

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7007979号
(P7007979)

(45)発行日 令和4年2月10日(2022.2.10)

(24)登録日 令和4年1月12日(2022.1.12)

(51)国際特許分類 F I
C 2 3 C 8/14 (2006.01) C 2 3 C 8/14
C 2 3 C 8/18 (2006.01) C 2 3 C 8/18

請求項の数 2 (全9頁)

(21)出願番号	特願2018-68943(P2018-68943)	(73)特許権者	503378420 日鉄ステンレス株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目8番2号
(22)出願日	平成30年3月30日(2018.3.30)	(74)代理人	110000338 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE MARK
(65)公開番号	特開2019-178392(P2019-178392 A)	(72)発明者	齋田 知明 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号 日新製鋼株式会社内
(43)公開日	令和1年10月17日(2019.10.17)	(72)発明者	関向 晃太郎 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号 日新製鋼株式会社内
審査請求日	令和2年11月6日(2020.11.6)	(72)発明者	今川 一成 東京都千代田区丸の内三丁目4番1号

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 黒色ステンレス鋼板

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

Mn：0.04～1.20質量%を含み、さらにTi：0.05～0.50質量%、Al：0.04～1.00質量%、およびNb：0.05～1.00質量%のうち1種以上を含むステンレス鋼板を素地とし、当該素地の表面に酸化皮膜が形成されており、上記酸化皮膜は、上記素地から近い順に、Al、Ti、およびMnのいずれか1つ以上の内部酸化物を含む第1領域と、主としてCrの酸化物からなる第2領域と、Mnの濃化層、またはMnおよびTiの濃化層からなる第3領域とが積層された膜であり、
上記Mnの濃化層は、Mn濃度が上記素地の5倍以上であり、
上記MnおよびTiの濃化層は、Mn濃度が上記素地の5倍以上であり、かつ、Ti濃度が上記素地の5倍以上であり、

上記第1領域の任意の断面において、上記第2領域との界面から深さ0.5μmまでの範囲に、断面積0.001μm²以上のAl、Ti、およびMnのいずれか1つ以上の内部酸化物が、単位面積1μm²あたり10個以上分布していることを特徴とする黒色ステンレス鋼板。

【請求項2】

上記黒色ステンレス鋼板の表面は、明度指数(L*)がL* 45、クロマティックネス指数(a*、b*)が、-5 a* 5、-5 b* 5、および黒色度(E)がE = (L*² + a*² + b*²)^{1/2} 45の範囲にあることを特徴とする請求項1に記載の黒色ステンレス鋼板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、黒色ステンレス鋼板およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ステンレス鋼は、耐食性、意匠性に優れた素材であり、ステンレス無垢材が有する光沢のある銀白色の地肌を活かし、内装・外装材、排ガス経路部材等に使用されている。一方で、銀白色以外の意匠が求められる場合は、様々な色調を持つステンレス鋼が適用される。ステンレス鋼に黒色の色調を付与する手段としては、化学発色法、塗装法、酸化処理法等が採用されている。

10

【0003】

酸化処理法は、酸化性雰囲気中でステンレス鋼を加熱し、表面に形成した酸化皮膜によって黒色の色調を付与するものである。酸化処理法は、ステンレス鋼の製造工程における焼鈍処理を利用できるので、工程数を追加する必要がなく、化学発色法および塗装法に比べて安価に黒色の色調を付与することが可能である。

【0004】

酸化処理法によるステンレス鋼の黒色処理は、酸化皮膜の組成および厚さが影響するため、ステンレス鋼の化学成分の他に、雰囲気、加熱温度、加熱時間などの処理条件を選定する必要がある。例えば、特許文献1には、Mn、TiおよびAlを含むステンレス鋼板に、露点が+20以上の酸化性雰囲気中で最高到達温度を1000以上とし、975以上の温度から最高到達温度までの温度域で25秒以上加熱する酸化処理を施す黒色ステンレス鋼板の製造方法が記載されている。例えば、特許文献2には、Alを含むステンレス鋼板を熱処理し、酸化皮膜直下のCr貧化域のCr濃度を11%以上に維持する耐食性に優れたステンレス鋼の製造方法が記載されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開平11-61376号公報(1999年3月5日公開)

特開平10-265936号公報(1998年10月6日公開)

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記特許文献1には、ステンレス鋼板の意匠性を向上させる観点については記載されているものの、耐食性、皮膜密着性を向上させる観点については何も記載されていない。また、上記特許文献2のように酸化皮膜直下のCr貧化域のCr濃度を11%以上に維持するだけでは、皮膜剥離が生じることなどにより、耐食性が十分ではない場合がある。

【0007】

本発明の一態様の目的は、耐食性および皮膜密着性に優れた黒色ステンレス鋼板を実現することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る黒色ステンレス鋼板は、Mn:0.04~1.20質量%を含み、さらにTi:0.05~0.50質量%、Al:0.04~1.00質量%、およびNb:0.05~1.00質量%のうち1種以上を含むステンレス鋼板を素地とし、当該素地の表面に酸化皮膜が形成されており、上記酸化皮膜は、上記素地から近い順に、Al、Ti、およびMnのいずれか1つ以上の内部酸化物を含む第1領域と、主としてCrの酸化物からなる第2領域と、Mnの濃化層、またはMnおよびTiの濃化層からなる第3領域とが積層された膜であり、上記第1領域の任意の断面にお

50

いて、上記第2領域との界面から深さ0.5 μmまでの範囲に、断面積0.001 μm²以上のAl、Ti、およびMnのいずれか1つ以上の内部酸化物が、単位面積1 μm²あたり10個以上分布している構成である。

【0009】

上記構成によれば、Crの貧化を小さくできるため耐食性を向上させることができる。ここで、Crの貧化とは、酸化皮膜直下の素地部分のCrの濃度が、バルク部分のCrの濃度と比較して著しく低下する現象のことである。Crの貧化が大きい程、耐食性が低下する。また、上記構成によれば、酸化皮膜の皮膜密着性を高くでき、黒色の意匠を安定させるだけでなく、高温からの冷却時における皮膜剥離を抑制することで、保護性を高め耐食性を維持することができる。

10

【0010】

また、本発明の一態様に係る黒色ステンレス鋼板は、上記黒色ステンレス鋼板の表面は、明度指数(L*)がL* 45、クロマティックネス指数(a*、b*)が、-5 a* 5、-5 b* 5、および黒色度(E)がE = (L*² + a*² + b*²)^{1/2} 45の範囲にあることが好ましい。上記構成によれば、鋼板表面の黒色性を向上させることができるため、意匠性に優れた黒色ステンレス鋼板を実現できる。

【0011】

また、上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る黒色ステンレス鋼板の製造方法は、Mn:0.04~1.20質量%を含み、さらにTi:0.05~0.50質量%、Al:0.04~1.00質量%、およびNb:0.05~1.00質量%のうち1種以上を含むステンレス鋼板に、露点が+20以上の酸化性雰囲気中で最高到達温度を800以上とし、500から800の温度範囲を10/秒以下の昇温速度で加熱する酸化処理を施す方法である。

20

【0012】

上記方法によれば、露点が+20以上の酸化性雰囲気中で加熱する酸化処理を施すため、Crの貧化を小さくでき、耐食性を向上させることができる。また、上記方法によれば、Crの酸化皮膜の生成前に、Mn、またはMnおよびTiを酸化させることができ、これらの酸化物により黒色度を高めることができる。また、Cr酸化皮膜/母材界面に点在するAl、Ti、およびMnのいずれか1つ以上の内部酸化物のアンカー効果により、酸化皮膜の皮膜密着性が高まり、高温からの冷却時の皮膜剥離が抑制される。これにより、黒色の意匠を安定させるだけでなく、皮膜の保護性を高め耐食性を維持することができる。

30

【発明の効果】

【0013】

本発明の一態様によれば、耐食性および皮膜密着性に優れた黒色ステンレス鋼板を実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係る黒色ステンレス鋼板の表面構造を説明するための模式図である。

【図2】本発明の実施例に係る黒色ステンレス鋼板および比較例のステンレス鋼板の化学成分を示す表である。

40

【図3】本発明の実施例に係る黒色ステンレス鋼板および比較例のステンレス鋼板の昇温温度、酸化皮膜、黒色度、皮膜密着性、および耐食性の評価結果を示す表である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

(ステンレス鋼：素地と酸化皮膜)

図1に示すように、本発明の一実施形態に係るステンレス鋼板(黒色ステンレス鋼板)10は、Mn:0.04~1.20質量%を含み、さらにTi:0.05~0.50質量%、Al:0.04~1.00質量%、およびNb:0.05~1.00質量%のうち1種以上を含むステンレス鋼を素地BMとしている。また、ステンレス鋼板10は、素地BM

50

の表面に酸化皮膜 L が形成されている。酸化皮膜 L の厚みは、 $0.70 \mu\text{m}$ 以上である。

【0016】

また、同図に示すように、酸化皮膜 L は、素地 B M から近い順に、Al、Ti、および Mn のいずれか 1 つ以上の内部酸化物を含む第 1 領域 L 1 と、主として Cr の酸化物からなる第 2 領域 L 2 と、Mn の濃化層、または Mn および Ti の濃化層からなる第 3 領域 L 3 とが積層された膜となっている。第 1 領域 L 1 では、Al の酸化物、Ti の酸化物、Mn の酸化物、またはそれらの複合酸化物のそれぞれが、第 1 領域 L 1 内に点在する構造を有している。第 3 領域 L 3 では、Mn の酸化物、または Mn および Ti の酸化物を含む濃化層が存在している。L 2 + L 3 の皮膜の厚みは、 $0.30 \mu\text{m}$ 以上、より好ましくは $0.40 \mu\text{m}$ 以上である。

10

【0017】

この第 1 領域 L 1 の任意の断面において、第 2 領域 L 2 との界面から深さ $0.5 \mu\text{m}$ までの範囲に、断面積 $0.001 \mu\text{m}^2$ 以上の Al、Ti、および Mn のいずれか 1 つ以上の内部酸化物が、単位面積 $1 \mu\text{m}^2$ あたり 10 個以上分布している。

【0018】

ステンレス鋼を高温に加熱すると、Cr を始めとする合金成分が酸素と結合し、Cr の酸化物を主な組成とする酸化皮膜 L が生成する。そして、素地 B M から成分元素が表面側に拡散していくこと、および雰囲気中から酸素、水蒸気等が酸化皮膜 L を介して素地 B M に向けて拡散することにより、酸化皮膜 L が成長する。ステンレス鋼は、この酸化皮膜 L の成長に伴って表面が着色される。

20

【0019】

酸化皮膜 L の主組成である Cr の酸化物が成長する過程では、素地 B M から表面への Cr の拡散よりも表面における Cr の酸化反応の方が速い速度で進行する。そのため、酸化皮膜 L 直下にある素地 B M 部分の Cr 濃度は、パルク部分の Cr 濃度に比較して著しく低下する現象が生じる。この現象は、Cr の貧化現象と称されている。

【0020】

酸化皮膜 L 直下の Cr 貧化の割合と耐食性との間に密接な相関関係があり、Cr の貧化が大きい材料ほど耐食性が低い。Cr の貧化が耐食性を劣化させる原因は、次のように推察される。酸化処理で形成される酸化皮膜 L は、通常の 2 D 仕上げ等の無垢のステンレス鋼板表面に形成されている酸化皮膜、いわゆる不動態皮膜に比較すると緻密さが非常に低いものと考えられる。そのため、酸化処理で形成された酸化皮膜 L は不動態皮膜に比べて保護能に劣り、得られるステンレス鋼板の耐食性が低くなる。

30

【0021】

上述した図 1 に示す構造によれば、Cr の貧化を小さくできるため耐食性を向上させることができる。ここで、Cr の貧化が大きい程、耐食性が低下する。また、上記構造によれば、Cr 酸化皮膜 / 母材界面に点在する Al、Ti、および Mn のいずれか 1 つ以上の内部酸化物のアンカー効果により、酸化皮膜の皮膜密着性が向上し、高温からの冷却時の剥離が抑制される。これにより黒色皮膜が維持されることに加えて、皮膜による保護性を高め耐食性を維持することができる。また、この内部酸化物が生成する過程で生じた酸化皮膜 / 母材界面の凹凸により、Cr 酸化皮膜を透過した光を酸化皮膜 / 母材界面で散乱させ反射を抑制することで、黒色度を高めるものと推察される。

40

【0022】

なお、本発明の一態様に係る黒色ステンレス鋼板は、C : 0.020 質量% 以下、Si : 1.10 質量% 以下、Mn : $0.04 \sim 1.20$ 質量%、P : 0.040 質量% 以下、S : 0.006 質量% 以下、Ni : $0.10 \sim 0.50$ 質量% 以下、Cr : $13.55 \sim 22.50$ 質量%、Mo : $0.03 \sim 2.10$ 質量%、および N : $0.006 \sim 0.020$ 質量% を含み、さらに Ti : $0.05 \sim 0.50$ 質量%、Al : $0.04 \sim 1.00$ 質量%、および Nb : $0.05 \sim 1.00$ 質量% のうち 1 種以上を含有し、残部が Fe および不可避的不純物からなる。

【0023】

50

酸化皮膜 L に酸化物として含まれる Mn は、酸化処理で生成する酸化皮膜 L の最も表側の第 3 領域 L 3 および / または内側の第 1 領域 L 1 に濃化する。本発明者等の調査・研究によると、第 3 領域 L 3 における Mn 酸化物の濃化が大きいほど黒色化が促進されていることが判った。黒色の目標色調を付与するためには、マトリックスに 0.04 質量%以上の Mn が含まれ、このマトリックス濃度の 5 倍以上に Mn が第 3 領域 L 3 に濃化されていることが必要とされる。

【0024】

しかし、ステンレス鋼板 10 に多量の Mn が含まれると、鋼板中の S と結合し、孔食や発錆の起点となる非金属介在物を形成し、母材の耐食性を低下させる。そのため、本実施形態では、Mn の有害な影響がでないように、Mn 含有量の上限を 1.20 質量%に設定した。

10

【0025】

次に、Ti の酸化物は、酸化皮膜 L の表側の第 3 領域 L 3 および内側の第 1 領域 L 1 の両方に濃化する。黒色性に及ぼす Ti 酸化物の作用・効果を確保するためには、マトリックスの Ti 含有量を 0.05 質量%以上とし、第 3 領域 L 3 でマトリックス濃度の 5 倍以上、第 1 領域 L 1 でマトリックス濃度の 7 倍以上に酸化物としての Ti を濃化させることが有効である。しかし、ステンレス鋼板に多量の Ti が含まれると、ステンレス鋼板の表面に疵が発生し易くなり、また鋳造スラブの靱性低下等によって製造性が悪くなる。そこで、本実施形態においては、Ti の有害な影響がでないように、Ti 含有量の上限を 0.50 質量%に設定した。

20

【0026】

次に、Al の酸化物は、酸化皮膜 L の内側の第 1 領域 L 1 に濃化する。黒色化の効果を発揮させるためには、マトリックスの Al 含有量を 0.04 質量%以上とし、マトリックス濃度の 6 倍以上に Al が第 1 領域 L 1 に濃化されていることが有効である。しかし、ステンレス鋼板に多量の Al が含まれると、Ti と同様に表面疵が発生し易くなる。そこで、本実施形態においては、Al 含有量の上限を 1.00 質量%に設定した。本発明が対象とするステンレス鋼板 10 は、Mn を含み、Ti、Al および Nb のうち 1 種以上を含むことを必須とするが、これら元素以外に黒色性を損なうことなく耐食性や加工性の向上に有効な合金成分を含むこともできる。

【0027】

(黒色性)

ステンレス鋼板 10 の表面は、明度指数 (L^*) が $L^* \geq 45$ 、クロマティックネス指数 (a^* 、 b^*) が、 $-5 \leq a^* \leq 5$ 、 $-5 \leq b^* \leq 5$ 、および黒色度 (E) が $E = (L^{*2} + a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \leq 45$ の範囲にあることが好ましい。これにより、鋼板表面の黒色性を向上させることができるため、意匠性に優れたステンレス鋼板 10 を実現できる。

30

【0028】

(黒色ステンレス鋼板の製造方法)

本実施形態のステンレス鋼板 10 の製造方法では、Mn : 0.04 ~ 1.20 質量%を含み、さらに Ti : 0.05 ~ 0.50 質量%、Al : 0.04 ~ 1.00 質量%、および Nb : 0.05 ~ 1.00 質量%のうち 1 種以上を含むステンレス鋼板に、露点が +20 以上の酸化性雰囲気中で最高到達温度を 800 以上とし、500 から 800 の温度範囲を 10 / 秒以下の昇温速度で加熱する酸化処理を施す。

40

【0029】

このうち、500 ~ 600 の範囲を緩やかに昇温することにより、Cr の酸化皮膜の生成前に、Mn、または Mn および Ti を酸化させることができる。600 ~ 800 の範囲を緩やかに昇温することにより、生成した Cr 酸化皮膜と母材の界面での酸素分圧を下げつつ、Al、Ti、および Mn のいずれか 1 つ以上を内部酸化させ点在させることができる。この内部酸化物の存在により、皮膜の密着性を向上させることができる。

【0030】

上記方法によれば、上記の酸化処理は、通常のステンレス鋼板製造ラインに組み込まれて

50

いる焼鈍工程で実施することができるため、工程数を増やすことなく、ステンレス鋼板 10 が製造される。

【0031】

また、上記方法によれば、露点が +20 以上の酸化性雰囲気中で加熱する酸化処理を施すため、Cr の貧化を小さくでき、耐食性を向上させることができる。また、上記方法によれば、Cr 酸化皮膜 / 母材界面に点在する Al、Ti、および Mn のいずれか 1 つ以上の内部酸化物のアンカー効果により、高温からの冷却時の剥離を抑制し、酸化皮膜の皮膜密着性が向上する。これにより黒色度を維持することに加えて、皮膜による保護性を高め耐食性を維持することができる。また、この内部酸化物が生成する過程で生じた酸化皮膜 / 母材界面の凹凸により、Cr 酸化皮膜を透過した光を、酸化皮膜 / 母材界面で散乱させ反射を抑制することで、黒色度を高めていると推察される。

10

【0032】

〔実施例〕

以下、本発明に係る実施例について説明する。なお、本発明は、以下の説明に限定されるものではない。

【0033】

図 2 に示す化学成分を有するステンレス鋼を溶製し、熱間圧延によって板厚 3 mm の熱延板を作製した。この熱延板に 1050 で 3 分間焼鈍を施した後、ドライホーニングを用いて表面の酸化皮膜を除去した。その後、板厚 1 mm まで冷間圧延し、1030 で 1 分間の仕上焼鈍を施した後、120 番、240 番および 400 番の乾式研磨紙を順次用いて手研磨を行った。図 2 の鋼組成は、質量% で示されており、残部が Fe および不可避免的不純物である。なお、図中の下線は、本発明の範囲外であることを示す。

20

【0034】

その後、得られた鋼板の表面を黒色化するため、露点 +40、10 質量% O₂、90 質量% N₂ の混合ガス雰囲気中で、1100、均熱 3 分の熱処理を行った。なお、500 から 800 の温度範囲における昇温速度を変化させた実験を行った。

(皮膜密着性の評価試験)

圧縮試験機を用いて、試験片を R = 2 mm で角度 90° に曲げ、曲げ部における酸化皮膜の剥離の有無を目視で確認した。剥離が無かったものを合格 (○)、剥離が生じたものを不合格 (×) と評価した。

30

(耐食性の評価試験)

孔食電位の測定には、3.5% の NaCl 水溶液を使用し、30 で Ar 脱気において試験を行った。上記の NaCl 水溶液中に試験面を完全に浸し、10 分間放置した後、ポテンシオスタットを用いた動電位法により、電位掃引速度 20 mV / min で、自然電位からアノード分極曲線を得た。孔食電位は、アノード分極曲線において 100 μA / cm² に対応する電位のうち、最も貴な値とした。

【0035】

黒色ステンレス鋼板の孔食電位を、その素材 (無垢材) との差異により評価した。同等以上もしくは低下幅 50 mV 以下の場合を合格 (○)、50 mV を超えて低下した場合を不合格 (×) と評価した。

40

【0036】

上記の皮膜密着性および耐食性についての評価結果を図 3 に示す。実施例の鋼種では皮膜密着性に優れるとともに、耐食性も良好であることが確認された。

【0037】

図 3 において、トータル皮膜厚みは、GDS (Glow Discharge Spectroscopy) 分析において、酸素強度がピークの 1 / 4 となる位置までの厚みを示す。また、内部酸化物の個数密度は、FIB 加工により作製した断面試料の TEM 観察において、酸化皮膜 / 母材界面から深さ 0.5 μm までの範囲に存在する、断面積 0.001 μm² 以上の Al、Ti、および Mn のいずれか 1 つ以上の内部酸化物の個数密度 (個 / μm²) を示す。

【0038】

50

また、皮膜密着性は、90°曲げ部の目視観察による評価を示す。また、耐食性は、孔食電位の素材（無垢材）との差異を示す。なお、図中の下線は、本発明の範囲外であることを示す。

【0039】

以上の方法により得られたステンレス鋼板10は、意匠性に優れた表面の色調を活用して内装材、外装材、屋根材等の建築用材料や、家電製品、事務機器等のケーシングや部品等として使用される。また、マフラー等の自動車用排ガス部材用途では、溶接管の素材としても使用される。なお、本発明で黒色化されるステンレス鋼板10の原板としては、圧延材や酸洗材以外に研磨、ダル目柄圧延等によって意匠性を付与した材料も使用できる。

【0040】

〔付記事項〕

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

【符号の説明】

【0041】

B M 素地

L 酸化皮膜

L 1 第1領域：Al、Ti、およびMnのいずれか1つ以上の内部酸化物を含む

L 2 第2領域：主としてCrの酸化物からなる

L 3 第3領域：Mnの濃化層、またはMnおよびTiの濃化層からなる

10 ステンレス鋼板（黒色ステンレス鋼板）

10

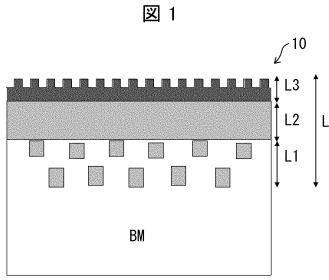
20

30

40

50

【 図面 】
【 図 1 】



【 図 2 】

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	N	Al	Ti	Nb
A	0.005	0.09	0.18	0.023	0.002	0.17	17.76	1.04	0.013	0.090	0.26	-
B	0.008	0.32	1.00	0.031	0.002	0.16	18.37	1.85	0.011	0.010	0.02	0.41
C	0.006	0.31	0.29	0.026	0.001	0.27	17.59	0.05	0.012	0.050	0.24	0.01
D	0.008	0.14	0.27	0.030	0.002	0.12	17.97	0.95	0.012	0.030	0.23	0.26
E	0.006	0.10	0.03	0.025	0.001	0.15	17.20	1.03	0.011	0.050	0.25	-
F	0.012	0.54	0.28	0.027	0.006	0.14	18.34	0.03	0.012	0.010	0.02	0.42
G	0.009	0.30	0.60	0.029	0.002	0.15	18.25	1.87	0.010	0.009	0.04	0.42
H	0.009	0.06	0.17	0.020	0.002	0.17	17.42	0.86	0.010	0.020	0.29	-
I	0.004	0.07	0.13	0.020	0.001	0.12	17.42	0.84	0.010	0.370	0.26	-
J	0.006	0.09	0.06	0.026	0.002	0.18	17.75	1.01	0.010	0.082	0.27	-
K	0.007	0.07	0.17	0.020	0.001	0.17	17.55	0.88	0.011	0.100	0.10	-
L	0.005	0.23	0.15	0.031	0.001	0.14	21.90	1.05	0.008	0.112	0.14	0.20
M	0.015	1.05	1.20	0.033	0.002	0.10	13.55	0.03	0.006	0.003	0.01	0.40
N	0.008	0.32	1.02	0.040	0.005	0.35	18.16	0.19	0.018	0.007	0.04	0.62

10

20

【 図 3 】

図 3

鋼種	昇温速度 (°C/s)	酸化皮膜				黒色度				耐食性	区分				
		第3領域 (L3) 酸化皮膜 主元素	第2領域 (L2) 酸化皮膜 主元素	第1領域 (L1) 内部酸化物	内部酸化物 膜数密度 (個/μm ²)	L*	a*	b*	E			色調 O×	皮膜 密着性		
A	9.8	Mn, Ti	Cr	Al, Ti	31	0.79	34.1	-0.9	-1.3	34.1	O	O	実施例		
B	9.8	Mn	Cr	Mn	28	1.19	33.3	0.2	-0.1	33.3	O	O	実施例		
B	15.0	Mn	Cr	Mn	3	0.66	41.2	8.4	12.4	43.8	x	x	比較例		
C	15.0	Mn	Cr	Ti	5	0.69	47.0	-3.0	-2.1	47.1	x	x	比較例		
D	9.8	Mn	Cr	Al, Ti	20	0.81	42.0	-2.0	0.8	42.1	O	O	実施例		
E	9.8	空L	Cr	Al, Ti	18	0.92	48.4	-3.8	-1.9	48.6	x	O	x	比較例	
F	9.8	Mn	Cr	空L	0	0.55	52.1	4.5	6.5	52.7	x	x	x	比較例	
G	9.8	Mn	Cr	Mn	12	0.92	40.3	2.3	0.5	40.4	O	O	実施例		
H	9.8	Mn, Ti	Cr	Ti	14	0.94	36.3	-0.4	-0.5	36.3	O	O	実施例		
I	9.8	Mn, Ti	Cr	Al, Ti	21	0.81	38.5	-1.1	-2.7	38.6	O	O	実施例		
J	9.8	Mn, Ti	Cr	Al, Ti	25	0.78	38.0	-3.5	-2.3	38.2	O	O	実施例		
K	9.8	Mn	Cr	Al, Ti, Mn	18	0.72	39.8	2.1	-0.8	39.9	O	O	実施例		
L	9.8	Mn	Cr	Al, Ti	21	0.75	38.0	1.2	2.5	38.1	O	O	実施例		
M	9.8	Mn	Cr	Mn	15	0.73	41.5	2.5	3.2	41.7	O	O	実施例		
N	9.8	Mn	Cr	Mn	18	0.78	38.1	1.2	-2.1	38.2	O	O	実施例		

30

40

50

フロントページの続き

日新製鋼株式会社内

審査官 辻 弘輔

(56)参考文献 特開平11-061376(JP,A)
特開平09-316625(JP,A)
特開平10-265936(JP,A)
特開2005-314797(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C23C 8/14
C23C 8/18