

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7666756号
(P7666756)

(45)発行日 令和7年4月22日(2025.4.22)

(24)登録日 令和7年4月14日(2025.4.14)

(51)国際特許分類

F I

C 2 1 D	8/12	(2006.01)	C 2 1 D	8/12	B
C 2 1 D	9/46	(2006.01)	C 2 1 D	9/46	5 0 1 B
C 2 3 C	22/00	(2006.01)	C 2 3 C	22/00	A
H 0 1 F	1/147	(2006.01)	H 0 1 F	1/147	1 8 3
C 2 2 C	38/00	(2006.01)	C 2 2 C	38/00	3 0 3 U

請求項の数 9 (全29頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2024-550645(P2024-550645)
 (86)(22)出願日 令和6年4月23日(2024.4.23)
 (86)国際出願番号 PCT/JP2024/015939
 (87)国際公開番号 WO2024/232261
 (87)国際公開日 令和6年11月14日(2024.11.14)
 審査請求日 令和6年8月26日(2024.8.26)
 (31)優先権主張番号 特願2023-78183(P2023-78183)
 (32)優先日 令和5年5月10日(2023.5.10)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 日本国(JP)
 早期審査対象出願

(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 100147485
 弁理士 杉村 憲司
 (74)代理人 230118913
 弁護士 杉村 光嗣
 (74)代理人 100165696
 弁理士 川原 敬祐
 (74)代理人 100164448
 弁理士 山口 雄輔
 (72)発明者 山田 拓弥
 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 寺島 敬

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 方向性電磁鋼板の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

方向性電磁鋼板用鋼素材に熱間圧延を施し、一回、または中間焼鈍を挟む二回以上の冷間圧延を施した後、脱炭焼鈍を施し、さらに鋼板表面に MgO を主体とする焼鈍分離剤を塗布して仕上げ焼鈍を施し、製品板とする方向性電磁鋼板の製造方法において、

鋼板の脱炭焼鈍板品質指標および仕上げ焼鈍条件のデータを取得し、さらに、製品板のフォスフェイト被膜に含有される O 目付量および Ti + V + Zr + Nb 目付量のデータを取得し、

各前記目付量の実績値を目的変数とし、かつ脱炭焼鈍板品質指標、焼鈍分離剤組成および仕上げ焼鈍条件の実績値を説明変数として、重回帰分析または機械学習することによって各目付量の予測モデルを作成し、

各前記目付量の予測モデルを用い、鋼板の長手方向を i 分割、および幅方向を j 分割した各位置 (m、n) (ただし、 $1 \leq m \leq i$ 、 $1 \leq n \leq j$ 、 $10 \leq i \leq 100$ 、 $5 \leq j \leq 20$) での脱炭焼鈍板品質指標の値に応じて、各位置 (m、n) の O 目付量および (Ti + V + Zr + Nb 目付量) / O 目付量が被膜密着性より定まる範囲となるように焼鈍分離剤組成および仕上げ焼鈍条件を設定する方向性電磁鋼板の製造方法。

【請求項 2】

前記製品板の O 目付量の最大数を 1.00 g/m^2 以上とし、かつ (Ti + V + Zr + Nb 目付量) / O 目付量の最大数を 0.01 以上とする請求項 1 に記載の方向性電磁鋼板の製造方法。

【請求項 3】

前記脱炭焼鈍板品質指標が、鋼板表面のO濃度、Si濃度、P濃度、Mn濃度、SiO₂生成量、FeSiO₃生成量、およびFe₂SiO₄生成量のうちの少なくとも一つである請求項1または2に記載の方向性電磁鋼板の製造方法。

【請求項 4】

前記焼鈍分離剤組成が、焼鈍分離剤に含有されるTi量、V量、Zr量およびNb量のうちの少なくとも一つである請求項1または2に記載の方向性電磁鋼板の製造方法。

【請求項 5】

前記焼鈍分離剤組成が、焼鈍分離剤に含有されるTi量、V量、Zr量およびNb量のうちの少なくとも一つである請求項3に記載の方向性電磁鋼板の製造方法。

10

【請求項 6】

前記仕上げ焼鈍条件が、H₂ガス導入温度、および950～1100の加熱速度のうちのいずれかまたは両方である請求項1または2に記載の方向性電磁鋼板の製造方法。

【請求項 7】

前記仕上げ焼鈍条件が、H₂ガス導入温度、および950～1100の加熱速度のうちのいずれかまたは両方である請求項3に記載の方向性電磁鋼板の製造方法。

【請求項 8】

前記仕上げ焼鈍条件が、H₂ガス導入温度、および950～1100の加熱速度のうちのいずれかまたは両方である請求項4に記載の方向性電磁鋼板の製造方法。

【請求項 9】

前記仕上げ焼鈍条件が、H₂ガス導入温度、および950～1100の加熱速度のうちのいずれかまたは両方である請求項5に記載の方向性電磁鋼板の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、全長全幅に亘って被膜特性に優れた方向性電磁鋼板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

方向性電磁鋼板は、主に変圧器等の鉄心に用いられる軟磁性材料であって、磁気特性に優れること、すなわち、鉄損が低くかつ磁束密度の高いことが求められる。このような方向性電磁鋼板は、MnS、MnSe、またはAlN等のインヒビター形成成分を含む素材に熱間圧延を施し、必要に応じて熱延板焼鈍を施し、一回、または中間焼鈍を挟む二回以上の冷間圧延を施し、脱炭焼鈍を施し、鋼板表面にMgOを主体とする焼鈍分離剤を塗布した後、仕上げ焼鈍を施すことによって製造される。

30

【0003】

ところで、上記仕上げ焼鈍では、脱炭焼鈍で形成されたSiO₂を主体とする酸化被膜と、MgOを主体とする焼鈍分離剤とが反応し、フォルステライト被膜が形成される。このフォルステライト被膜は、鋼板表面に絶縁性を付与するだけでなく、その低熱膨張性に起因する引張応力を付与することによって鋼板の磁気特性を改善する作用を有する。

【0004】

従って、被膜特性に優れた、すなわち、鋼板の全長全幅に亘って密着性の高いフォルステライト被膜を形成することは、磁気特性に優れた方向性電磁鋼板を製造するうえで極めて重要である。

40

【0005】

他方、前記脱炭焼鈍は、高酸化性雰囲気での連続焼鈍であるため、炉内での酸化性が変動しやすく、酸化被膜の量および形態といった脱炭焼鈍板品質にばらつきが生じやすい。

また、脱炭焼鈍の前工程で、鋼板表面の成分および粗度などにばらつきが生じた場合、上記酸化被膜の形成にばらつきが生じることもあった。

【0006】

加えて、仕上げ焼鈍は、コイル形状でのバッチ焼鈍であるため、コイル内で温度むら

50

生じやすく、被膜特性にばらつきが生じやすい。

【0007】

これらの問題に対して、特許文献1には、鋼板長手方向、および幅方向に焼鈍分離剤成分を変更し、塗布する技術が提案されている。

【0008】

また、従来は、フォルステライト被膜の被膜密着性を曲げ剥離試験で評価していた。しかしながら、かかる曲げ剥離試験は破壊試験であるため、製品全体の特性を測ることは不可能である。よって、その被膜特性が前述したようなばらつきが生じやすいにもかかわらず、全長全幅に亘って、かかるばらつきを考慮した被膜密着性を評価できないという問題があった。

10

【0009】

この問題に対して、特許文献2では、鋼板表面に光を照射し、輝度で被膜密着性を評価する技術が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【文献】再表2020-196773号

【文献】特開2011-158328号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0011】

しかしながら、特許文献1に記載の技術では、製造コストが高いうえ、必ずしも十分な効果が得られず、依然として被膜特性にばらつきが生じるという問題があった。

【0012】

また、特許文献2に記載の技術では、素材成分や製造条件がわずかに異なるだけで輝度と被膜密着性の相関がずれてしまい、必ずしも十分に被膜密着性を評価できていないという問題があった。

【0013】

本発明は、上記の問題を有利に解決するものであって、製品鋼板の全長全幅に亘って被膜特性を非破壊で把握することによって、安定してかかる被膜特性に優れた方向性電磁鋼板を製造することのできる方向性電磁鋼板の製造方法を提供するものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の構成要旨は以下の通りである。

1. 方向性電磁鋼板用鋼素材に熱間圧延を施し、一回、または中間焼鈍を挟む二回以上の冷間圧延を施した後、脱炭焼鈍を施し、さらに鋼板表面にMgOを主体とする焼鈍分離剤を塗布して仕上げ焼鈍を施し、製品板とする方向性電磁鋼板の製造方法において、鋼板の脱炭焼鈍板品質指標および仕上げ焼鈍条件のデータを取得し、さらに、製品板のフォルステライト被膜に含有されるO目付量およびTi + V + Zr + Nb目付量のデータを取得し、各前記目付量の実績値を目的変数とし、かつ脱炭焼鈍板品質指標、焼鈍分離剤組成および仕上げ焼鈍条件の実績値を説明変数として、重回帰分析または機械学習することによって各目付量の予測モデルを作成し、各前記目付量の予測モデルを用い、鋼板の長手方向をi分割、および幅方向をj分割した各位置(m, n) (ただし、 $1 \leq m \leq i$ 、 $1 \leq n \leq j$)での脱炭焼鈍板品質指標の値に応じて、各位置(m, n)のO目付量および(Ti + V + Zr + Nb目付量) / O目付量が被膜密着性より定まる範囲となるように焼鈍分離剤組成および仕上げ焼鈍条件を設定する方向性電磁鋼板の製造方法。

40

【0015】

2. 前記製品板のO目付量の最大数を 1.00 g/m^2 以上とし、かつ(Ti + V + Zr + Nb目付量) / O目付量の最大数を0.01以上とする前記1に記載の方向性電磁鋼板の製造方法。

50

【 0 0 1 6 】

3 . 前記脱炭焼鈍板品質指標が、鋼板表面の O 濃度、S i 濃度、P 濃度、M n 濃度、S i O₂ 生成量、F e S i O₃ 生成量、および F e₂ S i O₄ 生成量のうちの少なくとも一つである前記 1 または 2 に記載の方向性電磁鋼板の製造方法。

【 0 0 1 7 】

4 . 前記焼鈍分離剤組成が、焼鈍分離剤に含有される T i 量、V 量、Z r 量および N b 量のうちの少なくとも一つである前記 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の方向性電磁鋼板の製造方法。

【 0 0 1 8 】

5 . 前記仕上げ焼鈍条件が、H₂ ガス導入温度、および 9 5 0 ~ 1 1 0 0 の加熱速度のうちのいずれかまたは両方である前記 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の方向性電磁鋼板の製造方法。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 1 9 】

この発明によれば、全長全幅に亘って被膜特性に優れた方向性電磁鋼板を安定して製造することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 A 】本発明の比較例における各位置 (m , n) での脱炭焼鈍板蛍光 X 線 M n 強度を示した図である。

20

【 図 1 B 】本発明の発明例における各位置 (m , n) での脱炭焼鈍板蛍光 X 線 M n 強度を示した図である。

【 図 2 A 】本発明の比較例における各位置 (m , n) での仕上焼鈍中の H₂ ガス導入時の鋼板表面の温度を示した図である。

【 図 2 B 】本発明の発明例における各位置 (m , n) での仕上焼鈍中の H₂ ガス導入時の鋼板表面の温度を示した図である。

【 図 3 A 】本発明の比較例における各位置 (m , n) での製品板 O 目付量を示した図である。

【 図 3 B 】本発明の発明例における各位置 (m , n) での製品板 O 目付量を示した図である。

30

【 図 4 A 】本発明の比較例における各位置 (m , n) での製品板 (T i + V + Z r + N b 目付量) / O 目付量を示した図である。

【 図 4 B 】本発明の発明例における各位置 (m , n) での製品板 (T i + V + Z r + N b 目付量) / O 目付量を示した図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 1 】

まず、本発明の一実施形態における方向性電磁鋼板の製造方法の方向性電磁鋼板 (本明細書において、単に鋼板ともいう) の鋼素材成分について説明する。かかる鋼素材成分は、従来公知の成分組成でよい。具体的には、以下の通りである。なお、以下の成分以外の残部は、F e および不可避免的不純物である。

40

C は、集合組織を改善するために有効な成分であるが、含有量が 0 . 0 1 質量%に満たないと十分な効果が得られない。一方、0 . 1 質量%を超えると脱炭が困難となり、磁気特性が劣化する。そのため、0 . 0 1 ~ 0 . 1 質量%の範囲とすることが好ましい。より好ましくは、下限が 0 . 0 2 質量%であって、上限が 0 . 0 8 質量%である。

【 0 0 2 2 】

S i は、比抵抗を高め、磁気特性を改善するために有効な成分であるが、含有量が 1 . 0 質量%に満たないと十分な効果が得られない。一方、5 . 0 質量%を超えると冷延性が著しく劣化する。そのため、1 . 0 ~ 5 . 0 質量%の範囲とすることが好ましい。より好ましくは、下限が 2 . 0 質量%であって、上限が 4 . 0 質量%である。

【 0 0 2 3 】

50

Mnは、Siと同様、比抵抗を高め、磁気特性を改善する。また、熱延性を改善するために有効な成分であるが、含有量が0.01質量%に満たないと十分な効果が得られない。一方、0.5質量%を超えると磁気特性を劣化する。そのため、0.01~0.5質量%の範囲とすることが好ましい。より好ましくは、下限が0.02質量%であって、上限が0.2質量%である。

【0024】

また、本開示において、従来公知のMnS、MnSe、またはAlNをインヒビターとして用いることができる。MnSまたはMnSeを用いる場合、Mnを0.01~0.5質量%、およびSを0.002~0.03質量%、またはSeを0.002~0.03質量%添加することが好ましい。一方、AlNを用いる場合、Alを0.004~0.04質量%、およびNを0.002~0.03質量%添加することが好ましい。なお、上記インヒビターは単体で用いてもよいし、複数で用いてもよい。

10

【0025】

さらに、磁気特性の改善を目的として、質量%で、B:0.0001~0.005%、Ti:0.001~0.01%、P:0.005~0.1%、Cr:0.01~0.5%、Ni:0.01~1.5%、Cu:0.01~0.5%、Nb:0.002~0.08%、Mo:0.005~0.1%、Sn:0.005~0.5%、Sb:0.005~0.5%、およびBi:0.001~0.05%のうち的一种、または二種以上を添加してもよい。

【0026】

次に、本発明の一実施形態における方向性電磁鋼板の製造方法について説明する。

まず、前述した成分組成に調整した方向性電磁鋼板用鋼素材に、熱間圧延を施し、必要に応じて熱延板焼鈍を施し、一回、または中間焼鈍を挟む二回以上の冷間圧延を施し、脱炭焼鈍を施す。

20

【0027】

ここで、上記脱炭焼鈍の、焼鈍温度は750~950、時間は80~200sの範囲とすることがいずれも好ましい。焼鈍温度が750、時間が80sに満たないと、いずれも脱炭が困難となるおそれがある。一方、焼鈍温度が950、時間が200sを超えると、いずれも一次再結晶粒径が粗大化し、二次再結晶が抑制されるので、磁気特性が劣化するおそれがある。

30

【0028】

また、前記脱炭焼鈍の酸化性(PH_2O/PH_2)は、0.3~0.6の範囲とすることが好ましい。 PH_2O/PH_2 が0.3に満たないと、脱炭が困難となるおそれがある。一方、 PH_2O/PH_2 が0.6を超えると、FeOが形成され、被膜特性が劣化するおそれがある。

【0029】

本実施形態では、鋼板の脱炭焼鈍板品質指標のデータを取得する(本例では、計算、または測定により取得する)ことが重要である。なぜなら、仕上げ焼鈍条件の決定に資するからである。

上記脱炭焼鈍板品質指標とは、例えば、鋼板表面のO濃度、Si濃度、P濃度およびMn濃度や、 SiO_2 生成量、 $FeSiO_3$ 生成量および Fe_2SiO_4 生成量などである。さらに、それら濃度や生成量のいずれかの比を求めて用いてもよい。かかる脱炭焼鈍板品質指標は、測定により取得する場合は、蛍光X線分析や赤外分光分析などを用いて測定して求めてもよいし、計算により取得する場合は、焼鈍温度、時間および酸化性などの脱炭焼鈍条件などから計算して求めてもよい。

40

【0030】

その後、鋼板表面にMgOを主体とする焼鈍分離剤を塗布する。ここで、焼鈍分離剤に、被膜特性の改善を目的として、Ti、Zr、V、Nb化合物のうち少なくとも1種を添加する。それらの添加量の合計は、各金属元素換算で1~7質量%とすることが好ましい。添加量が1質量%に満たないと、十分な効果が得られない。一方で、添加量が7質量

50

%を超えると、鋼中まで各金属元素が侵入し、磁気特性が劣化するおそれがある。なお、化合物の種類は限定しない。例えば、酸化物、水酸化物、硼酸塩、炭酸塩、硝酸塩、磷酸塩、硫酸塩およびハロゲン化物等を用いることができる。また、これらは単体で用いてもよいし、複数で用いてもよい。

塗布した焼鈍分離剤組成のデータは、後の予測モデルの作成の際に用いるため、記録等しておくことが好ましい。

【0031】

さらに、被膜特性および磁気特性の改善を目的として、従来公知のLi、Na、Mg、Al、Si、K、Ca、Fe、Co、Ni、Cu、Sr、Baおよびランタノイドの酸化物、水酸化物、硼酸塩、炭酸塩、硝酸塩、磷酸塩、硫酸塩およびハロゲン化物を添加してもよい。なお、これらは単体で用いてもよいし、複数で用いてもよい。

10

【0032】

それらの添加量は、MgO：100質量部に対して、0.01～15質量部の範囲とすることが好ましい。添加量が0.01質量部に満たないと、十分な効果が得られない。一方、添加量が15質量部を超えると、被膜形成が過剰となったり、抑制力が過剰となったりして、磁気特性が劣化するおそれがある。

次いで、仕上げ焼鈍を施す。かかる仕上げ焼鈍は、二次再結晶を促進するための二次再結晶焼鈍、およびインヒビターを純化するための純化焼鈍を含むことができる。

【0033】

なお、上記二次再結晶焼鈍では、均熱中に二次再結晶を完了させる場合、焼鈍温度は800～1000、時間は5～200hの範囲とすることが好ましい。焼鈍温度が800または時間が5hに満たないと、均熱中に二次再結晶が完了せず、磁気特性が劣化するおそれがある。一方、焼鈍温度が1000または時間が200hを超えると、コイルが座屈し、形状が劣化するおそれがある。

20

【0034】

また、加熱中に二次再結晶を完了させる場合、700～1100の加熱速度を2.5～50/hの範囲とすることが好ましい。加熱速度が2.5/hに満たないと、コイルが座屈し、形状が劣化するおそれがある。一方、加熱速度が50/hを超えると、二次再結晶粒が微細化し、磁気特性が劣化するおそれがある。ここで、焼鈍雰囲気はN₂、またはArの不活性雰囲気とする。

30

【0035】

前記純化焼鈍では、焼鈍温度は1150～1250、時間は2～50hの範囲とすることが好ましい。焼鈍温度が1150または時間が2hに満たないと、純化が不足するおそれがある。一方、焼鈍温度が1250または時間が50hを超えると、コイルが座屈し、形状が劣化するおそれがある。

【0036】

また、被膜形成、および純化の促進を目的として、900～1050の範囲のいずれかの温度で、H₂ガスを導入する。H₂ガスを導入することによって、鋼板表面に形成されたFe酸化物が還元され、炉内酸化性が上昇し、被膜形成が促進する。H₂ガス導入温度が900に満たないと、二次再結晶が完了する前にインヒビターが分解し、磁気特性が劣化するおそれがある。一方、H₂ガス導入温度が1050を超えると、十分な効果が得られない。

40

【0037】

本実施形態では、鋼板の仕上げ焼鈍条件のデータを取得する（本例では、計算、または測定により取得する）。なぜなら、被膜特性に直接影響するからである。

上記仕上げ焼鈍条件とは、H₂ガス導入温度、および950～1100間の加熱速度のいずれかまたは両方である。上記仕上げ焼鈍条件は、測定により取得する場合は、コイル内に熱電対を巻き込んで実測して求めてもよいし、計算により取得する場合は、焼鈍温度や時間などの仕上げ焼鈍条件から計算して求めてもよい。

【0038】

50

さらに、本実施形態では、製品板のフォスファイト被膜に含有されるO目付量およびTi + V + Zr + Nb目付量のデータを取得する（本例では、測定により取得する）ことが重要である。なぜなら、かかる目付量の大小で、被膜特性のうち最も重要な耐剥離性（被膜密着性）にかかる指標が再現良く推定できるので、鋼板の被膜特性が非破壊で管理できることにつながるからである。

【0039】

測定による取得について、各元素の目付量を非破壊で測定する方法としては、例えば、各元素の蛍光X線強度を測定した後、予め作成した検量線を用いて各元素の目付量に換算する方法が挙げられる。

【0040】

本実施形態に従う方法は、まず、鋼板の、前記脱炭焼鈍板品質指標および前記仕上げ焼鈍条件のデータを取得し、また前記製品板のフォスファイト被膜に含有されるO目付量およびTi + V + Zr + Nb目付量のデータを取得する。

ついで、かかる各目付量の実績値を目的変数として、さらに脱炭焼鈍板品質指標、焼鈍分離剤組成および仕上げ焼鈍条件の実績値を説明変数として、重回帰分析、または機械学習することによって各目付量の予測モデルを作成する。

【0041】

さらに、本実施形態の製造方法に供する鋼板を、その長手方向にi分割、さらにその幅方向にj分割して、各位置(m、n)（ただし、 $1 \leq m \leq i$ 、 $1 \leq n \leq j$ ）を設定する。

そして、前記各目付量の予測モデルを用いて、上記各位置(m、n)での脱炭焼鈍板品質指標に対して、焼鈍分離剤組成および仕上げ焼鈍条件をある範囲で代入し、かかる各位置(m、n)でのO目付量の最大数および(Ti + V + Zr + Nb目付量) / O目付量の最大数が、被膜密着性より定まる範囲となるように焼鈍分離剤組成および仕上げ焼鈍条件を設定する、というものである。

【0042】

すなわち、本実施形態では、前記各目付量の予測モデルを用いる際に、鋼板長手方向をi分割、および鋼板幅方向をj分割した各位置(m、n)（ただし、 $1 \leq m \leq i$ 、 $1 \leq n \leq j$ ）での脱炭焼鈍板品質指標、仕上げ焼鈍条件および製品板の各目付量を用いる。

なお、各位置(m、n)とは、鋼板を長手方向にi分割、好ましくは10～100分割、および鋼板幅方向にj分割、好ましくは5～20分割した際の、各分割域（部分）を示している。

【0043】

また、前記各目付量の予測モデルを作成する際の、鋼板にかかる前記脱炭焼鈍板品質指標および前記仕上げ焼鈍条件を取得し（例えば計算または測定によって導出し）、また前記製品板のフォスファイト被膜に含有されるO目付量およびTi + V + Zr + Nb目付量を取得する（例えば測定によって導出する）にあたり、鋼板長手方向をi分割、鋼板幅方向をj分割して、取得しても（例えばかかる計算または測定を行っても）よい。

【0044】

脱炭焼鈍板表面のO、Si、PおよびMn濃度が高い場合やFeSiO₃およびFe₂SiO₄などFe系酸化物量が多い場合は、仕上げ焼鈍中の被膜形成が過剰となって、仕上げ焼鈍後のO目付量が増える。その結果、(Ti + V + Zr + Nb目付量) / O目付量が不足するおそれがある。そのため、仕上げ焼鈍でのH₂ガス導入温度を高くする、および/または、950～1100間の加熱速度を遅くすることによって、仕上げ焼鈍中の被膜形成を抑制する必要がある。さらには、O目付量を減らす、および/または、焼鈍分離剤中へのTi、V、Zr、Nb添加量を増やすことによって、Ti + V + Zr + Nb目付量を増やす必要がある。

【0045】

一方、脱炭焼鈍板表面のO、Si、PおよびMn濃度が低い場合やFeSiO₃およびFe₂SiO₄などFe系酸化物量が少ない場合は、仕上げ焼鈍中の被膜形成が不足し、仕上げ焼鈍後のO目付量が不足するおそれがある。そのため、仕上げ焼鈍でのH₂ガス導

10

20

30

40

50

入温度を低くする、および/または、950 ~ 1100 間の加熱速度を速くすることによって、仕上げ焼鈍中の被膜形成を促進し、O目付量を増やす必要がある。

【0046】

なお、本実施形態に用いる機械学習に使用するモデルは限定しない。ランダムフォレストを用いてもよいし、ニューラルネットワークを用いてもよい。

【0047】

その後、必要に応じて、絶縁コーティング、平坦化焼鈍、および磁区細分化処理を施し、製品板とする。なお、製品板蛍光X線Ti強度は、仕上げ焼鈍を施し、製品板とするまでのいずれかのタイミングで前述の手順に従い測定すればよい。

【0048】

ここで、前記O目付量の最大数の範囲は 1.00 g/m^2 以上とすることが好ましい。

O目付量の最大数が 1.00 g/m^2 に満たないと、被膜形成量が少なすぎ、被膜が外部応力によって破壊されやすくなって密着性が不足するおそれがある。より好ましくは、 2.00 g/m^2 以上である。なお、前記O目付量の最大数の範囲の上限は特に限定されないが、占積率の低下を招くため、 10.00 g/m^2 程度以下が好ましい。

【0049】

また、前記(Ti + V + Zr + Nb目付量) / O目付量の最大数の範囲は、0.01以上とすることが好ましい。

(Ti + V + Zr + Nb目付量) / O目付量の最大数の値が0.01に満たないと、被膜密着性が不足するおそれがある。より好ましくは、0.02以上である。なお、前記(Ti + V + Zr + Nb目付量) / O目付量の最大数の範囲の上限は特に限定されないが、鋼中まで各金属元素が侵入するおそれがあるため、0.20程度以下が好ましい。

【0050】

なお、製品板の(Ti + V + Zr + Nb目付量) / O目付量の値によって被膜密着性を評価することができることについて、その理由は明確になっていないが、発明者らは、以下のように考えている。

すなわち、焼鈍分離剤に添加したTi、V、Zr、Nb化合物が仕上げ焼鈍で分解し、窒化物や酸化物などといった形でフォスフェイト被膜に取り込まれ、粒界偏析することによって被膜の強度が高まる。よって、フォスフェイト被膜の量に対する、Ti + V + Zr + Nb目付量が多いほど、被膜密着性に優れると考えられる。

従って、かかる粒界偏析が推定できる(Ti + V + Zr + Nb目付量) / O目付量を測定すれば、フォスフェイト被膜の密着性(被膜密着性)を評価することができると考えている。

以上の例においては、鋼板の脱炭焼鈍板品質指標および仕上げ焼鈍条件のデータを測定、または計算により取得し、さらに、製品板のフォスフェイト被膜に含有されるO目付量およびTi + V + Zr + Nb目付量のデータを測定により取得する場合について説明したが、本開示はこの場合に限られない。例えば、過去の実績値データ等が存在する場合等において、このような一連のデータを外部から取得することもでき、一例としては、コンピュータの通信部により一連のデータを取得することもできる。あるいは、人間が譲渡等によりこのような一連のデータを取得することもできる。また、例えば、仕上げ焼鈍条件の場合、計算や測定に代えて、設定値のデータを取得することもできる。このように、学習モデルを作成するのに必要なデータの取得は、種々の変形や変更が可能である。

【実施例】

【0051】

[実施例1]

本実施例では、一般的な機械学習ツールを用いて、過去2年間に亘る、製品板O目付量およびTi + V + Zr + Nb目付量の実績値を目的変数とし、さらに脱炭焼鈍板品質指標、焼鈍分離剤組成および仕上げ焼鈍条件の実績値を説明変数として、ニューラルネットワークを用いて機械学習することによって各目付量の予測モデルを作成した。

【0052】

10

20

30

40

50

質量%で、C：0.03%、N：0.004%、Al：0.007%、Si：3.4%およびMn：0.06%を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる鋼素材に、1260の条件でスラブ加熱を施してから熱間圧延を施し、さらに冷間圧延を施したのち、1050、1分間の条件で中間焼鈍を施し、再度冷間圧延を施して0.23mm厚の冷延板とし、湿水素雰囲気、840、2分間の条件で脱炭焼鈍を施した後、鋼板長手方向に100mピッチで50分割(i)、鋼板幅方向に100mmピッチで10分割(j)した各位置(m、n)(ただし、1 m i、1 n j)で蛍光X線分析や赤外分光分析を行い、鋼板の各位置(m、n)における各元素強度や各酸化物生成量を測定した。

次いで、MgO：100質量部に対して、TiO₂を3質量部添加した焼鈍分離剤を塗布し、850、50時間、N₂ガス雰囲気の中で均熱処理を施した後、950~1100の範囲を15/hの加熱速度で加熱し、所定の温度でH₂ガスを導入し、1200、5時間の条件で均熱処理を施した。

10

【0053】

ここで、各位置(m、n)での製品板O目付量の最大数が1.00g/m²以上、かつ(Ti+V+Zr+Nb目付量)/O目付量の最大数が0.01以上となるように10コイルのH₂ガス導入温度をそれぞれ900~1050の範囲で調整した本発明に従う場合と、10コイルとも一律960に設定した場合のそれぞれの条件で仕上げ焼鈍を施した。

その後、リン酸塩を主体とするコーティングを塗布した後、850、1分間の条件で平坦化焼鈍を施し、製品板とした。

20

【0054】

かくして得られた製品板の各位置(m、n)で蛍光X線分析を行い、蛍光X線O、Ti、V、ZrおよびNb強度を測定し、検量線を用いて各目付量に換算し、O目付量の最大数が1.00g/m²以上、かつ(Ti+V+Zr+Nb目付量)/O目付量の最大数が0.01以上となった位置の割合を求めた。

ここで、以下の表1-1から表8-2までに脱炭焼鈍板端部の蛍光X線Mn強度が高い場合に、本発明に従って仕上げ焼鈍時のH₂ガス導入温度を980に変更した場合と、一律で960に設定した場合の比較を示す。

【0055】

30

40

50

【表 1 - 1】

表 1 - 1 【波長補正係数をX線用単位】 比較例
[kcps] 長手方向
外巻

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	6.91	6.93	6.92	6.97	6.95	6.95	6.92	6.88	6.93	6.92	6.93	6.99	6.94	6.93	6.97	6.96	6.99	6.92	6.90	6.99	6.90	6.92	6.96	6.97	6.92
2	6.90	6.95	6.97	6.94	6.96	6.95	6.85	6.88	6.87	6.86	6.80	6.81	6.85	6.86	6.82	6.82	6.80	6.85	6.81	6.87	6.84	6.87	6.85	6.88	6.89
3	6.93	6.91	6.98	6.90	6.83	6.89	6.84	6.81	6.84	6.70	6.72	6.76	6.79	6.70	6.78	6.78	6.70	6.73	6.71	6.78	6.76	6.78	6.73	6.70	6.79
4	6.90	6.96	6.92	6.91	6.87	6.86	6.80	6.86	6.75	6.72	6.77	6.74	6.76	6.72	6.70	6.72	6.75	6.70	6.73	6.74	6.79	6.74	6.73	6.71	6.71
5	6.96	6.90	6.92	6.90	6.81	6.86	6.86	6.70	6.74	6.74	6.77	6.74	6.78	6.74	6.70	6.77	6.67	6.62	6.65	6.60	6.68	6.61	6.66	6.69	6.64
6	6.96	6.97	6.98	6.94	6.97	6.85	6.87	6.75	6.72	6.74	6.79	6.72	6.72	6.71	6.78	6.65	6.69	6.60	6.60	6.61	6.68	6.69	6.61	6.62	6.68
7	6.90	6.97	6.96	6.91	6.99	6.83	6.87	6.70	6.78	6.70	6.75	6.71	6.78	6.74	6.70	6.70	6.71	6.77	6.73	6.70	6.78	6.74	6.72	6.78	6.77
8	6.92	6.97	6.98	6.95	6.94	6.86	6.87	6.85	6.83	6.83	6.83	6.85	6.79	6.77	6.75	6.72	6.77	6.72	6.78	6.74	6.74	6.70	6.74	6.71	6.78
9	6.97	6.95	6.97	6.99	6.91	6.89	6.81	6.81	6.80	6.84	6.88	6.84	6.82	6.87	6.80	6.80	6.82	6.83	6.82	6.85	6.83	6.80	6.86	6.89	6.84
10	6.90	6.91	6.99	6.93	6.95	6.95	6.98	6.94	6.92	6.99	6.97	6.99	6.92	6.98	6.93	6.98	6.94	6.90	6.93	6.91	6.95	6.95	6.99	6.91	6.92



【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

50

【表 1 - 2】

表 1-2 【脱炭素鋼板強度比較例】
[Kaps] 長手方向

i j	幅方向										内巻														
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	6.92	6.90	6.97	6.90	6.94	6.97	6.96	6.91	6.93	6.96	6.92	6.97	6.98	6.93	6.95	6.92	6.95	6.94	6.96	6.91	6.96	6.93	6.97	6.98	6.95
2	6.82	6.80	6.87	6.88	6.88	6.80	6.82	6.81	6.86	6.82	6.81	6.83	6.89	6.83	6.84	6.83	6.86	6.83	6.88	6.83	6.87	6.83	6.81	6.89	6.87
3	6.70	6.75	6.73	6.70	6.77	6.73	6.74	6.79	6.78	6.72	6.78	6.75	6.77	6.78	6.70	6.70	6.77	6.73	6.72	6.82	6.81	6.85	6.82	6.75	6.88
4	6.71	6.78	6.66	6.67	6.62	6.63	6.51	6.58	6.69	6.67	6.60	6.60	6.61	6.61	6.67	6.69	6.60	6.67	6.79	6.71	6.74	6.73	6.75	6.77	6.70
5	6.65	6.68	6.64	6.68	6.54	6.56	6.54	6.59	6.58	6.57	6.58	6.52	6.58	6.57	6.64	6.66	6.60	6.60	6.63	6.60	6.74	6.61	6.70	6.79	6.78
6	6.61	6.68	6.67	6.65	6.50	6.53	6.57	6.53	6.59	6.56	6.58	6.54	6.54	6.58	6.61	6.62	6.60	6.68	6.68	6.61	6.73	6.75	6.76	6.71	6.74
7	6.79	6.78	6.74	6.64	6.64	6.63	6.64	6.88	6.62	6.63	6.65	6.60	6.65	6.67	6.69	6.60	6.65	6.65	6.60	6.77	6.78	6.76	6.74	6.72	6.79
8	6.71	6.71	6.72	6.79	6.75	6.70	6.71	6.71	6.71	6.71	6.76	6.70	6.70	6.70	6.76	6.76	6.70	6.75	6.78	6.80	6.80	6.82	6.85	6.84	6.88
9	6.84	6.82	6.86	6.81	6.87	6.83	6.88	6.82	6.82	6.87	6.89	6.82	6.88	6.81	6.89	6.82	6.87	6.87	6.80	6.80	6.89	6.85	6.81	6.86	6.82
10	6.91	6.91	6.91	6.98	6.99	6.98	6.90	6.91	6.97	6.93	6.96	6.98	6.99	6.97	6.90	6.92	6.98	6.94	6.91	6.97	6.94	6.98	6.93	6.96	6.93

【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

50

【表 2 - 1】

表 2-1 【脱炭素轉板蛋光線照度】 說明例
[kps]

i \ j	外卷										中卷														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	6.96	6.98	6.98	6.94	6.94	6.94	6.94	6.91	6.97	6.95	6.99	6.97	6.93	6.99	6.99	6.99	6.92	6.94	6.92	6.99	6.91	6.91	6.93	6.97	6.98
2	6.99	6.93	6.97	6.85	6.80	6.89	6.83	6.83	6.88	6.86	6.86	6.80	6.84	6.81	6.83	6.80	6.81	6.81	6.86	6.89	6.85	6.87	6.81	6.82	6.87
3	6.91	6.92	6.99	6.85	6.82	6.84	6.83	6.80	6.80	6.84	6.74	6.73	6.71	6.75	6.74	6.70	6.74	6.78	6.70	6.73	6.72	6.77	6.70	6.71	6.71
4	6.99	6.91	6.83	6.86	6.88	6.84	6.86	6.80	6.89	6.79	6.70	6.73	6.75	6.74	6.75	6.74	6.77	6.76	6.70	6.76	6.70	6.72	6.79	6.75	6.66
5	6.90	6.91	6.89	6.89	6.86	6.81	6.87	6.87	6.84	6.75	6.78	6.70	6.75	6.79	6.65	6.62	6.63	6.69	6.68	6.69	6.69	6.61	6.64	6.69	6.68
6	6.91	6.97	6.82	6.81	6.88	6.86	6.86	6.87	6.83	6.76	6.77	6.76	6.73	6.71	6.71	6.65	6.60	6.61	6.60	6.68	6.61	6.69	6.67	6.68	6.68
7	6.91	6.93	6.85	6.83	6.85	6.83	6.88	6.89	6.88	6.71	6.73	6.79	6.79	6.71	6.74	6.74	6.74	6.74	6.64	6.67	6.74	6.73	6.75	6.77	6.73
8	6.92	6.95	6.85	6.80	6.90	6.88	6.89	6.80	6.80	6.86	6.81	6.87	6.72	6.71	6.75	6.73	6.71	6.79	6.74	6.74	6.73	6.73	6.75	6.77	6.77
9	6.90	6.90	6.90	6.99	6.90	6.89	6.84	6.88	6.81	6.80	6.86	6.85	6.86	6.80	6.81	6.85	6.87	6.84	6.89	6.86	6.87	6.85	6.89	6.88	6.82
10	6.99	6.94	6.95	6.97	6.95	6.90	6.96	6.91	6.93	6.90	6.92	6.95	6.91	6.91	6.98	6.92	6.94	6.98	6.98	6.96	6.98	6.94	6.91	6.99	6.91

幅方向 戸頂



戸床

【 0 0 5 8 】

10

20

30

40

50

【表 2 - 2】

表 2-2 【脱炭素化振盪光X線CT装置】 説明例
[kcps]

i, j	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
炉頂	6.95	6.96	6.95	6.96	6.96	6.97	6.93	6.95	6.94	6.99	6.95	6.90	6.96	6.96	6.92	6.92	6.93	6.98	6.95	6.94	6.94	6.98	6.99	6.99	6.95
幅方向	6.82	6.86	6.82	6.88	6.81	6.81	6.83	6.81	6.85	6.87	6.82	6.81	6.83	6.81	6.86	6.85	6.83	6.83	6.83	6.81	6.87	6.84	6.83	6.86	6.83
	6.79	6.73	6.73	6.77	6.72	6.79	6.76	6.76	6.75	6.75	6.73	6.75	6.71	6.78	6.72	6.79	6.75	6.75	6.79	6.77	6.76	6.84	6.80	6.84	6.83
	6.61	6.64	6.64	6.69	6.62	6.62	6.65	6.60	6.68	6.69	6.63	6.60	6.62	6.69	6.62	6.66	6.62	6.66	6.75	6.77	6.79	6.71	6.78	6.74	6.81
	6.65	6.63	6.65	6.67	6.62	6.55	6.58	6.54	6.54	6.56	6.58	6.53	6.65	6.53	6.68	6.66	6.65	6.69	6.62	6.60	6.60	6.68	6.66	6.71	6.79
	6.69	6.62	6.66	6.68	6.68	6.58	6.56	6.59	6.55	6.58	6.53	6.59	6.58	6.59	6.69	6.64	6.62	6.68	6.69	6.68	6.67	6.65	6.66	6.69	6.75
	6.72	6.67	6.61	6.61	6.67	6.68	6.65	6.65	6.69	6.61	6.66	6.65	6.63	6.65	6.61	6.63	6.62	6.63	6.60	6.72	6.76	6.75	6.73	6.79	6.71
	6.72	6.73	6.71	6.76	6.76	6.77	6.75	6.70	6.71	6.70	6.76	6.71	6.78	6.75	6.71	6.70	6.70	6.73	6.77	6.77	6.78	6.72	6.80	6.86	6.86
	6.89	6.82	6.82	6.88	6.88	6.82	6.80	6.85	6.89	6.87	6.89	6.86	6.88	6.86	6.84	6.81	6.80	6.82	6.84	6.85	6.80	6.80	6.86	6.88	6.81
炉床	6.99	6.90	6.93	6.93	6.91	6.94	6.93	6.94	6.92	6.92	6.98	6.91	6.90	6.95	6.91	6.98	6.97	6.95	6.98	6.97	6.93	6.92	6.96	6.95	6.96

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

50

【表 3 - 1】

表 3-1-1 【仕上竹炭焼酎・薄入温度】 比較例

幅方向
長手方向

幅方向		長手方向																									
[°C]		[°C]																									
i	j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	炉頂	959	959	959	959	958	958	958	958	958	958	958	957	957	957	957	957	957	957	956	956	956	956	956	956	956	955
2	幅方向	959	958	957	956	955	954	953	952	949	949	949	948	948	948	948	948	948	947	947	947	947	947	946	946	946	946
3		958	955	952	949	948	948	948	947	947	946	946	945	945	944	944	944	943	943	939	939	939	939	939	939	938	938
4		958	955	952	949	948	947	946	945	945	944	943	942	939	938	938	938	938	938	938	937	937	937	936	936	936	935
5		957	952	949	948	947	946	945	944	943	942	939	938	938	937	937	936	936	935	935	934	934	933	932	932	932	931
6		957	952	949	948	947	946	945	944	943	942	939	938	938	937	937	936	935	935	934	934	933	932	932	932	931	929
7		956	951	948	947	946	944	943	942	941	939	938	938	937	937	936	935	935	934	934	933	932	932	932	931	929	928
8		956	950	948	946	945	944	943	942	940	939	938	937	937	936	935	935	934	933	933	933	932	931	931	929	928	926
9		955	953	950	948	946	945	944	943	942	940	939	938	937	936	936	935	934	934	933	933	932	932	931	929	927	926
10	炉床	955	954	953	952	951	948	946	945	944	942	941	939	938	937	936	936	935	934	934	933	932	932	931	929	927	927

【 0 0 6 0 】

10

20

30

40

50

【表 3 - 2】

表 3-2 【社上付機純正導入温度】
[°C]

i, j	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	955	955	955	955	955	954	955	955	955	955	956	956	956	956	957	957	957	957	958	958	958	958	958	959	959
2	946	945	945	945	945	944	945	945	945	945	946	946	946	947	947	947	948	948	948	948	949	949	949	952	954
3	938	938	938	938	938	937	938	938	938	938	939	939	939	939	943	943	944	945	946	947	947	947	948	949	952
4	935	935	935	934	934	934	935	935	936	936	937	937	938	938	939	939	942	943	944	945	946	947	948	949	950
5	932	932	929	928	927	927	928	929	931	932	933	933	934	935	936	937	938	939	942	943	943	945	946	948	949
6	928	927	926	925	924	924	925	926	927	928	929	931	932	933	934	935	936	937	938	939	941	943	945	947	949
7	927	925	924	923	922	922	923	924	925	927	928	929	930	931	933	934	935	936	937	939	941	943	944	946	948
8	925	923	922	917	913	913	915	917	922	924	925	927	929	930	932	933	934	935	937	938	941	943	944	946	948
9	924	923	921	917	913	913	917	921	923	924	926	927	929	931	932	934	935	937	938	941	943	944	946	947	949
10	926	925	924	923	921	921	923	924	925	926	927	929	931	932	934	935	937	938	941	943	944	945	946	948	949

幅方向



内巻

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

【表 4 - 1】

表 4-1-1 【柱上付焼配中、導入温度】
[°C]

※ 例

長手方向

外巻

i	j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	1	979	979	979	979	978	978	978	978	978	978	978	977	977	977	977	977	977	976	976	976	976	976	976	976	976	975
2	1	979	978	977	976	975	974	973	972	969	969	969	968	968	968	968	968	967	967	967	967	966	966	966	966	966	966
3	1	978	975	972	969	969	968	968	967	967	966	966	965	965	964	964	963	963	959	959	959	959	959	959	959	958	958
4	1	978	975	972	969	968	967	966	965	965	964	963	962	959	959	958	958	958	958	957	957	956	956	956	956	956	955
5	1	977	972	969	968	967	966	965	965	964	963	962	959	958	957	956	955	955	956	955	955	955	954	954	954	953	953
6	1	977	972	969	968	967	966	965	964	963	962	959	958	958	957	956	955	955	955	954	954	953	952	952	951	949	949
7	1	976	971	968	967	966	964	963	962	961	959	958	958	957	956	955	955	954	954	953	952	952	951	949	948	948	946
8	1	976	970	968	966	965	964	963	962	960	959	958	957	957	956	955	955	954	953	953	952	951	951	949	948	948	946
9	1	975	973	970	968	966	965	964	963	962	960	959	958	957	956	956	955	954	954	953	952	952	951	949	947	946	946
10	1	975	974	973	972	971	968	966	965	964	962	961	959	958	957	956	956	955	954	954	953	952	952	951	949	947	947



【 0 0 6 2 】

10

20

30

40

50

【表 4 - 2】

表 4-2 【仕上竹炭焼出温度】
[°C]

i	長手方向										内巻															
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
1	975	975	975	975	975	974	975	975	975	975	976	976	976	976	977	977	977	977	978	978	978	978	978	979	979	
2	966	965	965	965	965	964	965	965	965	965	966	966	966	967	967	967	968	968	968	968	968	969	969	972	974	976
3	958	958	958	958	958	957	958	958	958	958	958	959	959	959	963	963	964	965	966	966	967	967	968	969	972	973
4	955	955	955	954	954	954	955	955	956	956	957	957	958	958	959	959	962	963	964	965	966	967	968	969	970	970
5	952	952	949	948	947	947	948	949	951	952	953	953	954	955	956	957	958	959	962	963	965	966	968	969	970	970
6	948	947	946	945	944	944	945	946	947	948	949	951	952	953	954	955	956	957	958	959	961	963	965	967	969	969
7	947	945	944	943	942	942	943	944	945	947	948	949	950	951	953	954	955	956	957	958	961	963	964	966	968	968
8	945	943	942	937	933	933	935	937	942	944	945	947	949	950	952	953	954	955	957	958	961	963	964	966	968	968
9	944	943	941	937	933	933	937	941	943	944	946	947	949	951	952	954	955	957	958	961	963	964	966	967	969	969
10	946	945	944	943	941	941	943	944	945	946	947	949	951	952	954	955	957	958	961	963	964	965	966	968	969	969

【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

【表 5 - 1】

表 5-1 【原価率の付属】
【E/F】

I.J	比較例																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	4.20	4.20	4.20	4.21	4.22	4.20	4.22	4.21	4.21	4.21	4.20	4.22	4.22	4.20	4.21	4.21	4.21	4.22	4.20	4.21	4.20	4.20	4.22	4.20	4.20
2	4.20	4.20	4.20	4.22	4.22	3.99	3.98	4.00	3.92	3.92	3.92	3.95	3.92	3.92	3.93	3.92	3.91	3.93	3.92	3.91	3.91	3.91	3.92	3.91	3.92
3	4.21	4.21	4.20	4.12	3.92	3.92	3.93	3.92	3.70	3.70	3.69	3.71	3.70	3.71	3.71	3.71	3.71	3.62	3.60	3.61	3.62	3.62	3.62	3.61	3.61
4	4.20	4.20	4.22	4.13	3.91	3.93	3.92	3.91	3.71	3.70	3.70	3.71	3.62	3.62	3.60	3.61	3.61	3.61	3.62	3.62	3.61	3.60	3.61	3.62	3.61
5	4.20	4.22	4.12	4.14	3.92	3.93	3.93	3.92	3.71	3.71	3.71	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.60	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62
6	4.21	4.21	4.12	4.14	4.12	3.91	3.92	3.92	3.71	3.71	3.62	3.61	3.62	3.62	3.62	3.61	3.60	3.60	3.60	3.60	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61
7	4.20	4.21	4.14	4.14	4.12	3.91	3.92	3.91	3.71	3.62	3.62	3.62	3.62	3.60	3.61	3.61	3.60	3.60	3.60	3.60	3.61	3.61	3.62	3.61	3.61
8	4.20	4.20	4.14	4.12	4.12	3.91	3.92	3.91	3.83	3.82	3.84	3.83	3.81	3.80	3.80	3.82	3.82	3.80	3.80	3.80	3.80	3.84	3.82	3.81	3.81
9	4.20	4.22	4.21	4.13	4.13	3.93	3.93	3.93	3.83	3.82	3.82	3.82	3.84	3.82	3.82	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	3.84	4.02	4.03	3.71	3.70
10	4.22	4.22	4.21	4.21	4.22	4.14	4.12	4.14	4.13	4.13	4.14	4.02	4.03	4.04	4.02	4.04	4.03	4.03	4.03	4.04	4.02	4.02	4.03	3.92	3.91

【 0 0 6 4 】

10

20

30

40

50

【表 5 - 2】

表 5-2 【製造部01付属】

【E/月】

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

備考

【 0 0 6 5 】

内職	48	49	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	
1	4.20	4.20	4.22	4.21	4.21	4.20	4.21	4.22	4.21	4.21	4.20	4.21	4.20	4.21	4.21	4.21	4.20	4.21	4.21	4.21	4.20	4.21	4.20	4.21	4.20
2	3.92	3.93	3.92	3.91	3.92	3.93	3.93	3.92	3.93	3.93	3.92	3.91	3.92	3.93	3.93	3.91	3.92	3.93	3.93	3.92	3.91	3.92	3.93	3.92	3.91
3	3.50	3.51	3.52	3.51	3.51	3.50	3.51	3.52	3.51	3.51	3.50	3.51	3.50	3.51	3.51	3.50	3.51	3.51	3.51	3.50	3.51	3.50	3.51	3.50	3.49
4	3.60	3.61	3.60	3.59	3.60	3.61	3.62	3.61	3.62	3.62	3.61	3.62	3.61	3.62	3.62	3.60	3.61	3.62	3.62	3.61	3.62	3.61	3.62	3.61	3.60
5	3.16	3.17	3.16	3.15	3.16	3.17	3.18	3.17	3.18	3.18	3.17	3.18	3.17	3.18	3.18	3.16	3.17	3.18	3.18	3.17	3.18	3.17	3.18	3.17	3.16
6	3.26	3.27	3.26	3.25	3.26	3.27	3.28	3.27	3.28	3.28	3.27	3.28	3.27	3.28	3.28	3.26	3.27	3.28	3.28	3.27	3.28	3.27	3.28	3.27	3.26
7	3.50	3.51	3.50	3.49	3.50	3.51	3.52	3.51	3.52	3.52	3.51	3.52	3.51	3.52	3.52	3.50	3.51	3.52	3.52	3.51	3.52	3.51	3.52	3.51	3.50
8	3.50	3.51	3.50	3.49	3.50	3.51	3.52	3.51	3.52	3.52	3.51	3.52	3.51	3.52	3.52	3.50	3.51	3.52	3.52	3.51	3.52	3.51	3.52	3.51	3.50
9	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71	3.72	3.71	3.72	3.71	3.72	3.71	3.72	3.71	3.72	3.72	3.71	3.72	3.71	3.72	3.72	3.71	3.72	3.71	3.72	3.71
10	3.91	3.91	3.92	3.90	3.91	3.92	3.91	3.92	3.91	3.92	3.91	3.92	3.91	3.92	3.92	3.90	3.91	3.92	3.92	3.91	3.92	3.91	3.92	3.91	3.90

内職

10

20

30

40

50

【表 6 - 1】

表 6-1 【製造部0目付量】
[g/m²]

I / J	縦方向 押戻										横方向 外巻										中巻					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21	22	23	24	25
1	3.92	3.92	3.93	3.94	3.94	3.93	3.94	3.92	3.94	3.92	3.93	3.93	3.94	3.92	3.92	3.92	3.92	3.92	3.93	3.94	3.93	3.92	3.92	3.93	3.94	3.93
2	3.92	3.94	3.94	3.72	3.72	3.74	3.74	3.73	3.69	3.69	3.67	3.67	3.69	3.68	3.67	3.56	3.62	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.68	3.68	3.67	3.68
3	3.94	3.93	3.94	3.67	3.68	3.67	3.68	3.69	3.68	3.67	3.47	3.46	3.46	3.48	3.47	3.47	3.46	3.39	3.41	3.41	3.41	3.41	3.41	3.39	3.41	3.39
4	3.92	3.93	3.72	3.67	3.69	3.69	3.68	3.67	3.67	3.45	3.46	3.48	3.41	3.40	3.39	3.40	3.39	3.40	3.39	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.39
5	3.93	3.93	3.69	3.69	3.69	3.68	3.67	3.69	3.67	3.45	3.47	3.39	3.40	3.39	3.18	3.17	3.10	3.17	3.17	3.18	3.18	3.17	3.17	3.19	3.19	3.17
6	3.92	3.94	3.68	3.67	3.68	3.68	3.69	3.69	3.69	3.47	3.40	3.39	3.40	3.41	3.17	3.17	3.17	3.18	3.18	3.18	3.18	3.17	3.18	3.18	3.17	3.10
7	3.94	3.94	3.69	3.67	3.67	3.68	3.68	3.69	3.67	3.40	3.41	3.40	3.39	3.41	3.41	3.41	3.41	3.39	3.18	3.18	3.18	3.41	3.41	3.41	3.32	3.30
8	3.92	3.94	3.68	3.69	3.67	3.67	3.68	3.67	3.67	3.60	3.62	3.62	3.41	3.40	3.41	3.41	3.40	3.40	3.40	3.41	3.41	3.41	3.41	3.32	3.31	3.31
9	3.93	3.93	3.68	3.69	3.67	3.67	3.68	3.67	3.67	3.68	3.62	3.62	3.61	3.60	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.62	3.61	3.61	3.61	3.61	3.51	3.51
10	3.94	3.94	3.63	3.62	3.63	3.63	3.63	3.63	3.63	3.63	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67

※既

【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50

【表 6 - 2】

内容

表6-2 【基礎掘削付置】
[m]

掘削方向

長手方向

掘削方向

1	25	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	3.92	3.92	3.93	3.92	3.92	3.93	3.93	3.92	3.94	3.92	3.93	3.94	3.94	3.94	3.93	3.93	3.94	3.92	3.92	3.92	3.93	3.94	3.93	3.92	3.92
2	3.88	3.69	3.67	3.67	3.67	3.67	3.69	3.68	3.67	3.67	3.68	3.68	3.67	3.67	3.68	3.69	3.67	3.69	3.68	3.69	3.67	3.68	3.72	3.72	3.72
3	3.39	3.39	3.40	3.40	3.39	3.41	3.39	3.39	3.40	3.41	3.40	3.40	3.40	3.39	3.46	3.47	3.48	3.47	3.46	3.48	3.47	3.69	3.67	3.74	3.74
4	3.19	3.19	3.17	3.17	3.19	3.16	3.17	3.19	3.17	3.18	3.18	3.19	3.19	3.17	3.18	3.17	3.25	3.26	3.46	3.46	3.47	3.48	3.46	3.46	3.72
5	3.19	3.19	3.09	3.09	3.09	2.97	2.95	2.95	2.94	2.95	2.95	2.96	3.16	2.94	3.19	3.19	3.19	3.19	3.19	3.26	3.24	3.25	3.25	3.46	3.46
6	3.11	3.10	3.11	3.11	3.10	2.86	2.89	2.87	2.88	2.87	2.88	2.94	2.94	2.94	3.17	3.16	3.18	3.18	3.19	3.19	3.25	3.25	3.25	3.25	3.46
7	3.32	3.09	3.10	3.10	3.11	3.10	3.11	3.11	3.09	3.10	3.09	3.10	3.17	3.19	3.19	3.19	3.16	3.17	3.17	3.39	3.46	3.46	3.46	3.46	3.46
8	3.31	3.32	3.32	3.19	3.19	3.17	3.18	3.18	3.32	3.30	3.30	3.30	3.32	3.41	3.40	3.41	3.39	3.40	3.40	3.40	3.47	3.46	3.58	3.68	3.68
9	3.50	3.50	3.51	3.38	3.37	3.38	3.39	3.52	3.51	3.51	3.51	3.51	3.51	3.60	3.60	3.60	3.62	3.62	3.62	3.68	3.67	3.69	3.67	3.67	3.67
10	3.89	3.69	3.69	3.71	3.70	3.71	3.70	3.70	3.70	3.70	3.71	3.71	3.81	3.81	3.79	3.81	3.80	3.79	3.87	3.89	3.88	3.89	3.87	3.88	3.88

併置

【 0 0 6 7 】

10

20

30

40

50

【表 7 - 2】

表 7-2 【製品版(T1+V2)+輸日付集】/日付集】 比較例
集子方向

i, j	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	0.0095	0.0065	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095	0.0095
2	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0100
3	0.0111	0.0111	0.0111	0.0111	0.0111	0.0111	0.0111	0.0111	0.0111	0.0111	0.0111	0.0111	0.0111	0.0111	0.0110	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0107	0.0100
4	0.0113	0.0119	0.0118	0.0118	0.0119	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118	0.0119	0.0119	0.0118	0.0116	0.0116	0.0116	0.0116	0.0116	0.0116	0.0116	0.0115	0.0108	0.0107
5	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123	0.0123
6	0.0123	0.0123	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122
7	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114
8	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114
9	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108	0.0108
10	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102	0.0102

併集

【 0 0 6 9 】

10

20

30

40

50

【表 8 - 1】

表 8-1 【製品版(1)~(7)の単位質量/項目質量】

I-I	左手方向										右手方向														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	0.012	0.012	0.012	0.011	0.011	0.012	0.011	0.012	0.011	0.012	0.012	0.012	0.011	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012
2	0.012	0.011	0.011	0.017	0.017	0.017	0.017	0.017	0.018	0.018	0.018	0.018	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
3	0.011	0.012	0.011	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
4	0.012	0.012	0.012	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
5	0.012	0.012	0.012	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
6	0.012	0.012	0.012	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
7	0.015	0.015	0.015	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
8	0.012	0.011	0.011	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
9	0.012	0.012	0.012	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
10	0.011	0.011	0.011	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015

【 0 0 7 0 】

10

20

30

40

50

【表 8 - 2】

表 8-2 【製品板(Ti+V+Zr+Nb)目付量/目付量】 乗割例
 長手方向

位置	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002
2	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.008	0.008	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.008	0.009	0.008	0.009	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007	0.007
3	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.017	0.018	0.018	0.018	0.017	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
4	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023
5	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
6	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
7	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
8	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
9	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
10	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005

縦方向

【0071】

前記表 1 1 ~ 8 - 2 および図 1 A、図 1 B、図 2 A、図 2 B、図 3 A、図 3 B、図 4 A、図 4 B に示したように、鋼板幅方向端部の脱炭焼鈍板蛍光 X 線 Mn 強度が高いことに
 応じて、H₂ ガス導入温度を 980 に変更すると、コイル上部で被膜形成が過剰となる
 ことを効果的に防止することができた。その結果、製品板 O 目付量の最大数が 1.00 g
 / m² 以上、かつ (Ti + V + Zr + Nb 目付量) / O 目付量の最大数が 0.01 以上と
 なった位置の割合が増加した (図 4 B の例ではその割合は 100% であった)。一方、H₂
 ガス導入温度を一律 960 に設定した場合、コイル上部で被膜形成が過剰となつてし
 まい、製品板 O 目付量の最大数が 1.00 g / m² 以上、かつ (Ti + V + Zr + Nb 目

10

20

30

40

50

付量) / O目付量の最大数が0.01以上となった位置の割合が減少した(図4Aの例ではその割合は75.4%であった)。

【0072】

このように、脱炭焼鈍板品質指標のばらつきに応じて、 H_2 ガス導入温度を変更した場合(発明例)、製品板O目付量の最大数が $1.00 g/m^2$ 以上、かつ($Ti + V + Zr + Nb$ 目付量) / O目付量の最大数が0.01以上となった位置の割合が10コイル平均では98.8%であった。それに対し、 H_2 ガス導入温度を一律960 に設定した場合(比較例)、その割合は10コイル平均で86.6%であった。

【0073】

[実施例2]

本実施例では、一般的な機械学習ツールを用いて、過去2年間に亘る、製品板O目付量および $Ti + V + Zr + Nb$ 目付量の実績値を目的変数とし、さらに脱炭焼鈍板品質指標、焼鈍分離剤組成および仕上げ焼鈍条件の実績値を説明変数として、ランダムフォレストを用いて機械学習することによって各目付量の予測モデルを作成した。

【0074】

質量%で、C:0.07%、N:0.009%、Al:0.022%、Si:3.4%、Mn:0.07%およびSe:0.02%を含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる素材に、1380 の条件でスラブ加熱を施し、熱間圧延を施したのち、冷間圧延を施し、1050 、1分間の条件で中間焼鈍を施し、再度冷間圧延を施して0.23mmの冷延板とし、湿水素雰囲気、840 、2分間の条件で脱炭焼鈍した後、鋼板長手方向に100mピッチで50分割(i)、鋼板幅方向に100mmピッチで10分割(j)した各位置(m、n)(ただし、1 m i、1 n j)で蛍光X線分析や赤外分光分析を行い、鋼板の各位置(m、n)における各元素強度や各酸化物生成量を測定した。その後、MgO:100質量部に対して、 TiO_2 を3質量部添加した焼鈍分離剤を塗布した後、常温~950 の範囲を15 /hの加熱速度で加熱し、次いで、950~1100 の範囲を所定の加熱速度で加熱し、 H_2 ガスを950 で導入し、1200 、5時間の条件で均熱を施した。

【0075】

ここで、各位置(m、n)での脱炭焼鈍板品質指標に応じて、各位置(m、n)での製品板O目付量の最大数が $1.00 g/m^2$ 以上、かつ($Ti + V + Zr + Nb$ 目付量) / O目付量の最大数が0.01以上となるように、10コイルそれぞれで950~1100 の加熱速度を10~20 /hに変更した場合と、10コイル全てで一律15 /hに設定した場合のそれぞれで仕上げ焼鈍を施した。その後、リン酸塩を主体とするコーティングを塗布した後、850 、1分間の条件で平坦化焼鈍を施し、製品板とした。その後、製品板の各位置(m、n)で蛍光X線分析を行い、蛍光X線O、Ti、V、ZrおよびNb強度を測定し、検量線を用いて各目付量に換算し、O目付量の最大数が $1.00 g/m^2$ 以上、かつ($Ti + V + Zr + Nb$ 目付量) / O目付量の最大数が0.01以上となった位置の割合を求めた。

【0076】

脱炭焼鈍板品質指標のばらつきに応じて、加熱速度を変更した場合、製品板O目付量の最大数が $1.00 g/m^2$ 以上、かつ($Ti + V + Zr + Nb$ 目付量) / O目付量の最大数が0.01以上となった位置の割合が10コイル平均で98.7%であった。それに対し、加熱速度を一律15 /hに設定した場合、その割合は10コイル平均で84.3%であった。

10

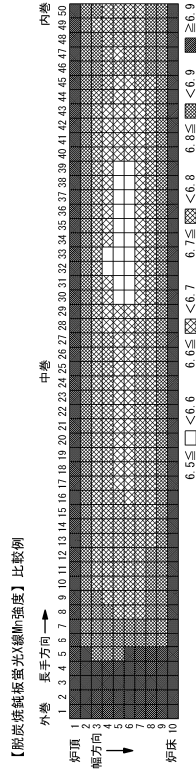
20

30

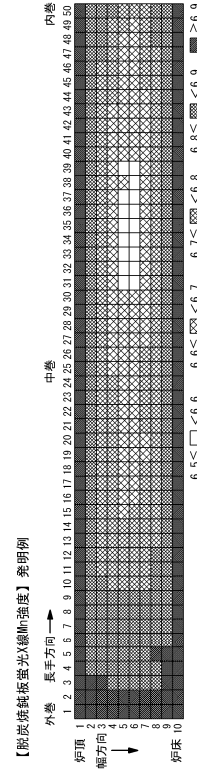
40

50

【図面】
【図 1 A】



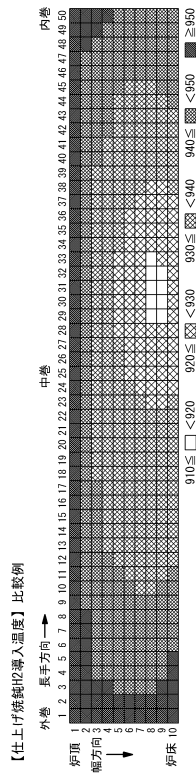
【図 1 B】



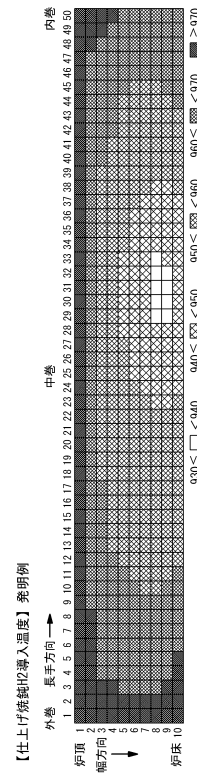
10

20

【図 2 A】




【図 2 B】

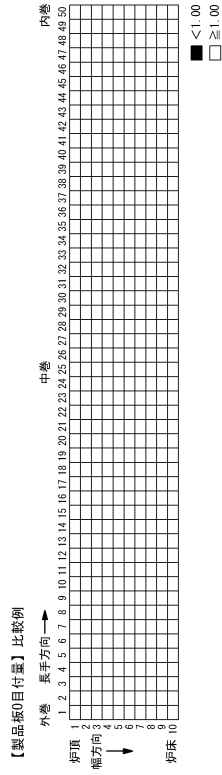



30

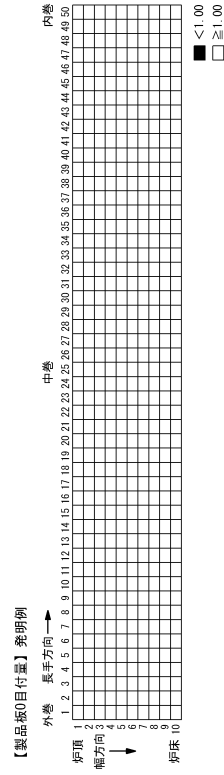
40

50

【 3 A】




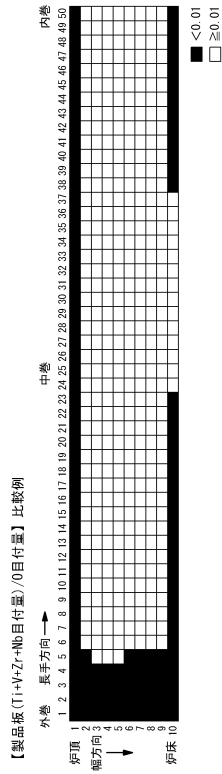
【 3 B】




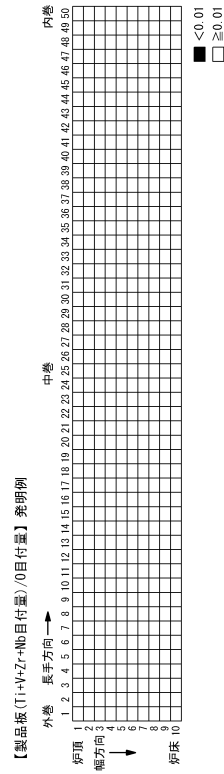
10

20

【 4 A】



【 4 B】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
C 2 2 C 38/60 (2006.01) C 2 2 C 38/60

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 河口 展明

(56)参考文献 国際公開第2022/186357(WO, A1)
特開平08-100220(JP, A)
国際公開第2023/068236(WO, A1)
特開2016-145419(JP, A)
特開平09-184017(JP, A)
特開昭59-193220(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
C 2 1 D 8 / 1 2
C 2 1 D 9 / 4 6
C 2 3 C 2 2 / 0 0
H 0 1 F 1 / 1 4 7
C 2 2 C 3 8 / 0 0 - 3 8 / 6 0