなわち、バックアップロールまたは中間ロールが摺動条件下で摩耗し、その摩耗粉がワークロールへ転写され、ワークロール表面で凝集し、凝着した可能性が考えられる。また、製造ラインは、純ニッケル板の冷延だけでなく、SUS鋼板などの冷延も行われる。このとき、ワークロールは、被圧延材の種類によって変更されるが、中間ロール、バックアップロールなどの共通部品は変更されない。このため、純ニッケル板の冷延前に、SUS鋼板などが冷延された場合には、SUS鋼板由来のFe、Crなどの元素が中間ロール、バックアップロールなどの圧延装置に残存し、それがワークロールへ転写され、ワークロール表面で凝集し、凝着した可能性が考えられる。

20

【0013】

一方、本発明者らは、特許文献1に記載される技術に従って、TiN層をワークロール表面に形成して純ニッケル金属板の圧延を実施し、圧延に用いたワークロールについて、上記と同様に、表面状態をSEM-EDS装置にて解析したところ、ワークロールへのニッケルの凝着が確認された。これは、TiNは高硬度であり、耐摩耗性の面では優れている反面、摩擦係数が0.6~0.8と高く、圧延時(摺動時)に被圧延材由来の成分が付着したと考えられる。このため、被圧延材の表面性状を維持するためには、圧延荷重の低減、圧延速度の低下などを余儀なくされ、生産効率の悪化が避けられない。

【0014】

なお、被圧延材のNiは、TiNを構成するTi粒子と、室温近傍においても化学的に親和性を有しており、特に凝着しやすいと考えられる。

30

【0015】

そこで、本発明者らは、高い硬度を有し、十分な耐久性を有するとともに、摩擦係数が低く、被圧延材由来の成分の凝着が発生しないような表面処理方法について検討した結果、ダイヤモンドライクカーボン(以下「DLC」と記す。)に着目した。DLCとは、ダイヤモンド結合およびグラファイト結合が混在したアモルファス構造の物質である。DLCは、アモルファス構造を有しているため、結晶粒界を持たず、TiNなどの硬質膜と比べて非常に平滑な表面を有する。そして、DLCの摩擦係数は、ダイヤモンド結合/グラファイト結合比にも拠るが、高い場合でも0.20以内であり、TiNに代表される従来の硬質保護膜よりも格段に低い。特に、ニッケルと、DLCは、化学的に非親和であることも大きな理由と考えている。

40

【0016】

本発明は、上記の知見に基づきなされたものであり、下記の金属板圧延用ミルを要旨とする。

【0017】

(1) Ni、TiおよびCrから選択される1種以上を含有する、金属板を圧延するのに用いるミルであって、前記ミルは、少なくとも、ワークロール、中間ロールおよびバックアップロールを備え、前記ワークロール、前記中間ロールおよび前記バックアップロールが、その表面に、ダイヤモンド結合およびグラファイト結合が混在したアモルファス構造のダイヤモンドライクカーボン被覆層を備える、金属板圧延用ミル。

50

【0018】

(2) 前記ダイヤモンドライクカーボン被覆層表面の摩擦係数が、0.2以下である、上記(1)の金属板圧延用ミル。

【0019】

(3) 前記ダイヤモンドライクカーボン被覆層の厚さが、1~10 μ mである、上記(1)または(2)の金属板圧延用ミル。

【0020】

(4) 前記ダイヤモンドライクカーボン被覆層が、ダイヤモンド型結晶構造を有する炭素化合物とグラファイト型結晶構造を有する炭素化合物の結晶比率で、前記ダイヤモンド型結晶構造を有する炭素化合物の割合が60~80%である、上記(1)~(3)のいずれかの金属板圧延用ミル。

10

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、ワークロール表面の凝着を防止することができる。よって、特に、金属板圧延用ミルとして有用である。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】6段ミルの装置構成の例を示す図。

【図2】ワークロールの例を示す図。

【図3】本発明例1のワークロールの断面写真(走査型電子顕微鏡像)。

20

【図4】実施例における摩擦係数を比較した図。

【図5】実施例におけるワークロールおよび被圧延材の表面状態を示す写真。(a)比較例1のワークロールの表面状態、(b)本発明例1のワークロールの表面状態、(c)本発明例1のワークロールを用いて圧延した被圧延材の表面状態。

【発明を実施するための形態】

【0023】

本発明は、Ni、TiおよびCrから選択される1種以上を含有する、金属板を圧延するのに用いるミルに関するものである。本発明のミルで用いられるロールは、ロール表面に凝着しやすい元素を含む金属板を圧延する場合においても、これらの凝着を防止することができる。Ni、TiおよびCrから選択される1種以上を含有する金属板としては、例えば、純Ni、純Ti、Ti合金、ステンレス鋼などが挙げられる。本発明は、図1に示す、ワークロール1のほか、中間ロール2およびバックアップロール3など、圧延に係するあらゆるロールに適用することができる。ただし、被圧延材(ワーク)と直接接触するワークロール1に適用することが好ましい。

30

【0024】

図3に示すように、本発明の金属板圧延用ミルで用いられるロール4は、そのロール部4aの表面に、ダイヤモンドライクカーボン被覆層40を備えている。すなわち、ロール部4aは、ダイヤモンドライクカーボン被覆層40と基材部41とで構成されている。ダイヤモンドライクカーボン(DLC)被覆層40とは、ダイヤモンド結合(立方晶、sp³結合)およびグラファイト結合(六方晶、sp²結合)が混在したアモルファス構造を有している。このため、DLCは、超合金なみの高硬度を備えるとともに、アルミナ等の金属酸化膜、TiC等の金属炭化膜、TiN等の金属窒化膜と比較して各段位に摩擦係数が小さいため、高い潤滑性を備えている。

40

【0025】

ダイヤモンドライクカーボン被覆層表面の摩擦係数は、Ni、Ti、Crなどの凝着を防止するためには、0.2以下とすることが好ましい。より好ましいのは、0.15以下であり、更に好ましいのは、0.1以下である。

【0026】

DLC被覆層の組成は、特に限定しない。よって、結晶比率で、グラファイト結合の存在率sp²およびダイヤモンド結合の存在率sp³の比(sp³/sp²)が0.60~

50

0.80であればよい。

【0027】

DLC被覆層の厚さは、硬質保護膜としての機能を確保するためには、1 μ m以上とすることが好ましい。一方、DLC被覆層が厚すぎる場合には、「てこの原理」に基づき、DLC被覆層と基材部との界面に負荷される引張応力が強くなり過ぎて、DLC被覆層が基材部から剥がれる場合がある。このような事態は、特に、高荷重圧延などのように、圧延時の剪断応力が所定値を超えた場合に生じやすい。このため、DLC被覆層の厚さは、10 μ m以下とすることが好ましい。

【0028】

DLCの高潤滑性は、定量的には摩擦係数の低さを指標に捉えることができる。そして、低摩擦係数の所以は、DLCを構成するグラファイトが亀甲状の層状構造を有し、同じ層内では極めて強い結合（結合とも称される共有結合）を示すのに対し、層間（亀甲の上下面）では脆弱な結合（結合とも称されるファンデルワールス力）に留まる。このため、後者の結合力がDLC表面に負荷された剪断応力を下回った場合、比較的容易に層間の滑り現象（数オーダの滑り）が生じ、当該結合が解離する。その結果、DLC被覆層の高潤滑性が得られる。

【0029】

そして、ワークロール表面には圧延時に必ず剪断応力が作用するので、DLCが摩耗し、圧延環境下でもDLCが剥離せず、残存する条件で成膜されなければならない。係る成膜条件の下限値が1 μ m以上のDLC厚みであれば、少なくとも所期生産工程（鋼板の圧延総長）を処理することが可能である。

【0030】

なお、DLC被覆層の厚さは、ロールの基材部を成膜装置の内に晒す時間によって調整できる。ここで、例えば、物理蒸着法（PVD法）を用いてDLCを基材部に成膜する際には、成膜温度が、基材部を構成する鋼材の焼戻し温度を上回る場合がある。成膜温度が焼戻し温度を上回っても、成膜時間が短時間であれば、特段問題が生じないが、あまりに長時間になると、ロールの基材部を構成する鋼材が成膜装置の内部で焼き戻された結果、想定外の軟化を引き起こす危険性がある。この点、DLC被覆層の厚さが10 μ m以下であれば、比較的短時間で成膜できるため、成膜温度が高くても、ロールの基材部への影響は無視できる程に小さくすることができる。また、DLC被覆層は、耐熱温度が低いため、本発明のミルで用いられるロールは、熱間圧延には適さず、温間圧延または冷間圧延に適している。

【0031】

DLC被覆層は、例えば、化学蒸着法（CVD法）、物理蒸着法（PVD法）等のドライ成膜手法を用いて、ロールの基材部表面に直接または、緩衝膜を介し成膜することができる。近年の成膜装置技術の発展に伴い、水素含有量が制御された超高硬度膜のほか、クロム、珪素などを硬質粒子としてマトリックスに組み込んだ硬質膜も実用化されている。PVD法またはCVD法の処理条件は、ロールの基材部を構成する鋼材の熱処理後の鋼材組織と、鋼材構造を損なわない範囲であれば、周知慣用の条件に従えばよく、特定条件には限定されない。例えば、PVDではアークイオンプレーティング法が、CVDではプラズマCVD法がロール円周部全面に均質かつ均一にDLCを成膜する上で望ましい。

【0032】

ここで、基材部の化学組成は、所定の機械的性能（表面硬さ：Hvで800以上、表面粗さ：Raで0.06程度）を有しておれば、特に限定はないが、例えば、JIS規格では、SKD系列、SKH系列などが鋼材分類として挙げられる。

【実施例1】

【0033】

本発明の効果を確認するべく、鍛鋼製ワークロール（比較例1）、超鋼製ワークロール（比較例2）、および、鍛鋼製基材部表面にDLC被覆層を設けたワークロール（本発明例1）を用意し、図1に示す6段ミルにて、被圧延材として純ニッケル箔（板厚0.2m

10

20

30

40

50

m、板幅600mm、ニッケル純度99.5%)を板厚0.1mmまで圧延(パス回数:1パス、圧延荷重:70~80ton総圧延長:10,000m)し、被圧延材の表面性状を確認した。なお、ワークロールの形状は、図2に示す形状とし、ロール部の胴長:1,000mm、ロール部の直径:80mmとした。

【0034】

本発明例1のワークロールは、鍛鋼製ワークロール表面を、プラズマCVD成膜装置内に装入し、ta-C:H型(水素化テトラヘドラルアモルファスカーボン)の組成を有するDLC被覆層を成膜した。このDLC被覆層の膜厚は、1.3 μ m、摩擦係数は、0.140であった。また、比(sp3/sp2)は75%であった。図3に示すように、本発明例1のワークロールの表面には、均一なDLC被覆層が形成されていた。

10

【0035】

図4に示すように、圧延時の荷重値と摩擦力から計算される摩擦係数は、比較例1の鍛鋼製ワークロールでは0.14、比較例2の超硬製ワークロールでは0.16であったのに対して、本発明例1のDLC被覆鍛鋼製ワークロールでは0.07と極めて低い値となっていた。

【0036】

図5に示すように、比較例1の鍛鋼製ワークロールでは凝着が目立つが(図5(a)参照)、本発明例1のDLC被覆鍛鋼製ワークロールでは凝着確認されず(図5(b)参照)、また、圧延された純ニッケル箔に表面不良が発生していなかった(図5(c)参照)。

【産業上の利用可能性】

20

【0037】

本発明によれば、ワークロール表面の凝着を防止することができる。よって、特に、金属板圧延用ミルとして有用である。

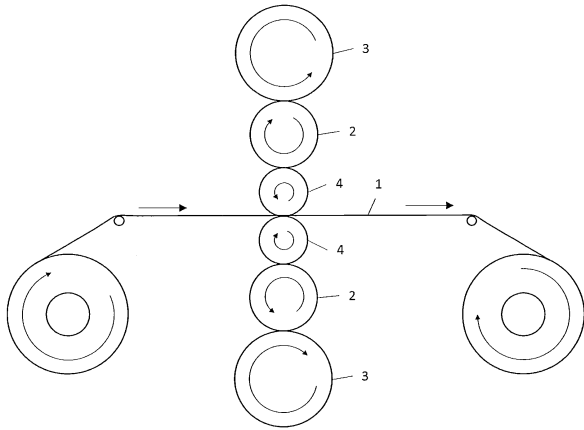
【符号の説明】

【0038】

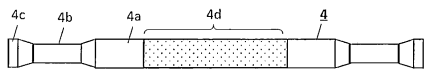
- 1 ワーク
- 2 中間ロール
- 3 バックアップロール
- 4 ワークロール
- 4 a ロール部
- 4 b 小径部
- 4 c 大径部
- 4 d 摺動部
- 4 0 ダイヤモンドライクカーボン被覆層
- 4 1 基材部

30

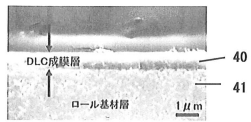
【図1】



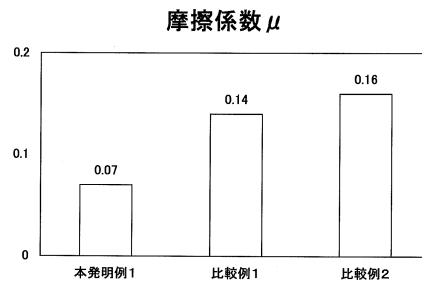
【図2】



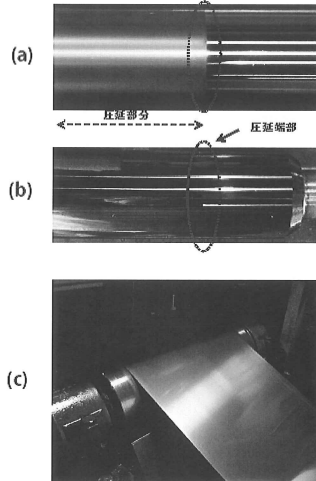
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

審査官 河口 展明

- (56)参考文献 特開2001-239308(JP,A)
中国特許出願公開第101972777(CN,A)
特開平10-137861(JP,A)
特開2013-086096(JP,A)
特開2008-297477(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21B 1/00 - 11/00
B21B 47/00 - 99/00
B21B 27/00 - 35/14