

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年10月10日(10.10.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/209749 A1

(51) 国際特許分類:
B21B 37/00 (2006.01) *G05B 13/02* (2006.01)
B21B 1/22 (2006.01) *G06N 3/08* (2023.01)
B21B 3/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/046014

(22) 国際出願日: 2023年12月21日(21.12.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

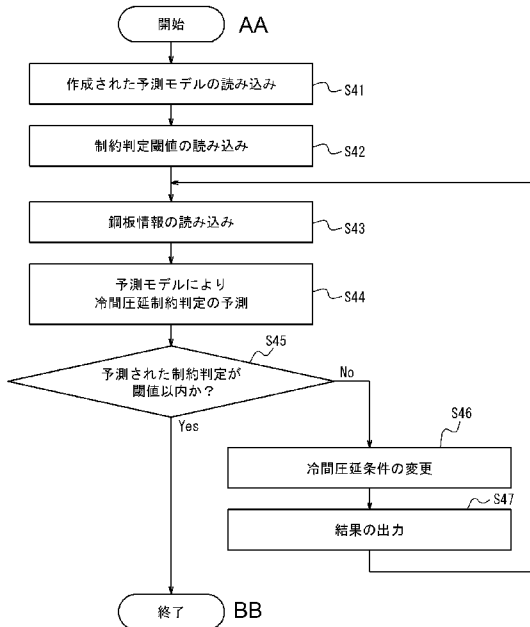
(30) 優先権データ:
特願 2023-062371 2023年4月6日(06.04.2023) JP

(71) 出願人: J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 藤田 昇輝(FUJITA Noriki); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 生駒 好規(IKOMA Yoshiki); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 岡将司(OKA Masashi); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 原田 悦充(HARADA Yoshimitsu); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP). 松原 行宏(MATSUBARA Yukihiro); 〒1000011 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 知的財産部内 Tokyo (JP).

(54) Title: COLD ROLLING CONDITION-SETTING METHOD, COLD ROLLING METHOD, COLD ROLLED STEEL SHEET MANUFACTURING METHOD, COLD ROLLING CONDITION-CALCULATING DEVICE, AND COLD ROLLING MILL

(54) 発明の名称: 冷間圧延条件設定方法、冷間圧延方法、冷延鋼板製造方法、冷間圧延条件算出装置、及び冷間圧延機



S41... Read created prediction model
S42... Read constraint determination threshold
S43... Read steel sheet information
S44... Predict cold rolling constraint determination by prediction model
S45... Is predicted constraint determination within threshold?
S46... Change cold rolling condition
S47... Output result
AA ... Start
BB ... End

(57) Abstract: To calculate a cold rolling condition that does not inhibit productivity while securing stability of rolling even when rolling a high-load difficult-to-roll material. A cold rolling condition-setting method according to the present invention is a method for setting, using a prediction model, a condition for cold rolling a steel sheet that has been sequentially subjected to hot rolling, annealing, and pickling processing and that contains a total of 3.0% or more of Si and

WO 2024/209749 A1

(74) 代理人: 杉村 憲司 (SUGIMURA Kenji);
〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1
号 霞が関コモンゲート西館36階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

AI. The prediction model is trained using: as explanatory variables, information on the material being rolled, annealing conditions, pickling conditions, and cold rolling conditions including the work roll usage amount used in a first rolling stand in cold rolling, from among past operation results; and, as an object variable, an asymmetric component from among results of rolling in the first rolling stand. The method includes: a step for inputting, into the prediction model, annealing conditions and pickling conditions for annealing and pickling carried out on a material being rolled, and set cold rolling conditions for cold rolling carried out in the first rolling stand, and thereby predicting the asymmetric component for the first rolling stand; and a step for changing the set cold rolling conditions such that the predicted asymmetric component satisfies a predetermined condition.

(57) 要約: 高負荷な難圧延材を圧延する際にも圧延の安定性を確保しつつ生産性を阻害しない冷間圧延条件を算出する。本発明の冷間圧延条件設定方法は、熱間圧延、焼鈍、酸洗処理が順次行われたS i及びA lの合計含有量が3.0%以上の鋼板を冷間圧延する際の条件を、予測モデルを用いて設定する方法であって、前記予測モデルは、過去の操業実績の内、圧延対象材の情報、焼鈍条件、酸洗条件、及び冷間圧延における第1圧延スタンドでのワークロール使用量を含む、冷間圧延条件を説明変数とし、第1圧延スタンドでの圧延実績の内、非対称成分を目的変数として学習された予測モデルであり、圧延対象材に対する焼鈍条件、酸洗条件、及び第1圧延スタンドでの設定冷間圧延条件を前記予測モデルに入力することにより、前記第1圧延スタンドでの非対称成分を予測するステップと、予測された前記非対称成分が予め定められた条件を満足するように前記設定冷間圧延条件を変更するステップとを含む。

明 細 書

発明の名称：

冷間圧延条件設定方法、冷間圧延方法、冷延鋼板製造方法、冷間圧延条件算出装置、及び冷間圧延機

技術分野

[0001] 本発明は、冷間圧延条件設定方法、冷間圧延方法、冷延鋼板製造方法、冷間圧延条件算出装置、及び冷間圧延機に関する。

背景技術

[0002] 一般に、冷延薄鋼板を圧延する際には、鋼板の長手方向及び幅方向の板厚精度を良好に保ちながら鋼板の形状（又は平坦度）を良好にすることにより、鋼板の通板性を安定化させた状態で圧延が行われる。冷間圧延機の制御因子の多くは冷間圧延機に搭載されたアクチュエータによって自動的に制御され、オペレータが冷間圧延機の制御因子を設定する機会は減りつつある。

[0003] 一方で、軽量化による燃費抑制等を目的として、高強度でありながら薄ゲージである薄物硬質材のニーズが高まっている。このような難圧延材の冷間圧延では、合金元素を多く含んでいることから組織の不均一性の改善や冷間圧延時の負荷を抑えるため、熱間圧延にて薄引きされた鋼板に対して焼鈍が行われる。その後、焼鈍で形成された酸化スケールを酸洗工程で除去したのち冷間圧延工程に送られる。このような高負荷でかつ合金元素を多く含む難圧延材の冷間圧延時には、コイル長手方向に対して酸化スケールの残存分布が大きく変動することがある。酸化スケールが部分的に残存している箇所では鋼板上への油分付着が阻害されるため、ロールバイト内の摩擦状態が変動し、ひいては圧延荷重（及び付随して計算される先進率やトルク）が変動する。そのため、冷間圧延機のロールギャップ、ワークロールベンダーや中間ロールシフト、及びサーマルクラウンによるロール膨張に代表されるロール撓み補正に対する変動が自動制御で吸収できない場合が多い。この場合、オペレータは冷間圧延機の設備制約を満たしつつ、且つ、生産性を阻害しない

ように、パススケジュールや形状制御アクチュエータを設定する。

[0004] このため、近年、オペレータの経験によって冷間圧延機の操業速度、ひいては生産性が左右されやすくなっている。このような背景から、特許文献1には、ニューラルネットワークを用いて過去の操業条件を学習し、学習結果を用いて圧延機のミルセットアップを行う方法が提案されている。

[0005] また、ロールバイト内にて酸化スケールとワークロールが油膜を介さずに金属接触するためワークロールが面荒れする問題も生じる。このような背景から、特許文献2には、冷間圧延前の鋼板に対して、加熱、テンションレベラーによる曲げ伸ばし、および酸洗を施す方法が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2020-134967号公報

特許文献2：特開2020-059050号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、特許文献1で提案されている方法には次のような問題があった。すなわち、前記方法では、過去の操業条件を学習し、その結果を用いて圧延機のミルセットアップが行われる。しかし、特に、Si及びAlの合計含有量が3.0質量%以上の難圧延材においてコイル長手方向に対して残存スケールの変動がある場合、摩擦係数の変動に起因して圧延機出側の形状が大きく変動する。そのため、ミルセットアップ時点で圧延機が最適な操業条件であったとしても、形状不良による圧延速度の抑制を招き、最悪な場合板破断に至ることもある。

[0008] また、特許文献2に示す方法では、テンションレベラーによる機械的なスケール除去が期待できる。しかし、コイル長手で連続的に伸長率を変更できないため、熱延板焼鈍時にコイルの一区間だけ低速操業した場合など、コイル長手でスケール厚やスケール組成が変動した場合に対応できない。

[0009] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、その目的は、高負荷でかつ添加元素を多く含有した難圧延材（鋼板）を冷間圧延する際にも、生産性を阻害することなく、圧延の安定性を確保することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明は上記知見に基づいて完成されたものであり、その要旨は以下の通りである。

[0011] 1. 熱間圧延、焼鈍、酸洗処理が順次行われたS i及びA lの合計含有量が3.0質量%以上の鋼板を冷間圧延する際の冷間圧延条件を、予測モデルを用いて設定する冷間圧延条件設定方法であって、

前記予測モデルは、過去の操業実績の内、圧延対象材の情報、焼鈍条件、酸洗条件、及び冷間圧延における第1圧延スタンドでのワークロール使用量を含む、冷間圧延条件を説明変数とし、第1圧延スタンドでの圧延実績の内、非対称成分を目的変数として学習された予測モデルであり、

圧延予定の圧延対象材に対する焼鈍条件、酸洗条件、及び冷間圧延における第1圧延スタンドでの設定冷間圧延条件を前記予測モデルに入力することにより、前記第1圧延スタンドでの非対称成分を予測するステップと、

予測された前記非対称成分が予め定められた条件を満足するように前記設定冷間圧延条件を変更するステップとを含む、冷間圧延条件設定方法。

[0012] 2. 上記1に記載の冷間圧延条件設定方法により変更された設定冷間圧延条件により圧延対象材に冷間圧延を施す、冷間圧延方法。

[0013] 3. 圧延対象材に対して、熱間圧延、焼鈍、酸洗処理を順次施し、次いで、上記2に記載の冷間圧延方法により冷間圧延を施して冷延鋼板を製造する、冷延鋼板製造方法。

[0014] 4. 熱間圧延、焼鈍、酸洗処理が順次行われたS i及びA lの合計含有量が3.0質量%以上の鋼板を冷間圧延する際の冷間圧延条件を、予測モデルを用いて設定する冷間圧延条件算出装置であって、

前記予測モデルは、過去の操業実績の内、圧延対象材の情報、焼鈍条件、酸洗条件、及び冷間圧延における第1圧延スタンドでのワークロール使用量

を含む、冷間圧延条件を説明変数とし、第1圧延スタンドでの圧延実績の内、非対称成分を目的変数として学習された予測モデルであり、

圧延予定の圧延対象材に対する焼鈍条件、酸洗条件、及び、冷間圧延における第1圧延スタンドでの設定冷間圧延条件を前記予測モデルに入力することにより、前記第1圧延スタンドでの非対称成分を予測する予測手段と、

予測された前記非対称成分が予め定められた条件を満足するように前記設定冷間圧延条件を変更する変更手段とを備える、冷間圧延条件算出装置。

[0015] 5. 上記4に記載の冷間圧延条件算出装置を備える、冷間圧延機。

発明の効果

[0016] 本発明の冷間圧延条件設定方法によれば、Si及びAlの合計含有量が3.0質量%以上の高負荷でかつ添加元素を多く含有した難圧延材を圧延する際にも圧延の安定性を確保しつつ生産性を阻害しない冷間圧延条件を算出することができる。そのため、本発明によれば、高負荷でかつ添加元素を多く含有した難圧延材を安定的に、且つ、生産性よく圧延することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]図1は、本発明の一実施形態における製造設備の構成を示す模式図である。

[図2]図2は、図1に示す演算ユニットの構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、酸洗速度と第1圧延スタンドでの差荷重の標準偏差の関係を示す図である。

[図4]図4は、予測モデル実行部の処理の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照して、本発明の一実施形態である冷間圧延方法、冷間圧延における冷間圧延条件算出装置、及び冷間圧延機について説明する。なお、以下に示す実施形態は、本発明の技術思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、構成部品の材質、形状、構造、配置等を以下に示す実施形態に特定するものではない。また、図面は模式的なものである。このため、厚みと平面寸法との関係、比率等は現実のものとは異なることに留

意すべきであり、図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている。

[0019] 〔冷間圧延機の構成〕

まず、図1を参照して、本発明の一実施形態である製造設備の構成について説明する。なお、本明細書中では「冷間圧延」を単に「圧延」と記載することがあり、本明細書において「冷間圧延」と「圧延」は同義である。

[0020] 本発明においては、冷間圧延機により圧延される圧延材（圧延対象材）として、Si及びAlの合計含有量が3.0質量%以上の鋼板を使用する。Si及びAlの合計含有量が3.0質量%以上である場合、連続焼鈍時に強固な酸化スケールが生成されやすい。SiおよびAlの合計含有量が3.0質量%未満の鋼板の場合は強固な酸化スケールが生成されず、酸洗でのスケール除去が可能である。一方、SiおよびAlの合計含有量が6.0質量%を超える鋼板の場合は、酸洗によるスケール除去の効果が薄くなる。そのため、Si及びAlの合計含有量は6.0質量%以下であることが好ましい。

[0021] 図1は、本発明の一実施形態における製造設備の構成を示す模式図である。図1中、(i)は連続焼鈍ライン、(ii)は前記連続焼鈍ラインに接続された冷間圧延ラインを、それぞれ示している。

[0022] (i)の連続焼鈍ラインにおいて、2はペイオフルール、3は焼鈍炉、4は酸洗槽である。焼鈍炉3、酸洗槽4には、図示しない搬送ロールが適宜設置されている。

[0023] (ii)の冷間圧延ラインにおいて、5は冷間タンデム圧延機、6はコイラーである。図1に示した例では、冷間タンデム圧延機5は5機の圧延スタンドを備えている。具体的には、入側（図1の紙面に向かって左側）から出側（図1の紙面に向かって右側）に向かって順に、第1圧延スタンド～第5圧延スタンド（#1STD～#5STD）の5機の圧延スタンドを備えている。冷間タンデム圧延機5において、隣り合う圧延スタンド間には、図示しないテンションロール及びデフロール、板厚計、及び形状計が適宜設置されている。圧延スタンドの構成や鋼板1の搬送装置等は特に限定されず、適宜

公知の技術を適用しても構わない。

[0024] また、図1の実施形態では、連続焼鈍ラインと冷間圧延ラインが接続されて1つのラインを構成しているが、連続焼鈍ラインと冷間圧延ラインはそれぞれ独立したラインであってもよい。

[0025] 図1に示す実施形態では、熱間圧延ライン（図示せず）で圧延された鋼板1はペイオフリール2から払い出されたのち、焼鈍炉3、酸洗槽4を通過する。次いで、鋼板1は冷間タンデム圧延機5で冷間圧延された後、コイラー6に巻き取られる。

[0026] 焼鈍炉3での焼鈍方法は特に限定されず、垂直炉や水平炉、バッチ炉を用いることができる。焼鈍炉3で生成された酸化物は酸洗槽4を通過することで酸洗（化学的研削）が行われる。この酸洗処理では、母材と表層酸化物との境界に酸が浸透し、表層酸化物が剥離除去される。前記酸洗に用いる酸洗液はとくに限定されないが、濃度が5体積%以上の塩酸又は硫酸溶液、あるいは硝塩酸溶液（5体積%以上の硝酸と0.5体積%以上の塩酸を混合させた溶液）を用いることが好ましい。

[0027] 〔圧延制御予測モデル〕

次に、本発明の一実施形態における圧延制御予測モデルについて説明する。

[0028] 本発明の一実施形態である圧延制御予測モデルに関連する機能は、図1に示す圧延制御装置7、演算ユニット8、操業情報測定装置9により実現される。

[0029] 圧延制御装置7は、演算ユニット8からの制御信号に基づいて冷間タンデム圧延機5の冷間圧延条件を制御する。

[0030] 図2は、図1に示す演算ユニット8の構成を示すブロック図である。図2に示すように、演算ユニット8は、演算装置71、入力装置88、記憶装置89、及び出力装置90を備えている。

[0031] 演算装置71は、バス87を介して入力装置88、記憶装置89、及び出力装置90と有線接続されている。但し、演算装置71、入力装置88、記

憶装置 89、及び出力装置 90は、この接続の態様に限らず、無線により接続されてもよく、有線と無線とを組み合わせた態様で接続されてもよい。

[0032] 入力装置 88は、圧延制御装置 7からの圧延実績（板厚、変形抵抗、圧延荷重、張力、ロール情報（ロール径、ロール材質、ロール粗度、ロールが挿入されてからの使用トン数(ワークロール使用量)）、圧延速度、など）や操業情報測定装置 9からの焼鈍・酸洗実績（板厚、温度、ガス、速度、酸実績、など）及び、操業監視装置 91からの情報が入力される入力ポートとして機能する。操業監視装置 91からの情報としては、圧延制御予測モデルの実行指令情報、圧延対象の鋼板 1に関する情報（前工程条件、鋼種、サイズ）及び冷間圧延前にプロセスコンピュータ又はオペレータにより設定された冷間圧延条件情報（数値情報、文字情報及び画像情報）が含まれる。

[0033] 記憶装置 89は、例えばハードディスクドライブ、半導体ドライブ、光学ドライブ等で構成され、本システムにおいて必要な情報（後述する予測モデル作成部 77及び予測モデル実行部 78の機能の実現に必要な情報）を記憶する装置である。

[0034] 予測モデル作成部 77の機能の実現に必要な情報としては、例えば、操業情報測定装置 9からの焼鈍、酸洗及び第 1 圧延スタンドでの圧延実績、鋼板 1の要求特性（鋼種、板厚、板幅等）やミル設備制約、圧延に使用されるロール情報（ロール径、ロール材質、ロール粗度、ロールが挿入されてからの使用トン数）、圧延スタンドで使用されるクーラント性状、目標圧延速度等の冷間圧延に関連する説明変数、及び目的変数が挙げられる。ロール情報は、冷間圧延における第 1 圧延スタンドでのワークロール使用量として、特にロールが挿入されてからの使用トン数が含まれることが重要である。ワークロールでは圧延材と圧延トン数によって、表面が荒れ、バレル方向の粗さ情報が非対称成分として残るが、潤滑油が絶えず供給されている中、オンラインでワークロールの粗さを測定することは困難である。一方、ロールの摩耗は圧延荷重、そしてすべり速度(材料とロール速度の速度差)の累積によって進行するため、ロールが挿入されてからの使用トン数でロール粗さとの相関

を間接的に評価することができるからである。本発明においては、第1圧延スタンドでの圧延実績の内、非対称成分を前記目的変数として用いる。ここで「非対称成分」とは、冷間圧延の際にオペレータ側（OP側）とドライブ側（DR側）とで独立して制御される操業条件であり、すなわちOP側とDR側とで差分が発生する冷間圧延条件をいう。以下の説明において、前記非対称成分についての情報を、非対称圧延情報または非対称圧延データという場合がある。なお、「OP側」とは、鋼板幅方向における操作者側であり、「DR側」とは、OP側とは反対の設備側を指す。

[0035] 予測モデル実行部78の機能の実現に必要な情報としては、例えば、予測モデル作成部77によって作成された鋼板1の圧延状態毎の圧延制御予測モデル及び圧延制御予測モデルに入力される各種情報が挙げられる。

[0036] 出力装置90は、演算装置71からの制御信号を圧延制御装置7に対して出力する出力ポートとして機能する。

[0037] 操業監視装置91は、液晶ディスプレイや有機ディスプレイ等の任意のディスプレイを備えている。操業監視装置91は、圧延制御装置7から冷間タンDEM圧延機5の操業状態を示す各種情報を受信し、これら情報をオペレータが冷間タンDEM圧延機5の操業状態を監視するための運転画面（操業画面）に表示する。

[0038] 演算装置71は、RAM72、ROM73、及び演算処理部76を備えている。

[0039] ROM73は、予測モデル作成プログラム74及び予測モデル実行プログラム75を記憶している。

[0040] 演算処理部76は、演算処理機能を有し、バス87を介してRAM72及びROM73と接続されている。

[0041] RAM72、ROM73、及び演算処理部76は、バス87を介して入力装置88、記憶装置89、及び出力装置90に接続されている。

[0042] 演算処理部76は、機能ブロックとして、予測モデル作成部77及び予測モデル実行部78を備えている。

- [0043] 予測モデル作成部77は、冷間タンDEM圧延機5における、過去の焼鈍・酸洗・圧延実績と過去の圧延実績に対応する圧延制約条件とを結び付ける機械学習手法による圧延制御予測モデルを作成する処理部である。機械学習手法による圧延制御予測モデルとしては、ディープラーニングのようなニューラルネットワークモデルや、ランダムフォレストなどの回帰木モデル、XGBOOSTなどの勾配ブースティングモデル、等を用いることができるが、特に限定されず、他の公知の機械学習の手法を採用しても構わない。
- [0044] 予測モデル作成部77は、学習用データ取得部77A、第1データ前処理部77B、モデル作成部77C、及び結果保存部77Dを備えている。予測モデル作成部77は、操業監視装置91から圧延制御予測モデルの作成の指示を受けた際に、ROM73に記憶されている予測モデル作成プログラム74を実行することにより、学習用データ取得部77A、第1データ前処理部77B、モデル作成部77C、及び結果保存部77Dとして機能する。圧延制御予測モデルは、予測モデル作成部77が実行する度に更新される。
- [0045] 学習用データ取得部77Aは、圧延制御予測モデルの生成のための事前処理として、複数の学習用データを取得する。前記学習用データの取得においては、過去の圧延実績データのうち、圧延対象材の情報と操業情報測定装置9からの焼鈍条件、酸洗条件、および第1圧延スタンドでの圧延実績データを入力実績データ（説明変数）とする。また、第1圧延スタンドでの非対称圧延データを出力実績データ（目的変数）とする。
- [0046] 前記焼鈍条件としては、例えば、ライン速度、炉温、ガス流量、露点、冷却量、板温などが挙げられる。前記酸洗条件としては、例えば、酸濃度、添加剤濃度、酸温度、ライン速度などが挙げられる。前記圧延実績データとしては、当該コイルでの第1圧延スタンドでの圧延における、入出側板厚、ロール径、ロール材質、ロール粗度、ロールが挿入されてからの使用トン数、圧下率、変形抵抗、圧延速度、圧延荷重、入出側張力、クーラント流量などが挙げられる。
- [0047] 前記非対称圧延データとしては、前記入力実績データを用いた第1圧延ス

タンドでの非対称圧延状態、例えば、圧延差荷重、入出側での差張力、ロールの圧下位置差、上下ワークロールでの潤滑クーラント設定（流量差）やロール表面粗度（鋼板表裏面のスケール残存状態による上下のワークロールの粗度差）などが挙げられる。

[0048] 学習用データ取得部 77A は、記憶装置 89 から上記入力実績データ及び出力実績データを取得して学習用データを作成する。各学習用データは、入力実績データと出力実績データの組からなる。学習用データは、記憶装置 89 に記憶される。学習用データ取得部 77A は、記憶装置 89 に学習用データを記憶させることなく、第 1 データ前処理部 77B やモデル作成部 77C に学習用データを供給してもよい。なお、上記した各情報に含まれるデータは全てを入力する必要はなく、一部を入力することとしてもよい。

[0049] なお、記憶装置 89 に過去の圧延実績データが記憶されていない場合（例えば、過去に実績のない冷間圧延条件や鋼種条件である場合）やサンプル量が少ない場合には、学習用データ取得部 77A は、オペレータに対して 1 回又は複数回、圧延制御予測モデルを使用せずに冷間圧延を実行するよう要求する。また、記憶装置 89 に記憶されている学習用データの数が多いほど圧延制御予測モデルによる予測精度が高まる。このため、学習用データの数が予め設定した閾値未満である場合、学習用データ取得部 77A は、データ数が閾値に至るまでオペレータに対して、圧延制御予測モデルを使用せずに冷間圧延を実行するよう要求してもよい。

[0050] 第 1 データ前処理部 77B は、学習用データ取得部 77A が取得した学習用データを圧延制御予測モデル作成用に加工する。具体的には、第 1 データ前処理部 77B は、学習用データを構成する圧延実績データを機械学習モデルに読み込ませるために、必要に応じて 0～1 の間で入力実績データの値域を標準化（正規化）する。また、異常データや未取得データが含まれる場合は、該当データを削除あるいは補填する処理が行われる。

[0051] モデル作成部 77C は、第 1 データ前処理部 77B が取得した複数の学習用データを用いた機械学習によって、説明変数（当該コイル情報や過去の焼

鈍・酸洗・圧延実績)を入力実績データとして含み、冷間圧延時の非対称圧延状態を出力実績データとする圧延制御予測モデルを生成する。

[0052] 本実施形態では、機械学習の手法としてはニューラルネットワークを採用するため、モデル作成部77Cは、圧延制御予測モデルとしてニューラルネットワークモデルを作成する。すなわち、モデル作成部77Cは、圧延制御予測モデル作成用に加工された学習用データにおける、入力実績データ（過去の焼鈍・酸洗・圧延実績データ）と出力実績データ（冷間圧延時の非対称圧延状態）とを結び付ける圧延制御予測モデルとしてのニューラルネットワークモデルを作成する。ニューラルネットワークモデルは、例えば関数式で表現される。

[0053] 具体的には、モデル作成部77Cは、機械学習モデルに用いられるハイパーパラメータの設定を行うと共に、それらハイパーパラメータを用いたニューラルネットワークモデルによる学習を行う。ハイパーパラメータの最適化計算として、モデル作成部77Cは、まず学習用データに対して、ハイパーパラメータ内の幾つかを段階的に変更したニューラルネットワークモデルを作成し、検証用データに対する予測精度が最も高くなるようなハイパーパラメータを選択する。

[0054] ハイパーパラメータとして通常、隠れ層の数、各々の隠れ層におけるニューロン数、各々の隠れ層におけるドロップアウト率（ニューロンの伝達をある一定の確率で遮断する）、各々の隠れ層における活性化関数、及び出力数が設定されるが、これに限定されない。また、ハイパーパラメータの最適化手法は特に限定されないが、パラメータを段階的に変更するグリッドサーチや、パラメータをランダムに選択するランダムサーチ、あるいはベイズ最適化による探索を用いることができる。

[0055] なお、モデル作成部77Cは演算装置71の一部として組み込まれているが、構成はこれに限定されない。例えば、圧延制御予測モデルを予め作成して保存しておき、それら適宜読み出しても構わない。

[0056] モデル作成部77Cは、最終的な冷間圧延に対する非対称圧延状態値とし

て出力される。構成される出力数は特に限定されない。この出力された結果と、過去の鋼板 1 の操業実績（焼鈍条件、酸洗条件、および圧延実績）とその時の冷間タンDEM圧延機 5 の第 1 圧延スタンドにおける非対称圧延実績（圧延差荷重、入出側での差張力、ロールの圧下位置差、上下ワークロールでの潤滑クーラント設定やロール表面粗度など）とに基づき、機械学習モデル内の重み係数が徐々に最適化されることで学習が行われる。

[0057] 図 3 は、酸洗速度（mpm, meter per minute）と第 1 圧延スタンドでの差荷重の標準偏差（tonf）との関係を示す図である。S i 及び A l の合計含有量が 3. 0 質量%以上の鋼板では、酸洗速度が増加することで、第 1 圧延スタンドでの差荷重の標準偏差が増加することがわかる。これは、焼鈍時に生じたスケールが酸洗で除去しきれずに残存し、残存スケールに起因した局所的な潤滑ムラあるいはワークロールの面荒れが発生したためだと考えられる。

[0058] 機械学習モデルの重み係数が学習された後、モデル作成部 7 7 C は、評価用データ（圧延制御予測モデルを用いた圧延対象となる鋼板 1 の操業条件実績）を、この重み係数が学習された機械学習モデルに入力して、評価用データに対する推定結果を得る。

[0059] 結果保存部 7 7 D は、学習用データ、評価用データ、機械学習モデルのパラメータ、学習用データに対する機械学習モデルの出力結果、及び評価用データに対する機械学習モデルの出力結果を記憶装置 8 9 に記憶させる。

[0060] 予測モデル実行部 7 8 は、鋼板 1 の冷間圧延中に、予測モデル作成部 7 7 で作成された圧延制御予測モデルを用いて圧延対象の鋼板 1 の冷間圧延条件に対応する冷間圧延中の鋼板 1 の非対称圧延状態を予測する。そして、予測モデル実行部 7 8 は、圧延対象の鋼板 1 における冷間圧延条件を決定する。

[0061] 上記処理を行うため、予測モデル実行部 7 8 は、情報読取部 7 8 A、第 2 データ前処理部 7 8 B、圧延状態予測部 7 8 C、冷間圧延条件決定部 7 8 D、及び結果出力部 7 8 E を備えている。ここで、予測モデル実行部 7 8 は、圧延制御装置 7 から入力装置 8 8 を介して冷間圧延が実施されていることを知らせる信号を受けたときに、ROM 7 3 に記憶されている予測モデル実行

プログラム 75 を実行することにより、情報読取部 78 A、圧延状態予測部 78 C、冷間圧延条件決定部 78 D、及び結果出力部 78 E として機能する。

- [0062] 情報読取部 78 A は、記憶装置 89 から操業監視装置 91 にてプロセスコンピュータならびにオペレータにより設定された圧延対象の鋼板 1 の冷間圧延条件を読み込む。
- [0063] 第 2 データ前処理部 78 B は、圧延状態予測部 78 C に入力するデータ作成処理を行う。第 2 データ前処理部 78 B の処理は、第 1 データ前処理部 77 B の処理と同じであるため、処理の詳細な説明は省略する。第 1 データ前処理部 77 B 及び第 2 データ前処理部 78 B を一つの処理部としてサブルーチン化してもよい。
- [0064] 圧延状態予測部 78 C は、第 2 データ前処理部 78 B で作成された入力データを圧延状態予測モデルに入力して圧延対象の鋼板 1 の非対称圧延状態を予測する。
- [0065] 冷間圧延条件決定部 78 D は、鋼板 1 の非対称圧延状態が予め定められた条件を満たすまで説明変数中の冷間圧延条件を設定変更して上記の情報読取部 78 A、第 2 データ前処理部 78 B、及び圧延状態予測部 78 C の処理の実行に繰り返し戻す処理を行う。一実施形態においては、鋼板 1 の非対称圧延状態が予め設定した閾値以下となるまで説明変数中の冷間圧延条件を設定変更して上記の情報読取部 78 A、第 2 データ前処理部 78 B、及び圧延状態予測部 78 C の処理の実行に繰り返し戻す処理を行えばよい。
- [0066] 結果出力部 78 E は、鋼板 1 の非対称圧延状態が予め定められた条件を満たすと作動し、決定した圧延対象の鋼板 1 の圧延操業条件を出力する。一実施形態においては、結果出力部 78 E は、鋼板 1 の非対称圧延状態が予め設定した閾値以下となると作動し、決定した圧延対象の鋼板 1 の圧延操業条件を出力すればよい。
- [0067] 次に、図 4 を参照して、予測モデル実行部 78 の処理について説明する。
- [0068] 図 4 は、予測モデル実行部 78 の処理の流れを示すフローチャートである

。図4に示すように、圧延状態予測モデルを実行する際は、まず、予測モデル実行部78の情報読取部78Aが、ステップS41の処理において、圧延対象の鋼板1の要求特性に対応する圧延状態予測モデルとしての機械学習モデルを記憶装置89から読み込む。

[0069] 次に、情報読取部78Aが、ステップS42の処理において、上位計算機から入力装置88を介して記憶装置89に記憶されている要求される非対称圧延状態の判定閾値を読み込む。次に、情報読取部78Aは、ステップS43の処理において、上位計算機から入力装置88を介して記憶装置89に記憶されている圧延対象の鋼板1の冷間圧延条件を読み込む。

[0070] 次に、予測モデル実行部78の圧延状態予測部78Cが、ステップS44の処理において、ステップS41の処理で読み込まれた圧延状態予測モデルとしての機械学習モデルを用いて、ステップS43の処理で読み込まれた圧延対象の鋼板1における焼鈍・酸洗・冷間圧延条件を含む入力実績データとして、対応する冷間圧延中の鋼板1に対する非対称圧延状態値を求める。

[0071] 次に、予測モデル実行部78の冷間圧延条件決定部78Dが、ステップS45の処理において、ステップS44の処理で求められた鋼板1の非対称圧延状態値がステップS42の処理で読み込まれた非対称圧延状態の判定閾値以内か否かを判定する。なお、計算の収束が十分でない場合は、実際にステップS45の処理で実行可能な計算時間の範囲内で収束の繰り返し回数に上限を設けてもよい。なお、非対称圧延状態値が判定閾値以内であることは本発明における所定条件を満足することに相当する。

[0072] そして、非対称圧延状態値が判定閾値以内と判定した場合（ステップS45における判定結果がYESの場合）は、予測モデル実行部78は処理を終了する。一方、非対称圧延状態値が判定閾値以内でないと判定した場合（ステップS45における判定結果がNOの場合）には、予測モデル実行部78は処理をステップS46の処理に進める。

[0073] ステップS46の処理では、冷間圧延条件決定部78Dが、ステップS43の処理で読み込まれた圧延対象の鋼板1の冷間圧延条件（第1圧延スタン

ドにおける形状制御アクチュエータや潤滑クーラント流量、圧延速度、など)の一部を変更し、ステップS 4 7の処理に移行する。ステップS 4 7の処理では、予測モデル実行部7 8の結果出力部7 8 Eが、出力装置9 0を介して決定された冷間圧延条件の一部に関する情報を圧延制御装置7へ伝送する。

[0074] ステップS 4 6の処理で冷間圧延条件の一部が変更されているときは、ステップS 4 7の処理では、冷間圧延条件決定部7 8 Dは、ステップS 4 7の処理で冷間圧延条件の一部、具体的にはワークロールや中間ロールのベンダー量やシフト量、圧延スタンドでの压下位置(レベリング)、圧延スタンド入側の潤滑クーラント量、圧延速度の操作量が変更された圧延対象の鋼板1の冷間圧延条件を、最適化された鋼板1の冷間圧延条件として決定する。そして、冷間圧延条件決定部7 8 Dは、そのときの冷間圧延条件に基づいて圧延状態の操作量を決定する。圧延制御装置7は、冷間圧延段階において結果出力部7 8 Eから伝送された圧延状態に関する情報に基づいて冷間圧延条件を変更する。

[0075] 冷間圧延条件の変更量の算出方法として、冷間圧延条件決定部7 8 Dは、ステップS 4 4の処理で求められた非対称圧延状態値とステップS 4 2の処理で読み込まれた判定閾値との差異に基づいて、圧延対象の鋼板1の適切な冷間圧延条件を算出する。そして、冷間圧延条件決定部7 8 Dは、算出した冷間圧延条件とステップS 4 3の処理で読み込まれた圧延対象の鋼板1の冷間圧延条件とを比較してステップS 4 7の処理において冷間圧延条件を変更する。

[0076] ステップS 4 3の処理に戻ると、圧延状態予測部7 8 Cは、冷間圧延条件の一部が変更された圧延対象の鋼板1の冷間圧延条件を読み込む。また、ステップS 4 4の処理において、圧延状態予測部7 8 Cは、圧延状態予測モデルとしての機械学習モデルにより、ステップS 4 3の処理で読み込まれた一部が変更された圧延対象の鋼板1の冷間圧延条件に対応する冷間圧延中の鋼板1の非対称圧延状態値を求める。また、ステップS 4 5の処理において、

冷間圧延条件決定部78Dは、ステップS44の処理で求められた非対称圧延状態の制約判定値がステップS42の処理で読み込まれた判定閾値以内か否かを判定する。そして、その判定結果がYESになるまでステップS43、ステップS44、ステップS45、ステップS46、及びステップS47の一連の処理を繰り返し実行する。これにより、予測モデル実行部78による処理（圧延状態制御決定ステップ）が終了する。

[0077] 以上の説明から明らかなように、本実施形態では、予測モデル作成部77が、過去の鋼板1の焼鈍・酸洗・圧延を含む操業実績とその操業実績に対応する過去の非対称圧延実績とを結び付ける機械学習手法による圧延状態予測モデルを作成する。また、予測モデル実行部78は、鋼板1の冷間圧延中に、作成された圧延状態予測モデルにより圧延対象の鋼板1の非対称圧延状態値を求める。そして、予測モデル実行部78は、求められた非対称圧延状態値が閾値以内となるように圧延対象の鋼板1の冷間圧延条件を決定する。これにより、オペレータの経験や主観によらない、圧延操業における各種制約を満たす圧延制御が実施され、冷間圧延中の形状不良や破断等のトラブルを防止しながら生産性を維持できる。

[0078] 〔変形例〕

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されずに種々の変更、改良を行うことができる。例えば、本実施形態では、圧延状態予測モデルによる鋼板1の圧延状態予測の反復及び冷間圧延条件の決定をコイル全長にわたって行うこととしたが、一部で行うこととしてもよい。また、冷間タンDEM圧延機5としては、4段式に限定されず、2段式（2Hi）や6段式（6Hi）等の多重圧延機であってもよく、圧延スタンドの数にも特に限定はない。また、クラスター圧延機やゼンジミア圧延機であってもよい。

[0079] また、演算ユニット8によって、冷間圧延条件の変更上下限界値を超える異常な制御量が算出される場合や制御量が算出できない場合に、圧延制御装置7は、演算ユニット8からの指令に基づく制御を実行できない。そこで、

圧延制御装置 7 は、演算ユニット 8 からの制御量が異常と判定したり、演算ユニット 8 から制御量が供給されなかったりした場合等には、本実施を行わないようにするとよい。

[0080] また、図 2 に示す構成例では、出力装置 90 と操業監視装置 91 は接続されていないが、両者は通信可能に接続されていてもよい。これにより、予測モデル実行部 78 の処理結果（特に圧延状態予測部 78C による圧延中の鋼板 1 の圧延状態予測情報、及び冷間圧延条件決定部 78D により決定された変更後の冷間圧延条件）を操業監視装置 91 の運転画面に表示することができる。

実施例

[0081] 以下、本発明を実施例に基づいて説明する。

[0082] 図 1 に示す実施形態の全 5 圧延スタンドからなる冷間タンDEM圧延機を用い、母材厚 2.0 mm、板幅 1000 mm の S i および A l を含有する電磁鋼板用の素材鋼板を圧延材として仕上げ厚 0.300 mm まで冷間圧延する実験を行った。圧延油の原液としては、合成エステル油に植物油脂が添加された基油に対して油性剤及び酸化防止剤をそれぞれ 1 質量% ずつ添加し、また界面活性剤としてノニオン系界面活性剤を対油濃度で 3 質量% だけ添加したものを使用した。また、循環使用されるエマルション圧延油は、圧延油の濃度 3.5 質量%、平均粒子径 5 μ m、温度 55 $^{\circ}$ C のエマルション圧延油に調製した。

[0083] 事前学習として、まず、学習用データ（3000 件程度の過去の鋼板の焼鈍・酸洗・圧延実績データ）を用いて機械学習モデル（Light GBM (Gradient Boosting Machine) による勾配ブースティング法）による学習を実施し、過去の鋼板の操業実績と過去の鋼板の第 1 圧延スタンドでの非対称圧延実績とを結び付け、鋼板の圧延状態の予測に用いる機械学習モデルを作成した。

[0084] 発明例では、過去の鋼板の操業実績データとして、焼鈍条件（ライン速度、炉温、ガス流量、露点、冷却量、板温）、酸洗条件（酸濃度、添加剤濃度

、酸温度、ライン速度)および冷間圧延条件(ロール径、ロール材質、ロール初期粗度、ロールが挿入されてからの使用トン数、鋼板の変形抵抗、圧延荷重、圧延張力、エマルション性状、ワークロールの寸法・クラウン・粗さ情報、ベンダー量、及びワークロールシフト量)からなる情報を入力実績データとして用いた。過去の鋼板の非圧延実績データとして、第1圧延スタンドにおける差荷重、入側および出側差張力、圧下位置差の判定実績が学習された。冷間タンデム圧延機5にてロールギャップの調整を行い、鋼板の溶接点が通過した後、圧延制御装置7がオンとなった段階で、作成された機械学習モデルによる冷間圧延中の非対称圧延状態を予測した。そして、予測された非対称圧延状態が所定の閾値以下となるように冷間圧延条件を逐次変更して、冷間圧延条件を設定した。なお、単独の冷間圧延条件を変更する場合、入側クーラント流量、圧延位置差、圧延速度の何れであってもよいが、圧延位置差を変更した場合、許容範囲ではあるが1%の確率で破断が発生しており、入側クーラント流量、又は、圧延速度を変更することがより好ましい。

[0085] 比較例でも発明例と同様に、母材厚2.0mm、板幅1000mmのSiおよびAlを含有する電磁鋼板用の素材鋼板(圧延対象)を板厚0.3mmまで冷間圧延する実験を行った。比較例では、目的変数として第1圧延スタンドにて非対称成分を有しない圧延実績(圧延和荷重、和張力)を過去の鋼板の操業実績データと結び付け、圧延状態の予測に用いるニューラルネットワークモデルを作成した。

[0086] 発明例及び比較例の100コイル圧延後の鋼板の破断発生数を表1に示す。表1に示したように、比較例では圧延スタンドでの非対称圧延状態について十分な学習がなされなかったため、コイル長手で残存スケール状態が大きく変動した際に操業制約を超えて、絞り破断等のトラブルが発生した。

[0087] 以上のことから、本発明に係る冷間圧延方法及び冷間圧延機を用いて、鋼板の圧延中の非対称圧延状態を適切に予測し、その予測された非対称圧延状態値が予め設定された閾値以下となるように冷間圧延条件を逐次変更して圧延状態を決定することが好ましいことが確認された。また、これにより、本

発明を適用することにより、冷間圧延中の形状不良や板破断等の製品トラブルを防止できるだけでなく、圧延工程や次工程以降の生産性の向上や品質の向上に大いに寄与できることが確認された。

[0088] 以上、本発明者らによってなされた発明を適用した実施の形態について説明したが、本実施形態による本発明の開示の一部をなす記述及び図面により本発明は限定されることはない。すなわち、本実施形態に基づいて当業者等によりなされる他の実施の形態、実施例、及び運用技術等は全て本発明の範疇に含まれる。

[0089]

[表1]

表1

No.	含有量(質量%)			目的変数 (第1圧延スタンド冷間圧延条件)	変更する説明変数 (第1圧延スタンド冷間圧延条件)	絞り破断発生数 (100コイル中発生回数)	備考
	Si	Al	Si+Al				
1	3.0	0.5	3.5	圧延和荷重	入側クーラント流量	5	比較例
2	3.0	0.5	3.5	出側和張力	入側クーラント流量	3	比較例
3	2.5	0.6	3.1	入側差張力	入側クーラント流量	0	発明例
4	2.5	0.6	3.1	出側差張力	入側クーラント流量	0	発明例
5	2.5	0.6	3.1	圧延差荷重	入側クーラント流量	0	発明例
6	2.5	0.6	3.1	圧延差荷重	圧下位置差	1	発明例
7	2.5	0.6	3.1	圧延差荷重	圧延速度	0	発明例
8	3.0	0.8	3.8	圧延差荷重	入側クーラント流量	0	発明例
9	3.2	0	3.2	圧延差荷重	入側クーラント流量	0	発明例
10	2.5	1.2	3.7	圧延差荷重	入側クーラント流量	0	発明例
11	3.2	1.2	4.4	圧延差荷重	入側クーラント流量	0	発明例
12	3.5	1.5	5.0	圧延差荷重	入側クーラント流量、圧延速度	0	発明例

符号の説明

- [0090]
- 1 鋼板
 - 2 ペイオフリール
 - 3 焼鈍炉
 - 4 酸洗槽
 - 5 冷間タンデム圧延機
 - 6 コイラー
 - 7 圧延制御装置
 - 8 演算ユニット
 - 9 操業情報測定装置
 - 7 1 演算装置
 - 7 4 予測モデル作成プログラム
 - 7 5 予測モデル実行プログラム
 - 7 6 演算処理部
 - 7 7 予測モデル作成部
 - 7 7 A 学習用データ取得部
 - 7 7 B 第1データ前処理部
 - 7 7 C モデル作成部
 - 7 7 D 結果保存部
 - 7 8 予測モデル実行部
 - 7 8 A 情報読取部
 - 7 8 B 第2データ変換部
 - 7 8 C 圧延状態予測部
 - 7 8 D 冷間圧延条件決定部
 - 7 8 E 結果出力部
 - 8 8 入力装置
 - 8 9 記憶装置
 - 9 0 出力装置

9 1 操業監視装置

請求の範囲

[請求項1] 熱間圧延、焼鈍、酸洗処理が順次行われたS i 及びA l の合計含有量が3. 0質量%以上の鋼板を冷間圧延する際の冷間圧延条件を、予測モデルを用いて設定する冷間圧延条件設定方法であって、

前記予測モデルは、過去の操業実績の内、圧延対象材の情報、焼鈍条件、酸洗条件、及び冷間圧延における第1圧延スタンドでのワークロール使用量を含む、冷間圧延条件を説明変数とし、第1圧延スタンドでの圧延実績の内、非対称成分を目的変数として学習された予測モデルであり、

圧延予定の圧延対象材に対する焼鈍条件、酸洗条件、及び冷間圧延における第1圧延スタンドでのワークロール使用量を含む、設定冷間圧延条件を前記予測モデルに入力することにより、前記第1圧延スタンドでの非対称成分を予測するステップと、

予測された前記非対称成分が予め定められた条件を満足するように前記設定冷間圧延条件を変更するステップとを含む、冷間圧延条件設定方法。

[請求項2] 請求項1に記載の冷間圧延条件設定方法により変更された設定冷間圧延条件により圧延対象材に冷間圧延を施す、冷間圧延方法。

[請求項3] 圧延対象材に対して、熱間圧延、焼鈍、酸洗処理を順次施し、次いで、請求項2に記載の冷間圧延方法により冷間圧延を施して冷延鋼板を製造する、冷延鋼板製造方法。

[請求項4] 熱間圧延、焼鈍、酸洗処理が順次行われたS i 及びA l の合計含有量が3. 0質量%以上の鋼板を冷間圧延する際の冷間圧延条件を、予測モデルを用いて設定する冷間圧延条件算出装置であって、

前記予測モデルは、過去の操業実績の内、圧延対象材の情報、焼鈍条件、酸洗条件、及び冷間圧延における第1圧延スタンドでのワークロール使用量を含む、冷間圧延条件を説明変数とし、第1圧延スタンドでの圧延実績の内、非対称成分を目的変数として学習された予測モ

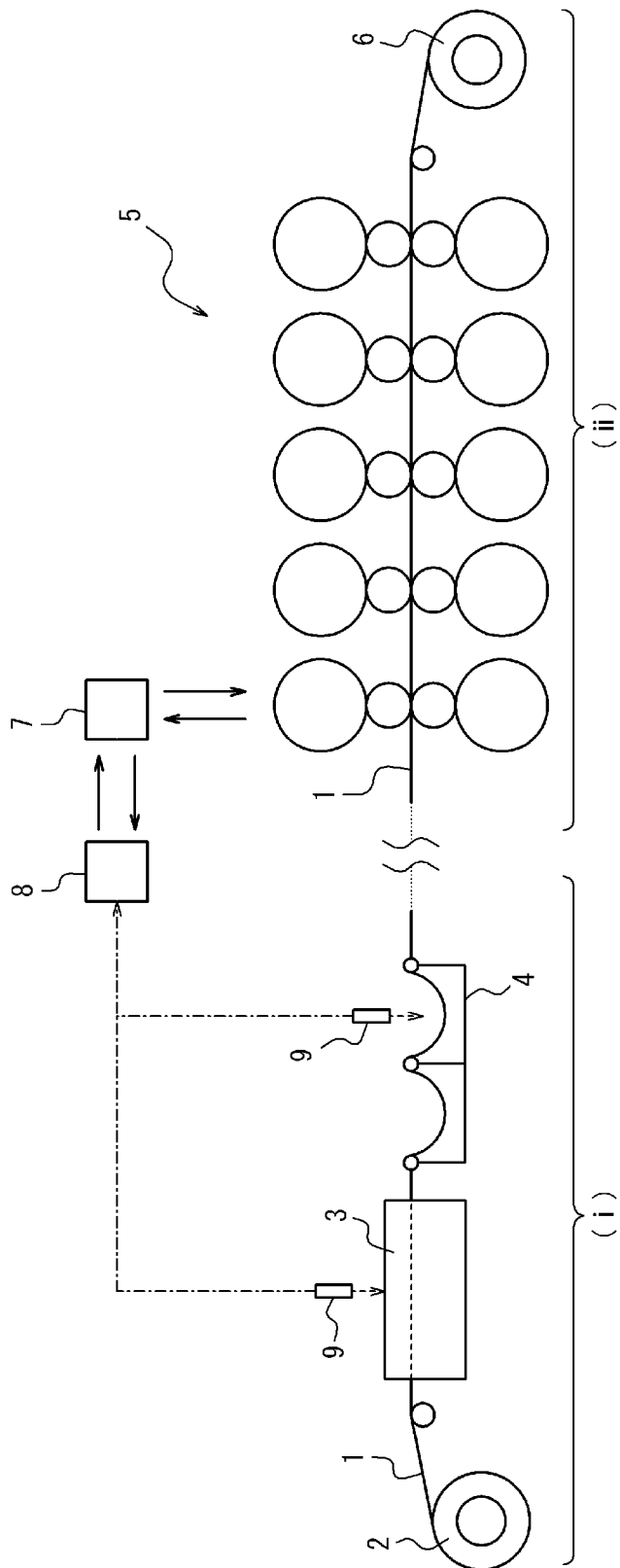
デルであり、

圧延予定の圧延対象材に対する焼鈍条件、酸洗条件、及び、冷間圧延における第1圧延スタンドでのワークロール使用量を含む、設定冷間圧延条件を前記予測モデルに入力することにより、前記第1圧延スタンドでの非対称成分を予測する予測手段と、

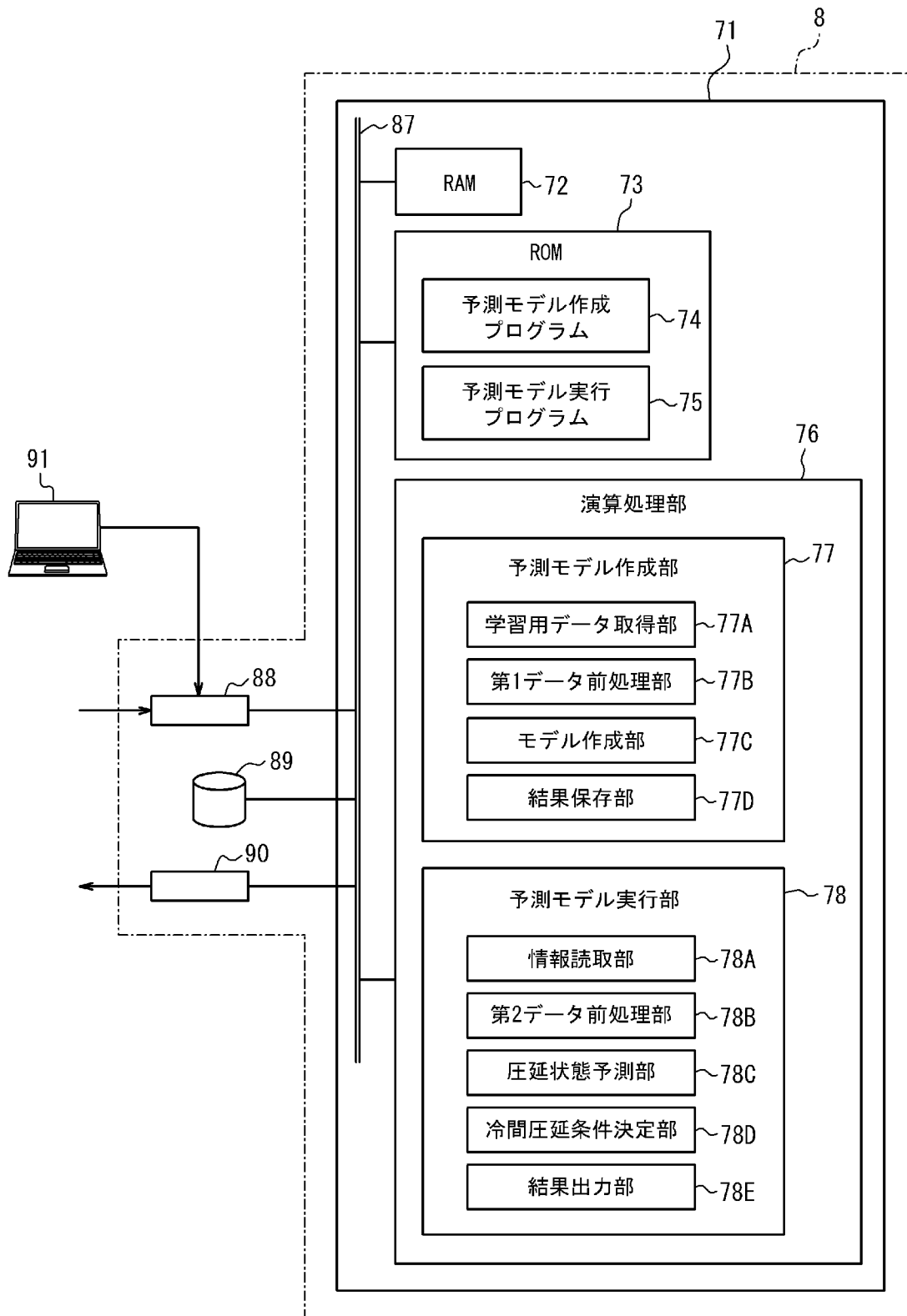
予測された前記非対称成分が予め定められた条件を満足するように前記設定冷間圧延条件を変更する変更手段とを備える、冷間圧延条件算出装置。

[請求項5] 請求項4に記載の冷間圧延条件算出装置を備える、冷間圧延機。

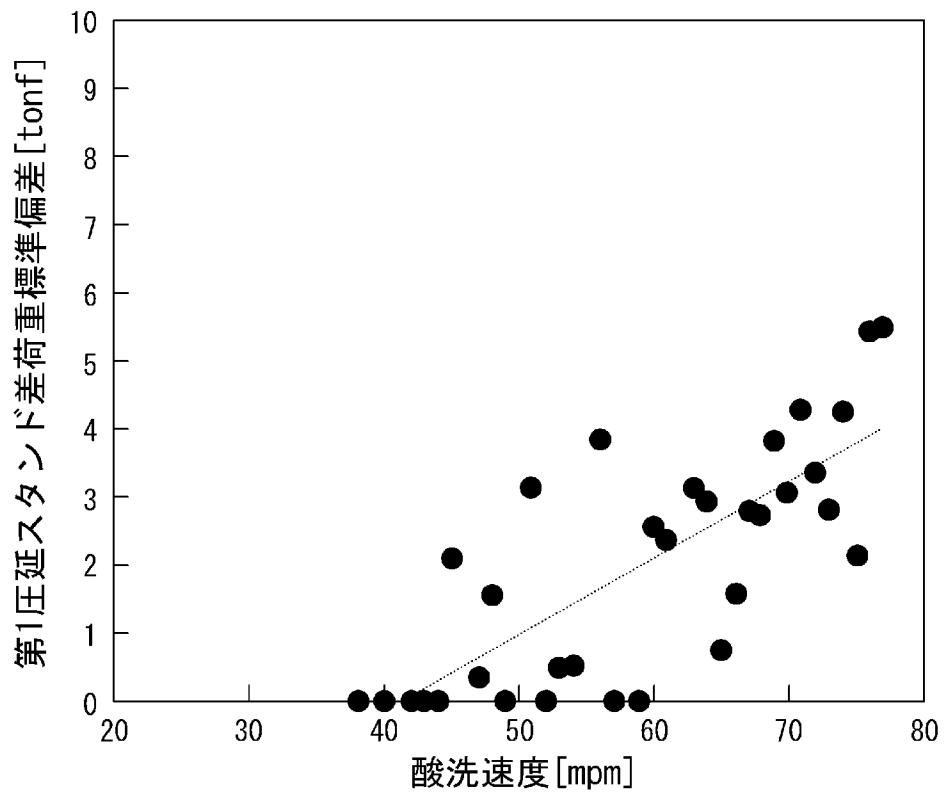
[図1]



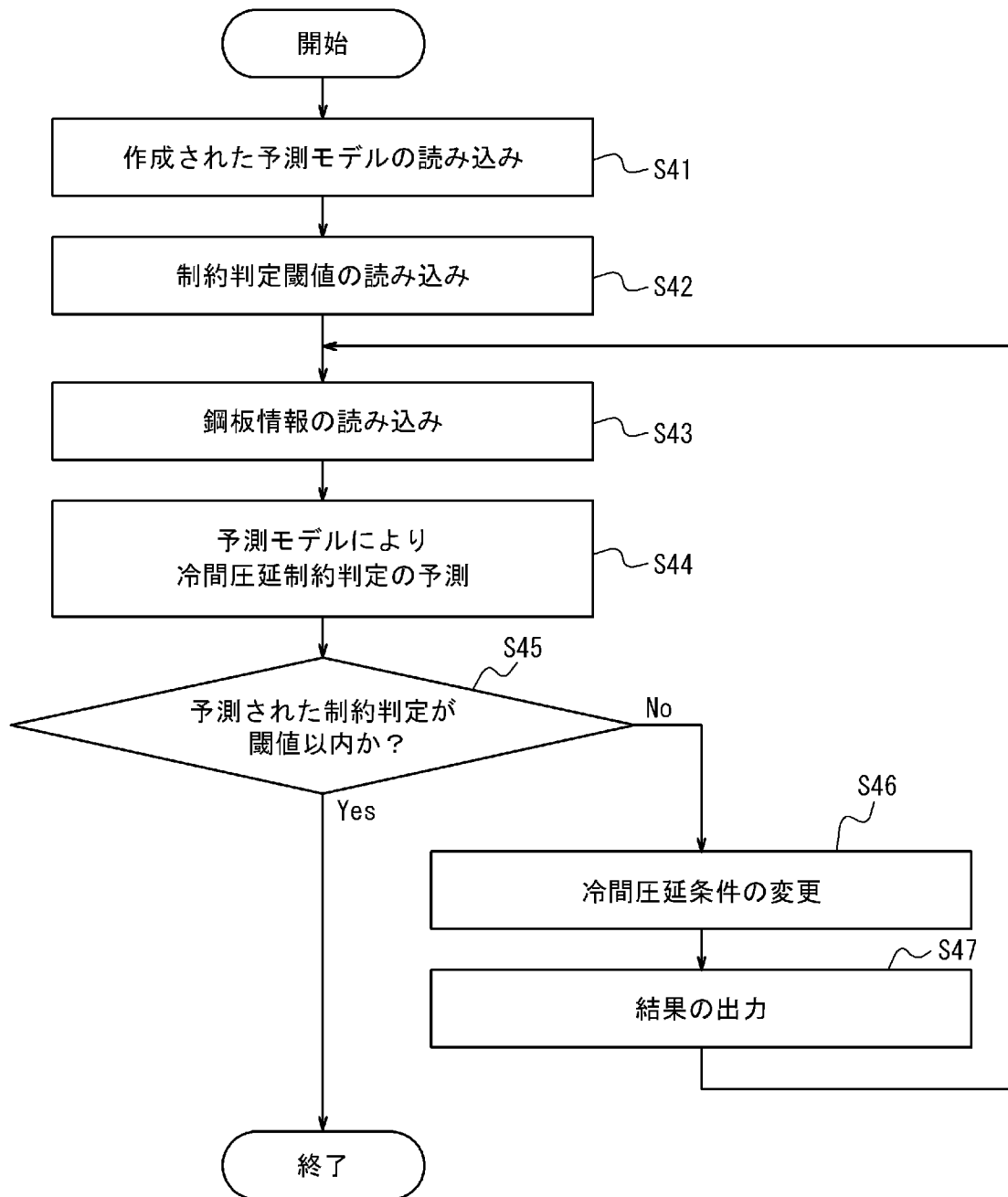
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/046014

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B21B 37/00</i> (2006.01)i; <i>B21B 1/22</i> (2006.01)i; <i>B21B 3/00</i> (2006.01)i; <i>G05B 13/02</i> (2006.01)i; <i>G06N 3/08</i> (2023.01)i FI: B21B37/00 261Z; B21B1/22 K; B21B3/00 D; G06N3/08; G05B13/02 L		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B21B37/00; B21B1/22; B21B3/00; G05B13/02; G06N3/08		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2022/172524 A1 (JFE STEEL CORPORATION) 18 August 2022 (2022-08-18) entire text, all drawings	1-5
A	CN 111563686 A (WISDRI ENGINEERING & RESEARCH INCORPORATION LIMITED COMPANY) 21 August 2020 (2020-08-21) entire text, all drawings	1-5
A	CN 104942015 A (WISDRI ENGINEERING & RESEARCH INCORPORATION LIMITED COMPANY) 30 September 2015 (2015-09-30) entire text, all drawings	1-5
A	US 2019/0361409 A1 (PRIMETALS TECHNOLOGIES GERMANY GMBH) 28 November 2019 (2019-11-28) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2009-13432 A (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBELCO IRON & STEEL, LTD.)) 22 January 2009 (2009-01-22) entire text, all drawings	1-5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 08 March 2024		Date of mailing of the international search report 19 March 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2023/046014

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2022/172524 A1	18 August 2022	EP 4252928 A1	
		KR 10-2023-0128351 A	
		CN 116917059 A	
		TW 202233325 A	

CN 111563686 A	21 August 2020	(Family: none)	

CN 104942015 A	30 September 2015	(Family: none)	

US 2019/0361409 A1	28 November 2019	WO 2018/050438 A1	
		EP 3293594 A1	
		EP 3513263 A1	
		CN 109874338 A	

JP 2009-13432 A	22 January 2009	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B21B 37/00(2006.01)i; B21B 1/22(2006.01)i; B21B 3/00(2006.01)i; G05B 13/02(2006.01)i; G06N 3/08(2023.01)i FI: B21B37/00 261Z; B21B1/22 K; B21B3/00 D; G06N3/08; G05B13/02 L		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B21B37/00; B21B1/22; B21B3/00; G05B13/02; G06N3/08 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2024年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2024年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2024年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2022/172524 A1 (JFEスチール株式会社) 18.08.2022 (2022 - 08 - 18) 全文・全図	1-5
A	CN 111563686 A (WISDRI ENGINEERING & RESEARCH INCORPORATION LIMITED COMPANY) 21.08.2020 (2020 - 08 - 21) 全文・全図	1-5
A	CN 104942015 A (WISDRI ENGINEERING & RESEARCH INCORPORATION LIMITED COMPANY) 30.09.2015 (2015 - 09 - 30) 全文・全図	1-5
A	US 2019/0361409 A1 (PRIMETALS TECHNOLOGIES GERMANY GMBH) 28.11.2019 (2019 - 11 - 28) 全文・全図	1-5
A	JP 2009-13432 A (株式会社神戸製鋼所) 22.01.2009 (2009 - 01 - 22) 全文・全図	1-5
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 08.03.2024	国際調査報告の発送日 19.03.2024	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 池ノ谷 秀行 4E 4142 電話番号 03-3581-1101 内線 3425	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/046014

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2022/172524	A1	18.08.2022	EP	4252928	A1	
				KR	10-2023-0128351	A	
				CN	116917059	A	
				TW	202233325	A	

CN	111563686	A	21.08.2020	(ファミリーなし)			

CN	104942015	A	30.09.2015	(ファミリーなし)			

US	2019/0361409	A1	28.11.2019	WO	2018/050438	A1	
				EP	3293594	A1	
				EP	3513263	A1	
				CN	109874338	A	

JP	2009-13432	A	22.01.2009	(ファミリーなし)			
