

(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
2021年3月18日(18.03.2021)



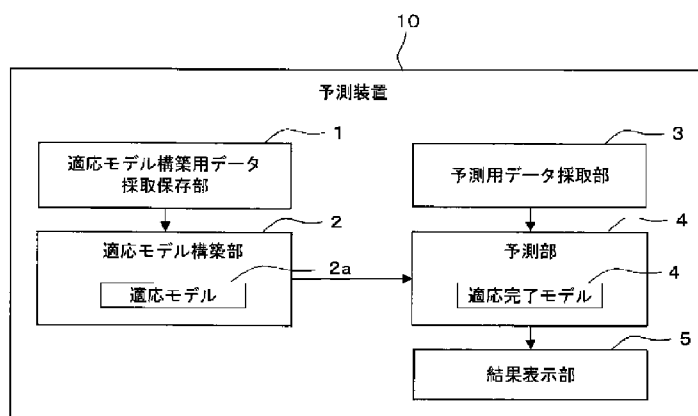
(10) 国際公開番号

WO 2021/048984 A1

- (51) 国際特許分類:
B21B 37/58 (2006.01) *B21B 37/68* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/035971
- (22) 国際出願日: 2019年9月12日(12.09.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 東芝三菱電機産業システム株式会社(TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 関本 真康 (SEKIMOTO, Masayasu); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 今成 宏幸 (IMANARI, Hiroyuki); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 佐野 光彦 (SANO, Mitsuhiko); 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). ギリッシュ バーブメルワ (Girish Babu Meruva); 560034 バンガロール コラマンガラ ニア クルーパニジー カレッジ シャープ3エー “エッサエヴェイシュナーヴィ ソリティア” サード ブロック トウシバソフトウェア (インディア) ピー ブイティー. エルティーディー. 内 Bangalore

(54) Title: SYSTEM FOR PREDICTING CONTRACTION

(54) 発明の名称: 絞り発生予測システム



- 1 Adaptive-model construction data collection/saving unit
- 2 Adaptive model construction unit
- 2a Adaptive model
- 3 Prediction data collection unit
- 4 Prediction unit
- 4 Adaptation-completed model
- 5 Result display unit
- 10 Prediction device

(57) Abstract: This system for prediction contraction collects and saves, as data for constructing an adaptive model, first data indicating the occurrence and location of contraction in an object rolling pass, and second data including an attribute relating to a rolled stock and information relating to a preceding rolling pass when the rolled stock is rolled in a preceding rolling pass that precedes the object rolling pass in a rolling sequence. In the system for predicting contraction, an adaptive model is constructed using saved adaptive-model construction data, and an adaptation-completed model for which construction is completed is saved. In the system for predicting contraction, prediction data are collected, the prediction



WO 2021/048984 A1

(IN). サイ プレム クマール アッヤガリ (Sai Prem Kumar Ayyagari); 5 6 0 0 3 4 バンガロール コラマンガラ ニア クルーパニジー カレッジ シャープ 3 エー “エッサエヴェイシュナーヴィ ソリティア” サード ブロック トウシ パソフトウエア (インディア) ピーブイティ ー. エルティーディー. 内 Bangalore (IN).

(74) 代理人: 高田 守, 外 (TAKADA, Mamoru et al.); 〒1040045 東京都中央区築地 1 丁目 1 2 番 2 号 コンワビル 7 階 特許業務法人 高田・高橋国際特許事務所 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

data including an attribute relating to the rolled stock as a prediction object and information relating to a preceding rolling pass when the rolled stock is rolled in a preceding rolling pass that precedes the object rolling pass in the rolling sequence. In the system for predicting contraction, the prediction data are inputted to the adaptation-completed model, and the occurrence and location of contraction in the object rolling pass are fully or partially predicted before the rolled stock as the prediction object reaches the object rolling pass.

(57) 要約: 絞り発生予測システムは、対象圧延パスにおける絞りの発生の有無及び発生個所を示す第1データと、圧延材が対象圧延パスよりも圧延順序で先行する先行圧延パスで圧延された際の先行圧延パスに関する情報と同圧延材に関する属性とを含む第2データとを適応モデル構築用データとして採取し保存する。絞り発生予測システムは、保存した適応モデル構築データを用いて適応モデルを構築し、構築が完了した適応完了モデルを保存する。絞り発生予測システムは、予測対象の圧延材が対象圧延パスよりも圧延順序で先行する先行圧延パスで圧延された際の同先行圧延パスに関する情報と同圧延材に関する属性とを含む予測用データを採取する。そして、絞り発生予測システムは、予測用データを適応完了モデルに入力することによって、予測対象の圧延材が対象圧延パスに到達するよりも前に、対象圧延パスにおける絞りの発生の有無及び発生個所の全部又は一部を予測する。

明 細 書

発明の名称： 絞り発生予測システム

技術分野

[0001] 本発明は、板状の金属材料を高温に熱し複数の圧延パスで圧延する熱間圧延において、圧延材に絞りが発生することを事前に予測するシステムに関する。

背景技術

[0002] 圧延機は、鉄鋼材料や、アルミ・銅などの非鉄材料の塊を圧延して薄くすることで、それらを自動車や電機製品へ加工し易くする。圧延機には、板材を圧延する熱間薄板圧延機、厚板圧延機、冷間圧延機、棒線材を圧延する圧延機など、様々なタイプのものがある。この中で、絞りが発生しやすいのは、圧延材を1本ずつバッチ的に高速で圧延する、熱間薄板圧延機である。

[0003] 図12は、従来の熱間薄板圧延プロセスにおける圧延機の構成の一例を示す図である。図12に示す圧延機20は、加熱炉21、粗圧延機22、バーヒータ24、仕上圧延機25、ランアウトテーブル26、巻き取り機27などの各種の装置からなる。加熱炉21で熱せられた圧延材100は、粗圧延機22により圧延される。粗圧延機22で圧延された圧延材100は、バーヒータ24を経て、仕上圧延機25へ搬送される。仕上圧延機25で圧延された圧延材100は、ランアウトテーブル26で冷却された後、巻き取り機27によってコイル状に巻き取られる。圧延材100を薄く圧延してできたコイル状の薄板が最終的な製品である。

[0004] 図12に示す粗圧延機22は、上下ワークロールをそれぞれ1つずつ有する圧延スタンドR1と、上下ワークロールとそれより径が大きな上下バックアップロールの計4本のロールを有する圧延スタンドR2とを有する。図12に示す仕上圧延機25は、直列に並べられた7台の圧延スタンドF1～F7を有する。仕上圧延機25の各圧延スタンドF1～F7は、図12に示す例では上下4本のロールで構成されているが、ワークロールとバックアップ

ロールの間に入る中間ロールを含む上下6本のロールで構成される場合もある。なお、上下の圧延ロールを駆動するための大容量電動機、ロールと電動機を結ぶシャフトなど、細かい仕様は異なるものの、装置の構成は似ていることが多い。

[0005] 粗圧延機22と仕上圧延機25の各圧延スタンドの入側には、図示していないサイドガイドが設置される。粗圧延機22では、材料の圧延前に圧延材を止め、サイドガイドの開度を狭めて圧延材をはさみ、センタリングしてから圧延することが多い。仕上圧延機25では、高速で圧延材が圧延スタンドに進入することが多いため、あらかじめ圧延材の幅に余裕を加えた幅でサイドガイドの開度を設定しておくことが多い。

[0006] 圧延材の絞りは、圧延材が圧延スタンド直下で蛇行、つまり、ロール幅方向に移動したり、或いは幅方向に折れ曲がったりすることにより圧延材の先端または尾端に発生する現象である。絞りに、圧延材の先端に発生する先端絞り、圧延材の尾端に発生する尾端絞りとがある。先端絞りは、圧延材の蛇行や圧延材の先端の曲がりによって、圧延材が圧延スタンドに進入する前にその先端が入側サイドガイドにつっかけ、先端を折れ曲げながら圧延スタンドに進入することで発生する。尾端絞りは、圧延材の尾端が圧延スタンドを抜ける前に蛇行することにより尾端が入側サイドガイドに衝突したり、尾端が2枚に折れ込まれながら圧延されることで、その折れ込まれた部分に荷重が集中し、その部分が引きちぎられるなどしたりすることで発生する。

[0007] 絞りが発生するとロール表面に疵がつくことがある。その疵が次の圧延材の表面に転写されるのを防ぐため、一旦操業を止め、ロールを抜き出して点検することがある。また、ちぎれた材料の切れ端が圧延機内に残ることがある。その切れ端が次に圧延する材料の通板性を阻害することがあるため、この場合にも点検が必要となる。これらの作業は生産性を低下させ、ひいてはロール原単位を低下させる。

[0008] なお、粗圧延機22では順方向、逆方向の圧延を繰り返すいわゆるリバース圧延が5、6パス行われ、仕上圧延機25では6、7台の圧延スタンドF

1～F7で一気通貫に圧延される。圧延スタンド下を圧延材が1度通過することを1パスと呼ぶ。粗圧延機22では1台の圧延スタンドで複数パスの圧延が行われ、仕上圧延機25では1台の圧延スタンドで1パスのみの圧延が行われる。以下では、絞りの発生頻度が特に高い仕上圧延機25における尾端絞りに関して説明する。ここで、1パスの圧延と1スタンドでの圧延とは同じ意味とする。

[0009] 従来の熱間薄板圧延プロセスでは、絞りに対して一般に以下のような対策が行われている。

対策A：絞りが発生しやすい圧延材に対し、オペレータが事前に対処する。

対策B：絞りが発生することに反応して、オペレータが即座に対応する。

対策C：尾端の蛇行を抑える自動蛇行制御を適用する。

[0010] 絞りが発生しやすい圧延材には、製品厚が薄いもの、板クラウンが小さいもの、特定の鋼種などがある。特に板厚が薄く圧延速度が速くなる仕上圧延機の後段で、絞りが発生しやすい。対策Aによれば、そのような圧延材および状況に対し、オペレータは上流側の圧延材の蛇行の様子を見ながら処置をすることになる。しかし、オペレータは、圧下、速度など種々の状況に対応しなければならない、またオペレータごとに熟練度合いが異なるため、必ずしも的確に対応できるとは限らない。対策Bでは、オペレータは蛇行が始まればそれを矯正しようとする。しかし、蛇行は急激に進行する現象であるため、オペレータが的確に対応できるとは限らない。

[0011] 対策Cは蛇行を抑えるのに有効ではあるが、蛇行が始まった後で制御するもので、事前に蛇行の発生を予測するものではない。また、例えば特許文献1や特許文献2に開示されているように、蛇行制御は以前から取り組まれている。特許文献1、2に開示されている従来技術は、その具体的な方法は異なるものの、圧延材の蛇行量を計算し、それを用いて制御することで蛇行量を抑え、絞りを防ごうとするものである。しかし、蛇行制御の対象は不安定なシステムであり、制御が難しく、有効な制御手段がないことも事実である。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：日本特開2018-43255号公報

特許文献2：日本特開平4-118108号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] オペレータの眼前で圧延している圧延材において、絞りが発生するか否か、また、絞りがどこで発生するかは、オペレータの経験と勘に頼る割合が大きく、正確にそれらを予測することはできていない。絞りの原因である板の蛇行を物理モデルで構築する試みも行われて来ているが、現実には十分な精度を持ったモデルの構築はいまだに困難である。また、モデルを用いた蛇行制御も十分な性能を得ているとは言い難い。

[0014] 本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、絞り発生の有無と発生個所を予測することができる絞り発生予測システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0015] 本発明に係る絞り発生予測システムは、板状の金属材料を高温に熱し複数の圧延パスで圧延する熱間圧延において、圧延材が蛇行或いは幅方向に折れ曲がることにより圧延材の先端または尾端に発生する現象である絞りの発生を予測するシステムであって、1又は複数のコンピュータを備える。1又は複数のコンピュータは、絞りの発生を予測するための適応モデルの構築に用いる適応モデル構築用データを採取し保存する処理と、適応モデル構築用データを用いて適応モデルを構築する処理と、構築が完了した適応モデルである適応完了モデルを保存する処理と、絞りの発生の予測に用いる予測用データを採取する処理と、予測用データを適応完了モデルに入力することによって絞りの発生を予測する処理とを実行するようにプログラムされている。

[0016] 詳しくは、絞り発生予測システムが備える1又は複数のコンピュータは、

適応モデル構築用データを採取し保存する処理では、適応モデル構築用データとして、絞り発生予測の対象となる対象圧延パスにおける絞りの発生の有無及び発生個所を示す第1データと、第1データに紐づけられた圧延材が対象圧延パスよりも圧延順序で先行する先行圧延パスで圧延された際と同先行圧延パスに関する情報と同圧延材に関する属性とを含む第2データと、を複数セット採取する。予測用データを採取する処理では、予測用データとして、予測対象の圧延材が前記対象圧延パスよりも圧延順序で先行する先行圧延パスで圧延された際と同先行圧延パスに関する情報と同圧延材に関する属性とを含むデータを採取する。絞りの発生を予測する処理では、予測対象の圧延材が対象圧延パスに到達するよりも前に、対象圧延パスにおける絞りの発生の有無及び発生個所の全部又は一部を予測する。

[0017] 絞り発生予測システムが備える1又は複数のコンピュータは、絞りの発生の予測結果を表示装置に表示する処理を実行するようにプログラムされてもよい。

[0018] 絞り発生予測システムが備える1又は複数のコンピュータは、対象圧延パスにおいて絞りが発生すると予測された場合、対象圧延パスの入側サイドガイドを操作する処理を実行するようにプログラムされてもよい。入側サイドガイドを操作する処理では、予測対象の圧延材の先端と尾端のどちらの端部で絞りが発生するのか特定し、絞りが発生する方の端部の通過に合わせて入側サイドガイドを開いてもよい。また、対象圧延パスの運転室側と電動機側のどちらの側で絞りが発生するのか特定し、絞りが発生する側の入側サイドガイドを開いてもよい。対象圧延パスの運転室側と電動機側のどちらの側で絞りが発生するのか特定できない場合、運転室側と電動機側の両側の入側サイドガイドを開いてもよい。

[0019] 適応モデルを構築する処理では、人工知能の範疇に入る機械学習又は統計的手法により適応モデルを構築し、適応モデル構築用データが新たに一定数得られるたびに適応モデルを更新してもよい。

[0020] 適応モデル構築用データを採取し保存する処理では、対象圧延パスを通過

した圧延材の画像データの解析により対象圧延パスにおける絞りの発生の有無及び発生個所を判定してもよい。または、対象圧延パスの入側サイドガイドにかかる荷重に基づき前記対象圧延パスにおける絞りの発生の有無及び発生個所を判定してもよい。さらに、オペレータがHMIを介して入力した対象圧延パスにおける絞りの発生の有無及び発生個所を受け付けてもよい。

発明の効果

[0021] 本発明に係る絞り発生予測システムによれば、圧延材の絞り発生予測の有無の情報を含むデータが採取され、機械学習や統計的手法により適応モデルが構成され、予測対象の圧延パスより上流側のデータを適応完了モデルに入力することにより、次に圧延される材料における絞りの発生の有無及び発生個所が事前に予測される。これにより、圧延材が対象圧延パスを通過する前に絞りの原因である板の蛇行を防いだり、小さくしたりする等の準備をする時間余裕を持つことができるので、絞り発生の低減とそれによる安定操業の実現、ひいてはロール原単位の向上につなげることができる。また実機データに基づいて予測を行うため、実機の状況の変化に追従できる利点もある。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の第1の実施の形態の絞り発生予測システムの構成を示すブロック図である。

[図2]オペレータが絞り発生の有無及び発生個所を入力するためのHMIの一例を示す図である。

[図3]本発明の第1の実施の形態の絞り発生予測システムの適応モデル構築部で行われる処理を概念的に示す図である。

[図4]本発明の第1の実施の形態の絞り発生予測システムの予測部で行われる処理を概念的に示す図である。

[図5]本実施の形態の絞り発生予測システムによる処理フローを詳細に示すフローチャートである。

[図6]SOMの構成例とそれ用いた予測方法の概要とを説明する図である。

[図7]ACCの動作概要について具体的に説明する図である。

[図8]ACCの動作概要について具体的に説明する図である。

[図9]ACCの動作概要について具体的に説明する図である。

[図10]本実施の形態の絞り発生予測システムによる処理フローの変形例を示すフローチャートである。

[図11]本発明の第2の実施の形態の絞り発生予測システムに係る絞り予測結果を利用した入側サイドガイドの制御の例を示す図である。

[図12]従来の熱間薄板圧延プロセスにおける圧延機の構成の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0023] 図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。ただし、以下に示す実施の形態は、本発明の技術的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、特に明示する場合を除き、構成部品の構造や配置、処理の順序などを下記のものに限定する意図はない。本発明は以下に示す実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

[0024] <第1の実施の形態>

1. 絞り発生予測システムの構成

図1は、本発明の第1の実施の形態の絞り発生予測システムの構成を示すブロック図である。本実施の形態の絞り発生予測システムは図12に示す構成を有する熱間薄板圧延プロセスに適用されている。絞り発生予測システムは、予測に係るデータの採取及び保存とそのデータを用いた演算とを行う予測装置10を備える。予測装置10は、単一のコンピュータで構成されてもよいし、ネットワークに接続された複数のコンピュータから構成されてもよい。

[0025] 予測装置10は、適応モデル構築データ採取保存部1、適応モデル構築部2、予測用データ採取部3、予測部4、及び結果表示部5を備える。これらの要素のうち、適応モデル構築データ採取保存部1、適応モデル構築部2、予測用データ採取部3、及び予測部4は、コンピュータのメモリから読みだ

されたプログラムがプロセッサで実行されることによって、プロセッサによりソフトウェア的に実現される。メモリには、絞り発生予測に用いる各種のプログラムや各種のデータが記憶されている。なお、ここでいうメモリには、主記憶装置と補助記憶装置の両方が含まれる。結果表示部5はコンピュータに結合された表示装置である。

- [0026] 適応モデル構築データ採取保存部1は、後述する適応モデルを構築するための適応モデル構築用データを採取して保存する。適応モデル構築用データには、第1データと第2データとが含まれる。第1データは、絞りの発生を予測する対象となる圧延スタンド（圧延パス）における絞りの発生の有無及び発生個所を示すデータである。絞りの発生個所は、圧延材の流れ方向（長さ方向）において先端と尾端とに分類され、圧延材の幅方向において運転室側（Work Side：以下、WSと表記する）と電動機側（Drive Side：以下、DSと表記する）とに分類される。第1データには、対象圧延スタンドで圧延された圧延材の識別番号（ID）と、板厚や板幅等の製品情報とが関連付けられ、第1データとともに保存される。
- [0027] 第2データは、圧延材が対象圧延スタンドよりも圧延順序で先行する先行圧延スタンドで圧延された際のその先行圧延スタンドに関する情報と、同圧延材に関する属性とを含むプロセスデータである。先行圧延スタンドに関する情報には、例えば、ロールギャップ、ロールシフト量、圧延荷重、ゲージメータ厚等のデータ項目についての情報が含まれ、それらはセンサによって取得することができる。全部でnスタンドの圧延スタンドを持つ仕上圧延機では、絞りの発生を予測する対象圧延パスつまり対象圧延スタンドは、例えば、第mスタンドから最終第nスタンド($m \leq n$)までのスタンドとすることができる。ただし、予測段階においてどの圧延スタンドが対象圧延スタンドに指定されるか不明のため、仕上圧延機の全スタンドのデータを採取して保存する。また、圧延材に関する属性とは、先行圧延スタンドで圧延された圧延材の属性であり、その圧延材の識別番号、鋼種、目標板厚、目標板幅、目標板クラウン、目標平坦度、目標温度などをいう。第1データと第2データ

とは、圧延材の識別番号を介して紐付けされている。

[0028] 適応モデル構築データ採取保存部1は、図示しないHMI (Human-Machine Interface) に結合されている。適応モデル構築用データの第1データには、絞り発生の有無及び発生個所が含まれている。これらはオペレータがHMIを介して入力することができる。絞りの発生個所は、一般には先端または尾端におけるWSまたはDSである。しかし、WSかDSかを目測で判断することはオペレータにとって必ずしも容易ではない。このため、目測のあいまいさを吸収するために、WSとDSとに加えて、板幅中央付近 (Center of width : 以下、CWと表記する) という発生個所を設けてもよい。なお、発生個所を細かく分類し特定するためには、適応モデルに入力するデータが非常に数多く必要になり、このとき適応モデルの構築に多くの時間がかかる。このため、例えば、先端と尾端の分類のみを行うなど、発生個所をおおまかに分けることを許容するものとする。

[0029] 図2は、オペレータが絞り発生の有無及び発生個所を入力するためのHMIの一例を示す図である。図に示すWS及びDSはボタンであり、7つの圧延スタンドF1-F7のそれぞれについて、また、先端側 (Head) と尾端側 (Tail) のそれぞれについて設けられている。例えば、第3圧延スタンドF3で尾端におけるWSで絞りが発生したことを目視した場合、オペレータは、F3列Tail行のWSボタンを押下する。また、図2に示すHMIにおいて、目測のあいまいさを吸収するためのCWボタンを追加してもよい。或いは、CWボタンを追加する代わりに、絞りはあったがWSとDSのどちらか不明な場合にはWSボタンとDSボタンの両方を押すことで、CWボタンを押すのと同じ判断が行われるようにしてもよい。

[0030] 適応モデル構築用の第1データを採取する方法としては、絞り発生の有無と発生個所をオペレータが入力する以外に、画像データにより判定する方法を用いることができる。一般に圧延機にはテレビカメラが多く設置されている。仕上圧延機の圧延スタンド間に設置されたテレビカメラにより圧延スタンドを通過した圧延材を撮像し、得られた画像データを解析することにより

、圧延材の先端または尾端に絞りが生じているかどうか、容易に判定できる。絞りが生じていると圧延材が引きちぎれ、材料内部の高温の部分が筋状に見える。圧延材の表面温度は内部より低く黒みがかったため、ちぎれた部分は内部の高温部分がオレンジ色としてはっきり見える。また、画像データによれば、サイドガイドに衝突した個所がWSまたはDSであるかの判定も容易である。

[0031] 適応モデル構築用の第1データを採取するその他の方法として、圧延スタンドのサイドガイドにかかる荷重により判定する方法を用いることもできる。サイドガイドは位置制御または力制御を行うことが可能であり、センサによってサイドガイドにかかる力を検知することができる。絞りは圧延材の蛇行により発生することが多く、サイドガイドに印加された力がある閾値以上であれば絞りが発生したと判定することができる。また、サイドガイドにかかる力は左右で独立して検知できるので、絞りがWSとDSのいずれで発生したのかも判定することができる。

[0032] 再び図1に戻り、絞り発生予測システムの構成についての説明を続ける。適応モデル構築データ採取保存部1で一定数のデータが採取されると、適応モデル構築データ採取保存部1は採取し保存しておいたデータを適応モデル構築部2に入力する。適応モデル構築部2は、入力されたデータを用いて適応モデル2aを構築する。適応モデルとは、データが入力されると内部の構成要素間の関係度に変化し出力が変化するものをいう。

[0033] 絞り発生の予測に適した適応モデルの例としては、機械学習の範疇に入るニューラルネットワーク (Neural Network : 以下、NNと表記する)や自己組織化マップ (Self Organizing Map : 以下、SOMと表記する)など、また統計的手法を用いる適応管理図 (Adaptive Control Charts : 以下、ACCと表記する)などを挙げることができる。機械学習に分類される手法の学習方法には、教師あり学習と教師なし学習の2種類がある。一般にNNは教師あり学習、SOMは教師なし学習を行う。これらは、絞りの有無のような2つの値に分類する問題にも適用できる。NN、SOM、ACCという方法は、広

く一般に知られている方法である。それらの手法の概要については追って説明する。

[0034] 図3は、適応モデル構築部2で行われる処理を概念的に示す図である。適応モデル構築部2は、適応モデル構築用の第2データ301を適応モデル302（図1に示す適応モデル2a）に入力する。これにより、内部の構成要素間の関係度に変化して適応モデル302の構築が進む。また、適応モデル構築部2は、適応モデル構築用の第1データ303を教師データまたは検証用データとして適応モデル302に入力する。第1データ303が教師データとして用いられる場合、第2データから得られた適応モデル302の出力と第1データ303との差はバックプロパゲーションとして適応モデル302に返される。

[0035] 再び図1に戻り、絞り発生予測システムの構成についての説明を続ける。適応モデル構築部2は、適応モデル2aの構築が完了すると、構築が完了した適応モデル2aを適応完了モデル4aとして適応モデル2aとは別に保存する。保存された適応完了モデル4aは予測部4において絞りの発生の予測に利用される。適応完了モデル4aを適応モデル2aとは別に保存するのは、絞りの発生を予測している間に適応完了モデルの内部状態が変化してはいけないためである。

[0036] 適応完了モデル4aを利用した絞りの発生の予測には、予測用データ採取部3で採取された予測用データが用いられる。予測用データ採取部3は、予測用データとして、適応モデル構築用の第2データと同じ種類のデータを採取する。つまり、予測用データ採取部3は、予測対象の圧延スタンドを第mスタンドから最終第nスタンドへ順に変更しつつ、予測対象の圧延材が予測対象の圧延スタンドよりも圧延順序で先行する先行圧延スタンドで圧延された際のその先行圧延スタンドに関する情報と、予測対象の圧延材に関する属性とを含むデータを採取する。予測用データ採取部3は、採取した予測用データを適応完了モデル4aに入力する。

[0037] 図4は、予測部4で行われる処理を概念的に示す図である。予測部4は、

予測用データ311を適応完了モデル312（図1に示す適応完了モデル4a）に入力し、絞りの有無の予測結果を適応完了モデル4aの出力313として得る。また、絞りがある場合には、その発生個所の予測結果も適応完了モデル4aの出力313として得る。予測結果として得られる絞りの発生個所は、必ずしも全部の発生個所でなくてもよく、一部の発生個所でもよい。なお、適応完了モデル312を用いた予測は、予測対象の圧延材が対象圧延スタンドに到達するよりも前に予測結果が得られるように行われる。

[0038] 再び図1に戻り、絞り発生予測システムの構成についての説明を続ける。予測部4は、適応完了モデル312で得られた予測結果を結果表示部5に出力する。結果表示部5は、予測結果をオペレータにわかりやすく表示する。オペレータは、結果表示部5に表示されている予測結果を参照することにより、絞りの発生を抑えるための介入操作を予測対象の圧延スタンドに対して実施することができる。

[0039] 2. 絞り発生予測の処理フロー

図5は、本実施の形態の絞り発生予測システムによる処理フローを詳細に示すフローチャートである。図5において、左右に並んだ二つのフローチャートのうち左側のフローチャートは適応モデルの構築段階の処理フローを示し、右側のフローチャートは予測段階の処理フローを示す。

[0040] まず、左側のフローチャートに沿って適応モデルの構築段階の処理フローについて説明する。適応モデルの構築段階では、最初にステップ101が実行される。ステップ101では、適応モデル構築用の第1データおよび第2データが採取されて保存される。

[0041] ここで、第2データの採取方法について詳しく説明する。例えば、仕上圧延機の第6スタンドF6での絞り発生を予測するためにデータを集めるとすると、スタンドF6より上流側のスタンドF1、F2、F3のそれぞれについて、尾端近くのデータが採取される。採取されるデータのデータ項目は、ロールギャップ、ロールシフト量、圧延荷重、ゲージメータ厚などである。ただし、ロールギャップについてはWS、DS、及び中央部のデータが採取

され、圧延荷重についてはWS及びDSのデータが採取される。

[0042] 尾端近くのデータを採取するというのは、予測処理を行い、オペレータに知らせるまでに十分な時間を取ることができるような時間、例えば圧延材の最尾端から先端に向かって30秒遡り、そこから上流に向かって10秒間のデータを採取することを意味する。言い換えれば、尾端に近い40秒間のデータのうち、最初の10秒間のデータが採取される。この場合、採取した10秒間のデータを用いて適応モデルが構築される。30秒という時間は、予測処理とオペレータへの通知・オペレータの絞り回避の準備のための時間の和にほぼ等しい時間の例示である。このような時間を確保しておくことにより、予測対象の圧延材が予測対象の圧延スタンドに到達するよりも前に、予測対象の圧延スタンドにおける絞りの発生の有無及び発生個所の全部又は一部を予測し、オペレータに通知し、オペレータに絞り回避の準備を促すことができる。

[0043] なお、後述する機械学習の方法や統計的手法によっては、採取した第2データの全ての項目や、採取した全ての時間のデータを使用しない場合に、より良い精度が得られることがある。このため、本実施の形態の絞り発生予測システムは、第2データとして採取したデータの中から、必要なデータを適切に選択的に使用できる仕組みに構成されている。

[0044] ステップ102では、第1所定数以上のデータが貯まったか、または第2所定数以上のデータが追加されたかを判定する。ここで、第1所定数は、機械学習や統計的手法を適用するのに十分なデータの絶対数である。機械学習の場合、その方法によっても異なるが、一般には3,000から10,000個以上のデータが必要である。第2所定数は、圧延が進むにつれてデータが増加していくので、新しく追加されたデータにより、適応モデルを更新していくための判断に必要である。これは任意に選ぶことができ、数を少なく設定すれば頻繁に更新されるが計算負荷も増える。多く設定すれば更新頻度は少なくなるが、圧延の新しい状況に追従できなくなる恐れがある。

[0045] ステップ102の条件が満たされるまで、ステップ101で適応モデル構

築用の第1データおよび第2データの採取と保存が続けられる。そして、ステップ102の条件が満たされれば、フローはステップ103に進む。ステップ103は、適応モデルの構築のための主処理である。NN、SOM、ACCといった方法で実現された適応モデルは、その内部状態を入力データにより更新され、より正確な予測ができるようになる。

[0046] ステップ104では、構築が完了した適応モデルが適応完了モデルとして保存される。古いデータを用いて構築された既存の適応完了モデルが存在する場合には、今回構築された適応モデルによって既存の適応完了モデルは更新され、更新された適応完了モデルが保存される。

[0047] 次に、右側のフローチャートに沿って予測段階の処理フローについて説明する。予測段階では、最初にステップ201が実行される。ステップ201では、絞り予測対象スタンドのスタンド番号(k)がセットされる。絞りは仕上圧延機の後段のスタンドで起こりやすいため、スタンド番号(k)は、4、5、6、7だけとしてもよい。ステップ202では、実行されるたびにスタンド番号(k)は1つずつ更新されて再セットされる。

[0048] ステップ203では、ステップ101で説明した適応モデル構築用の第2データと同様の採取方法で予測用データが採取される。予測データを取得する先行圧延スタンドは、予測処理にかかる時間と、表示装置の表示を介してオペレータへ通知するのにかかる時間と、オペレータが絞り回避操作の準備を行う時間とを考慮して決定する必要がある。以下の表は、予測対象の圧延スタンド(表には、予測対象スタンドと記載している)と、予測データを採取する先行圧延スタンド(表には、予測データ採取スタンドと記載している)との対応関係の一例を示している。

[表1]

予測対象スタンド	予測データ採取スタンド
F7	F1,F2,F3 又は F1,F2
F6	F1,F2,F3 又は F1,F2
F5	F1,F2
F4	F1,F2

[0049] ステップ204では、ステップ104で保存されていた適応完了モデルが読み込まれ、適応完了モデルに予測データが入力される。適応完了モデルからは、各予測対象スタンドについて、絞り発生の有無の予測結果と、絞りが発生する場合にはその発生個所の予測結果とが出力される。

[0050] ステップ205では、全ての予測対象スタンドで予測が実施されたかが確認される。全ての予測対象スタンドでの予測が完了するまで、ステップ202からステップ204までの処理が繰り返される。そして、全ての予測対象スタンドでの予測が完了したら、ステップ206に進み、予測結果のオペレータへの通知が行われる。このとき、運転室内にいるオペレータはガラス張りの向こうにある実際の圧延状態を見ているか、運転室内に設置されたテレビモニターを見ているかのいずれかであることが多い。このため、予測結果の通知もその2カ所の見やすい所に表示することが望ましい。なお、ここでは全ての対象スタンドを予測した後に予測結果のオペレータへの通知が行われているが、絞りが発生すると予測されるたびにオペレータへの通知が行われてもよい。つまり、第mスタンドから予測を始めたとき、第mスタンドで絞りが発生すると予測されれば、即その旨を通知し、次に第m+1スタンドについて予測を行うようにしてもよい。

[0051] 3. 絞り発生の予測に適した適応モデル

3-1. NN

NNは最も単純な構成では、入力層、中間層、出力層という3層構造であり、中間層を増やしていくこともできる。中間層が多数の層で構成される場合は、深層学習をすることもできる。各層は1つまたは複数のニューロンから構成され、各層のニューロンが重みをもった線で結合されている。1つのニューロンは入力値のレベルにより出力状態が変わる。教師あり学習の場合は、NNの出力と教師信号を比較し、逆方向に結合線の重みを更新していく、バックプロパゲーションという方法が一般的に用いられる。

[0052] 3-2. SOM

SOMは教師データが不要であり、正常データ、つまり、絞りが発生しな

かったときに採取されたデータのみが用いられる。SOMの区分を 5×5 、 10×10 、 25×25 などと定義すると、各区分が1つのニューロンとなる。各ニューロンには使用する変数の数だけの平面が用意される。図6は、SOMの構成例とそれ用いた予測方法の概要とを説明する図である。図6に示すSOMの構成例では、SOMは 10×10 のニューロンから構成されている。

[0053] 各ニューロンには、変数個数分の平面が用意される。ここでは、第2データが有するロールギャップや圧延荷重等のデータ項目の数を20個とする。各ニューロンには変数20個分の平面、詳しくは、変数の値の軸と時間の軸とを有する平面が用意される。20個の変数のそれぞれは、図5に示す処理フローのステップ101で説明したとおり、圧延材の尾端近くに相当する10秒間分のデータを持っている。

[0054] 適応モデルの構築段階、すなわち、学習段階では、各ニューロン内の初期平面における10秒間分の曲線がランダムに与えられる。もちろん、各ニューロンで重複させないなどの制約は与えられる。また、10秒間、20変数の正常データが1セットとして保存される。データは1セットずつ取り出され、その1セットのデータ全体としてどのニューロンの曲線に最も近いかが判定される。そして、最も近いと判定されたニューロンに属するものとされる。全ての正常データのセットに対して同様の処理が行われ、最後に各ニューロン内の各変数で重心となる曲線が決定される。これで適応モデルの構築、すなわち、学習が完了する。

[0055] 予測段階、すなわち、正常異常の判定段階では、判定対象データである予測用データの各変数値と100個のニューロン内の各変数値の重心値が比べられる。そして、判定対象データが全体としてどのニューロンに近いかが計算され、最も近いと判定されたニューロンが選ばれる。次に、選択されたニューロン内の各変数の重心の曲線と、判定対象データの各変数値との距離が計算され、その距離が他とは大きく外れる変数があれば（上の例では、図6における変数1）、それを含むデータは異常であるとみなされる。すなわち

、絞りが発生していると判定される。

[0056] 以下の表は、SOMにより正常データを用いて適応モデルを構築し、適応完了モデルを用いて異常データの検出を行った場合の学習効果の検証例が示されている。この検証例では、同一鋼種の全7650本のデータの中に136本の尾端絞りを有する異常データが含まれていたが、それら異常データを100%検出することができた。この適応完了モデルを用いれば、100%に近い精度で絞りの発生の有無を予測することができる。

[表2]

ある鋼種全7650本の学習結果 (136本の尾端絞りを含む)		学習効果の検証：予測結果	
		尾端絞り無	尾端絞り有
実際	尾端絞り無	7514	0
	尾端絞り有	0	136

[0057] 3-3. ACC

ACCは基本的には周知の管理図 (Control Charts) を応用した手法である。管理図は上方管理限界 (Upper Control Limit: 以下、UCLと表記する) と、下方管理限界 (Lower Control Limit: 以下、LCLと表記する) とを固定するが、ACCはデータの推移に合わせてそれらを変更する。ある時系列データがあり、その期間が10秒間推移を示すとすると、例えば0.1秒ごとに照準をずらし、そこから1秒間を1区間として、それぞれの区間における標準偏差からそれぞれの区間におけるUCL及びLCLを決めていく。このときデータに歪度があれば、それによるUCL及びLCLの補正も行う。その補正の方法については、「Betul Kan, and Berna Yazici” The Individuals Control Chart in Case of Non-Normality”, Journal of Modern Applied Statistical Methods, Vol.5, Issues 2, Article 28, Digital Commons @WayneState (2005)」に記載されている。

[0058] 以下、図7乃至図9を用いてACCの動作概要について、尾端絞りの検知を例にとってより具体的に説明する。適応モデルの構築段階では、SOMと同様に、選択した変数20個の尾端近くの10秒間の正常データが適応モデル構築用のデータとして用いられる。尾端近くの10秒間とは、尾端に近い

30秒間を除き、そこから先端に近い10秒間を意味する。言い換えれば、尾端に近い40秒間のうちの最初の10秒間を意味する。

[0059] 図7に示す表のようにデータが採れていたとする。表の列はコイル番号であり、行はデータ番号である。コイルの本数はP本である。1本のコイルのデータのうち、Jは10秒間のデータの先頭の番号、J+1は10秒間のデータの最後の番号である。よって、10秒間のデータは1個のデータを含む。データは0.1秒ごとに記録されているとして、その場合は $l = 10 \div 0.1 = 100$ 個となる。

[0060] 表においてコイル番号pの行に複数の枠が描かれているが、各枠は標準偏差を計算するウィンドウを示している。標準偏差を計算するウィンドウを1秒間の区間として、0.1秒ごとにウィンドウをずらしながらデータの標準偏差が計算される。このような計算がP本の正常コイルの20個の変数全てに対して行われる。そうすると、0-1秒間、0.1-1.1秒間などの各時間帯における標準偏差がP個でき、標準偏差の分布ができる。例えば、時間帯1における標準偏差は、 $S[1, 1]$ 、 $S[2, 1]$ 、 \dots 、 $S[P, 1]$ として得られる。同一時間帯iにおける標準偏差 $S[1 \sim P, i]$ の標準偏差 $\sigma[i]$ を計算することで、UCLを $\sigma[i]$ の+側の例えば3倍或いは4倍に取り、LCLを $\sigma[i]$ の-側の例えば3倍或いは4倍に取ることができる。これにより、図8に示すようなUCL及びLCLが得られる。ただし、図8は変数1つ分のUCL及びLCLであり、各変数についてUCL及びLCLが計算される。ACCでは、このようにUCL及びLCLを決定することが適応モデルの構築に該当する。

[0061] 予測段階では、図9に示すように、判定対象のデータと適応モデルの構築段階で決められたUCL及びLCLとが比較される。そして、UCL又はLCLを超えるデータの点数や、UCL又はLCLからの距離の和を評価値として、判定対象のデータがUCLやLCLからどれだけ離れているかが評価され、正常か異常かが判定される。

[0062] NNでは、絞り発生が有る異常データと絞り発生が無い正常データの両方

を入力してNNによるモデルの構築が行われる。これに対して、SOM及びACCでは、絞り発生が無い正常データのみを入力してモデルが構築され、そのモデルから大きく外れる場合に絞りの発生があると判断される。一般に、絞りが発生する圧延材の数は、絞りが発生しない圧延材の数よりはるかに少ない。また設備の稼働においても、異常である状態の時間よりも正常に稼働している時間の方がはるかに長い。そのため、異常を示すデータは正常を示すデータより非常に少ないことが普通である。このような状況では、SOMやACCによって正常状態のデータでモデルを構築し、正常状態以外を異常と判定する仕組みの方が有利であることが多い。

[0063] 3-4. 各適応モデルの特徴

適応モデルとは、データが入力されると内部の構成要素間の関係度が変化し出力が変化するものと定義される。その例が、NN、SOM及びACCの各手法により構築される適応モデルである。より詳しくは、絞り発生の予測に適した適合モデルには、以下の定義A、定義B、及び定義Cで定義される適合モデルが含まれる。

(A) データが入力されると内部の構成要素間の関係度が変化し出力が変化するものであって、複数の入力および出力のセットにより学習した後、対象入力を評価して評価値を出力するもの

(B) データが入力されると内部の構成要素間の関係度が変化し出力が変化するものであって、複数の入力のセットにより学習した後、対象入力を評価して評価値を出力するもの

(C) データが入力されると内部の構成要素間の関係度が変化し出力が変化するものであって、複数の入力のセットにより統計的指標を決定した後、入力のセットを評価して評価値を出力するもの

[0064] NNは定義Aで定義される適応モデルの一例である。SOMは定義Bで定義される適応モデルの一例である。ACCは定義Cで定義される適応モデルの一例である。以下の表には、NN、SOM及びACCのそれぞれについて、適応モデルの定義との関係が示されている。

[表3]

	NN	SOM	ACC
内部の構成要素	ニューロン、ニューロン間の結合線	ニューロン、ニューロン内部の各平面における重心	各変数におけるUCL及びLCL
関係度	ニューロン間の結合重み	ニューロン内部の各平面における重心の値	各変数におけるUCL及びLCLの値
適応段階の入力	適応モデル構築用の第2データ(絞り有無共に含む)、第1データ相当	適応モデル構築用の第2データ(絞り無しのみ)	適応モデル構築用の第2データ(絞り無しのみ)
予測段階の入力	予測対象データ(適応モデル構築用の第2データ相当)	予測対象データ(適応モデル構築用の第2データ相当)	予測対象データ(適応モデル構築用の第2データ相当)
予測段階の出力	適応モデル構築用の第1データ相当	適応モデル構築用の第1データ相当	適応モデル構築用の第1データ相当

[0065] 4. 絞り発生予測の処理フローの変形例

図10は、本実施の形態の絞り発生予測システムによる処理フローの変形例を示すフローチャートである。図5に示す処理フローと図10に示す処理フローとの違いは、適応モデルの構築段階の処理フローにある。詳しくは、図5に示す処理フローにおけるステップ104の処理が、図10に示す処理フローではステップ104aの処理に置き換えられている。ステップ104aは、適応モデル構築段階で適応モデルが更新されるが、更新した結果による予想精度が確保できているか確認するためのステップである。新たに構築された適応モデルの精度が十分であれば、適応完了モデルが更新されて保存されるが、そうでなければ保存されない。

[0066] 構築した適応モデルを検証するための方法は、上述した3つの手法で若干異なる。NNにおいては、学習用データと検証用データとが分けられる。例えば10,000個のデータがあったとし、この中から検証用データとして無作為に500個または1,000個のデータが選ばれ、残りは学習用データとされる。学習用データで学習されたNNによるモデルに検証用データが入力され、絞りの発生有無が精度よく予測できているかどうかを検証される。SOM又はACCでは、絞り発生のない正常データでモデルを構築するた

め、検証のためには異常データのみが使用される。SOM又はACCにより構築されたモデルに異常データが入力され、絞り発生有ありと判定できれば、高精度のモデルであると判断できる。

[0067] <第2の実施の形態>

次に、本発明の第2の実施の形態の絞り発生予測システムについて説明する。本実施の形態では、絞りの発生の有無を予測した後、その予測結果をオペレータに通知するのみならず、入側サイドガイドの制御にも利用する。本実施の形態の絞り発生予測システムは、予測装置により予測対象の圧延スタンドにおいて絞りが発生すると予測された場合、予測対象の圧延スタンドの入側サイドガイドを操作する制御装置を備えている。制御装置として機能するコンピュータは、予測装置として機能するコンピュータとは別のコンピュータでもよい。また、一つのコンピュータを、ソフトウェアにより予測装置として機能させるとともに、制御装置として機能させてもよい。

[0068] 図11は、絞り予測結果を利用した入側サイドガイド31、32の制御の例を示す図である。ここでは、第kスタンドで尾端絞りが発生し、その場所はDSであると予測された場合の制御例について説明する。図11の上段に示す状態では、圧延材100は第k-1スタンドで圧延されている。このときはまだ蛇行は発生していない。それから時間が経過して下段に示す状態となり、第k-1スタンドを尾端が抜けた後で圧延材100が蛇行すると想定する。尾端絞りが発生すると予測される一つの例は圧延材100がこのような状態のときである。このとき、図示しない制御装置は、尾端が入側サイドガイドに当たってちぎれるのを防ぐために、尾端の通過に合わせてDSの入側サイドガイド31を開く操作を行う。なお、WSとDSのどちらの側で絞りが発生するのか特定できないときは、図示しない制御装置は、尾端の通過に合わせてWSとDSの両側の入側サイドガイド31、32を開く操作を行う。

[0069] 図11に示す例では尾端絞りが発生するケースを想定したが、先端絞りが発生するケースでも同様の制御を行うことができる。つまり、図示しない制

御装置は、先端絞りが発生すると予測された場合には、先端の通過に合わせて入側サイドガイドを開く操作を行う。開操作を行う入側サイドガイドは絞りが発生する側のそれであるが、絞りの発生個所がWSなのかDSなのか特定できないときは、WSとDSの両側のサイドガイドを開く操作を行う。

[0070] 以上のような制御が予測対象の圧延スタンドの入側サイドガイドに対して行われることにより、オペレータを補助し、安定な操業を実現することができる。

[0071] <その他の実施の形態>

上述の実施の形態では、仕上圧延機を対象として説明したが、本発明は粗圧延機にも適用可能である。粗圧延機では順方向、逆方向の圧延を繰り返すいわゆるリバース圧延が複数回行われる。本発明を粗圧延機に適用した場合、圧延パスとは各回の圧延を意味し、圧延順序で先行する先行圧延パスとは前回以前に行われた圧延を意味する。

[0072] また、上述の実施の形態では尾端絞りを中心に説明したが、本発明は尾端絞りのみならず先端絞りにも適用可能である。

[0073] また、適応モデル構築の手法として、NN、SOM、及びACCを例に挙げて説明したが、本発明に適用することができる適応モデル構築の手法はこれらに限定されるものではない。例えば、探索木の考えを応用したRandom Forest (RF)、RFの発展形であるExtra Trees、xgboostなども適用可能である。

符号の説明

[0074] 1：適応モデル構築データ採取保存部

2：適応モデル構築部

2a, 302：適応モデル

3：予測用データ採取部

4：予測部

4a, 312：適応完了モデル

5：結果表示部

10 : 予測装置

31, 32 : 入側サイドガイド

100 : 圧延材

請求の範囲

[請求項1]

板状の金属材料を高温に熱し複数の圧延パスで圧延する熱間圧延において、圧延材が蛇行或いは幅方向に折れ曲がることにより前記圧延材の先端または尾端に発生する現象である絞りの発生を予測するシステムであって、

前記システムは、1又は複数のコンピュータを備え、

前記1又は複数のコンピュータは、

絞りの発生を予測するための適応モデルの構築に用いる適応モデル構築用データを採取し保存する処理と、

前記適応モデル構築用データを用いて前記適応モデルを構築する処理と、

構築が完了した前記適応モデルである適応完了モデルを保存する処理と、

絞りの発生の予測に用いる予測用データを採取する処理と、

前記予測用データを前記適応完了モデルに入力することによって絞りの発生を予測する処理と、を実行し、

前記適応モデル構築用データを採取し保存する処理では、前記適応モデル構築用データとして、絞り発生予測の対象となる対象圧延パスにおける絞りの発生の有無及び発生個所を示す第1データと、前記第1データに紐づけられた圧延材が前記対象圧延パスよりも圧延順序で先行する先行圧延パスで圧延された際の同先行圧延パスに関する情報と同圧延材に関する属性とを含む第2データと、を複数セット採取し、

前記予測用データを採取する処理では、前記予測用データとして、予測対象の圧延材が前記対象圧延パスよりも圧延順序で先行する先行圧延パスで圧延された際の同先行圧延パスに関する情報と同圧延材に関する属性とを含むデータを採取し、

前記絞りの発生を予測する処理では、前記予測対象の圧延材が前記

対象圧延パスに到達するよりも前に、前記対象圧延パスにおける絞りの発生の有無及び発生個所の全部又は一部を予測する、ことを特徴とする絞り発生予測システム。

[請求項2] 前記システムは、表示装置を備え、
前記1又は複数のコンピュータは、
絞りの発生の予測結果を前記表示装置に表示する処理を実行することを特徴とする請求項1に記載の絞り発生予測システム。

[請求項3] 前記1又は複数のコンピュータは、
前記対象圧延パスにおいて絞りが発生すると予測された場合、前記対象圧延パスの入側サイドガイドを操作する処理を実行することを特徴とする請求項1又は2に記載の絞り発生予測システム。

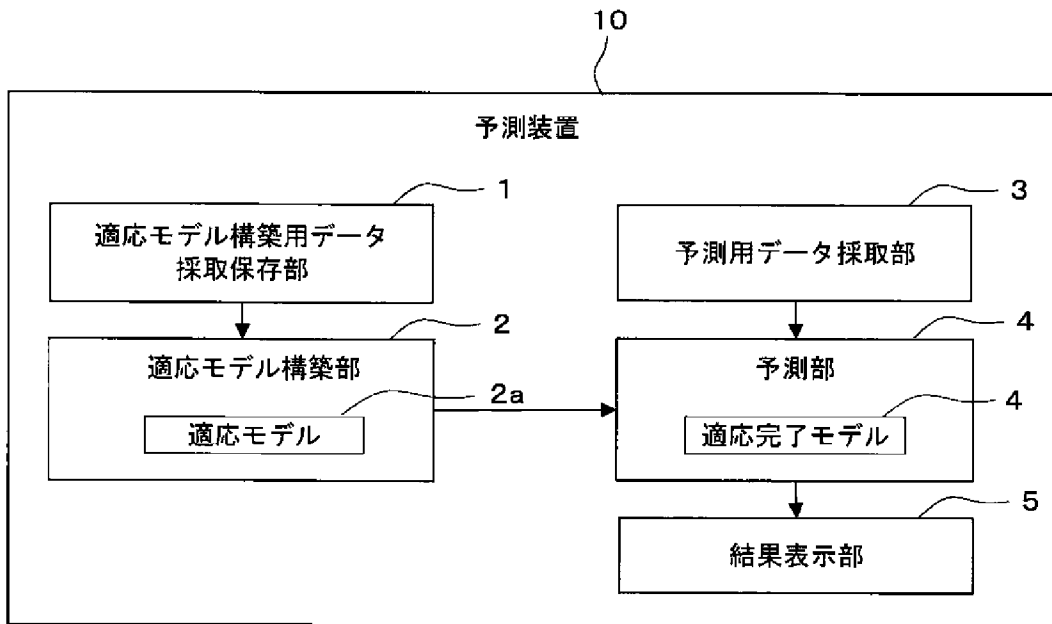
[請求項4] 前記1又は複数のコンピュータは、
前記入側サイドガイドを操作する処理では、前記予測対象の圧延材の先端と尾端のどちらの端部で絞りが発生するのか特定し、絞りが発生する方の端部の通過に合わせて前記入側サイドガイドを開くことを特徴とする請求項3に記載の絞り発生予測システム。

[請求項5] 前記1又は複数のコンピュータは、
前記入側サイドガイドを操作する処理では、前記対象圧延パスの運転室側と電動機側のどちらの側で絞りが発生するのか特定し、絞りが発生する側の前記入側サイドガイドを開くことを特徴とする請求項3又は4に記載の絞り発生予測システム。

[請求項6] 前記1又は複数のコンピュータは、
前記入側サイドガイドを操作する処理では、前記対象圧延パスの運転室側と電動機側のどちらの側で絞りが発生するのか特定できない場合、前記運転室側と前記電動機側の両側の前記入側サイドガイドを開くことを特徴とする請求項3乃至5の何れか1項に記載の絞り発生予測システム。

- [請求項7] 前記1又は複数のコンピュータは、
前記適応モデルを構築する処理では、人工知能の範疇に入る機械学習又は統計的手法により前記適応モデルを構築し、前記適応モデル構築用データが新たに一定数得られるたびに前記適応モデルを更新することを特徴とする請求項1乃至6の何れか1項に記載の絞り発生予測システム。
- [請求項8] 前記1又は複数のコンピュータは、
前記適応モデル構築用データを採取し保存する処理では、前記対象圧延パスを通過した圧延材の画像データの解析により前記対象圧延パスにおける絞りの発生の有無及び発生個所を判定することを特徴とする請求項1乃至7の何れか1項に記載の絞り発生予測システム。
- [請求項9] 前記1又は複数のコンピュータは、
前記適応モデル構築用データを採取し保存する処理では、前記対象圧延パスの入側サイドガイドにかかる荷重に基づき前記対象圧延パスにおける絞りの発生の有無及び発生個所を判定することを特徴とする請求項1乃至7の何れか1項に記載の絞り発生予測システム。
- [請求項10] 前記1又は複数のコンピュータは、
前記適応モデル構築用データを採取し保存する処理では、オペレータがHMIを介して入力した前記対象圧延パスにおける絞りの発生の有無及び発生個所を受け付けることを特徴とする請求項1乃至7の何れか1項に記載の絞り発生予測システム。

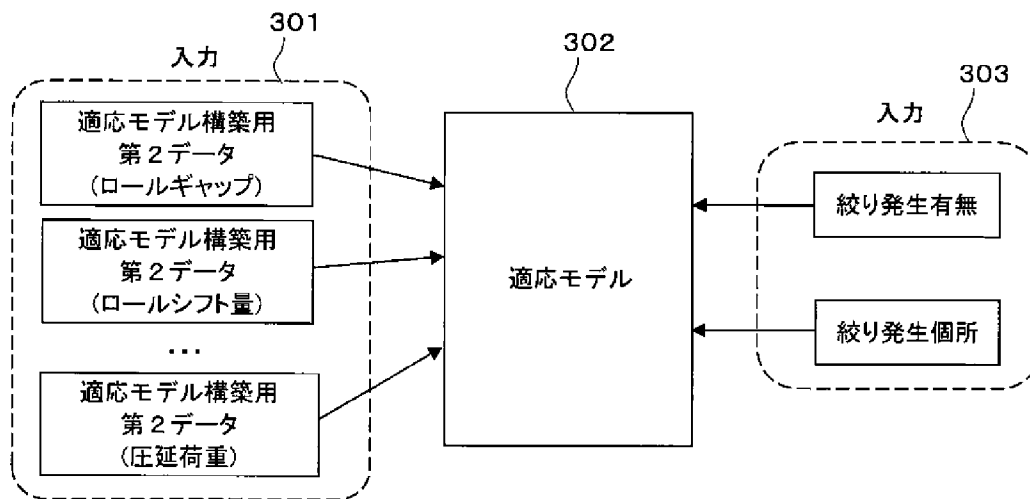
[図1]



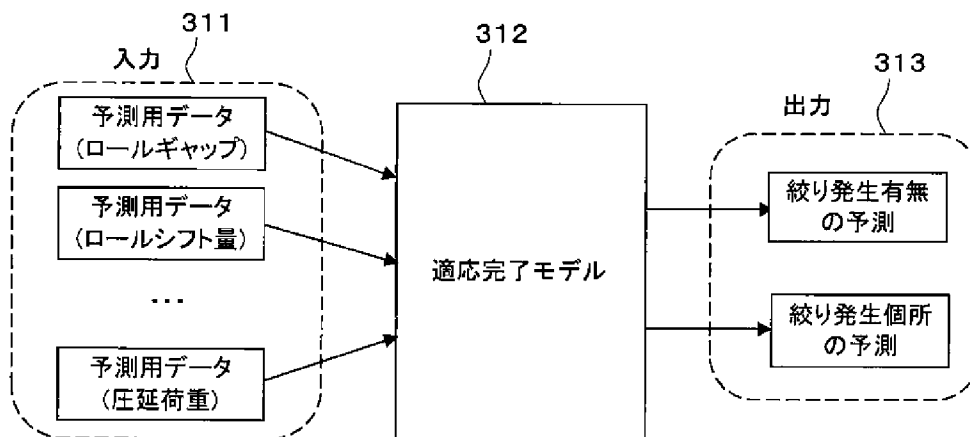
[図2]

絞り発生有無	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Tail	WS	WS	WS	WS	WS	WS	WS
	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS
Head	WS	WS	WS	WS	WS	WS	WS
	DS	DS	DS	DS	DS	DS	DS

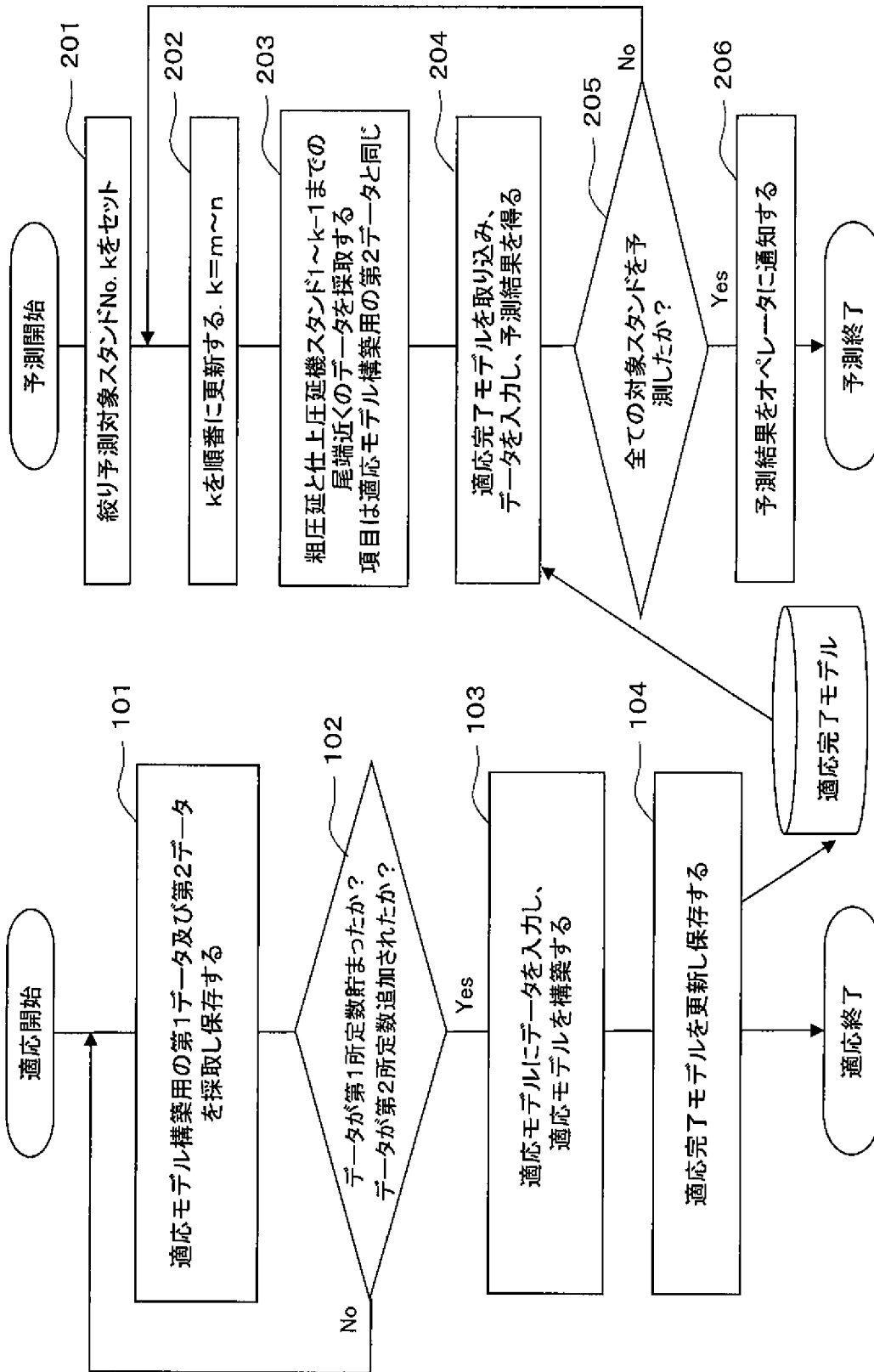
[図3]



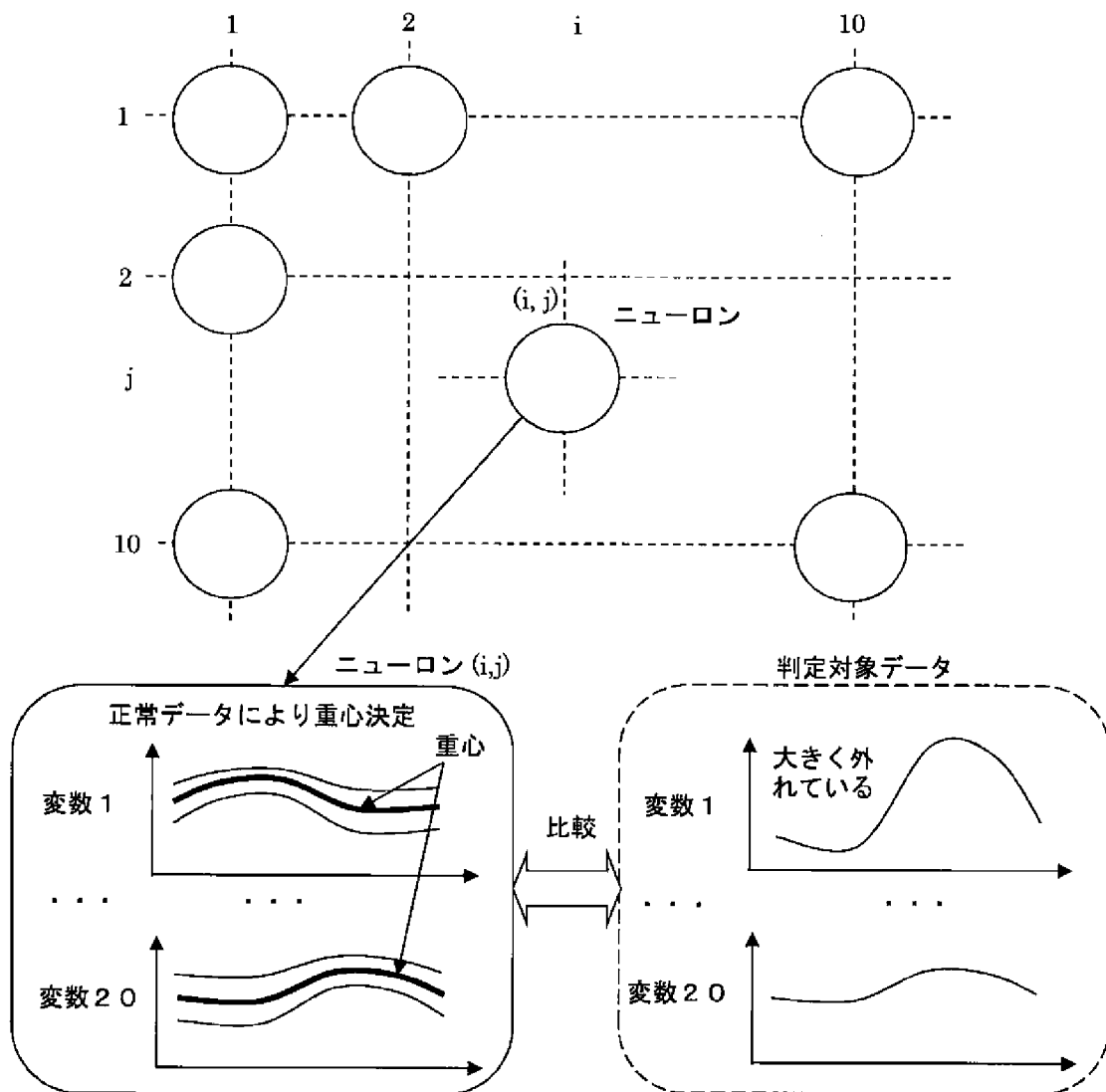
[図4]



[図5]



[図6]



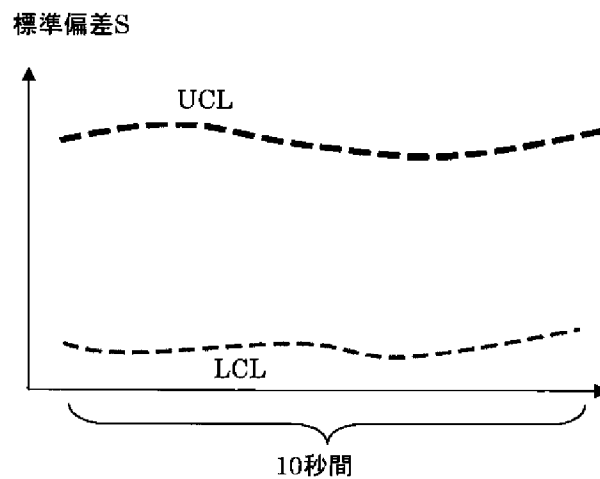
[図7]

Coil	J	J+1	J+2	J+1	J+I
	1	2	3	i	...	I-1	I
1									
2									
...									
p									
P									

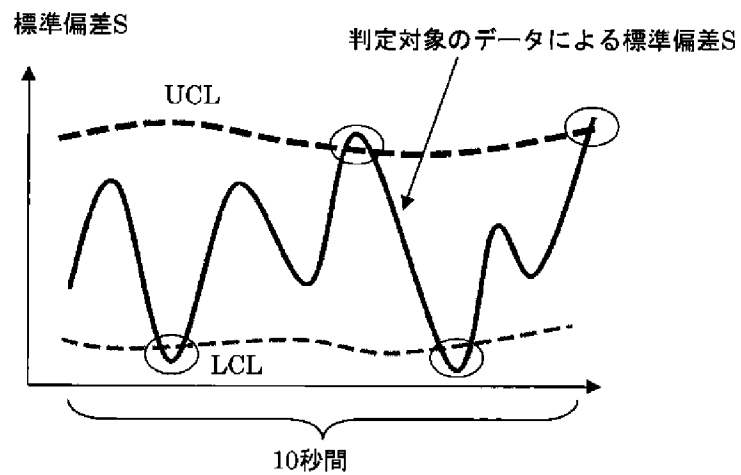
標準偏差 $S[p,1]$ =Coil pのデータ列のうち最初の1秒間(0~1秒間)のデータで計算

標準偏差 $S[p,2]$ =同様に、0.1~1.1秒間のデータで計算

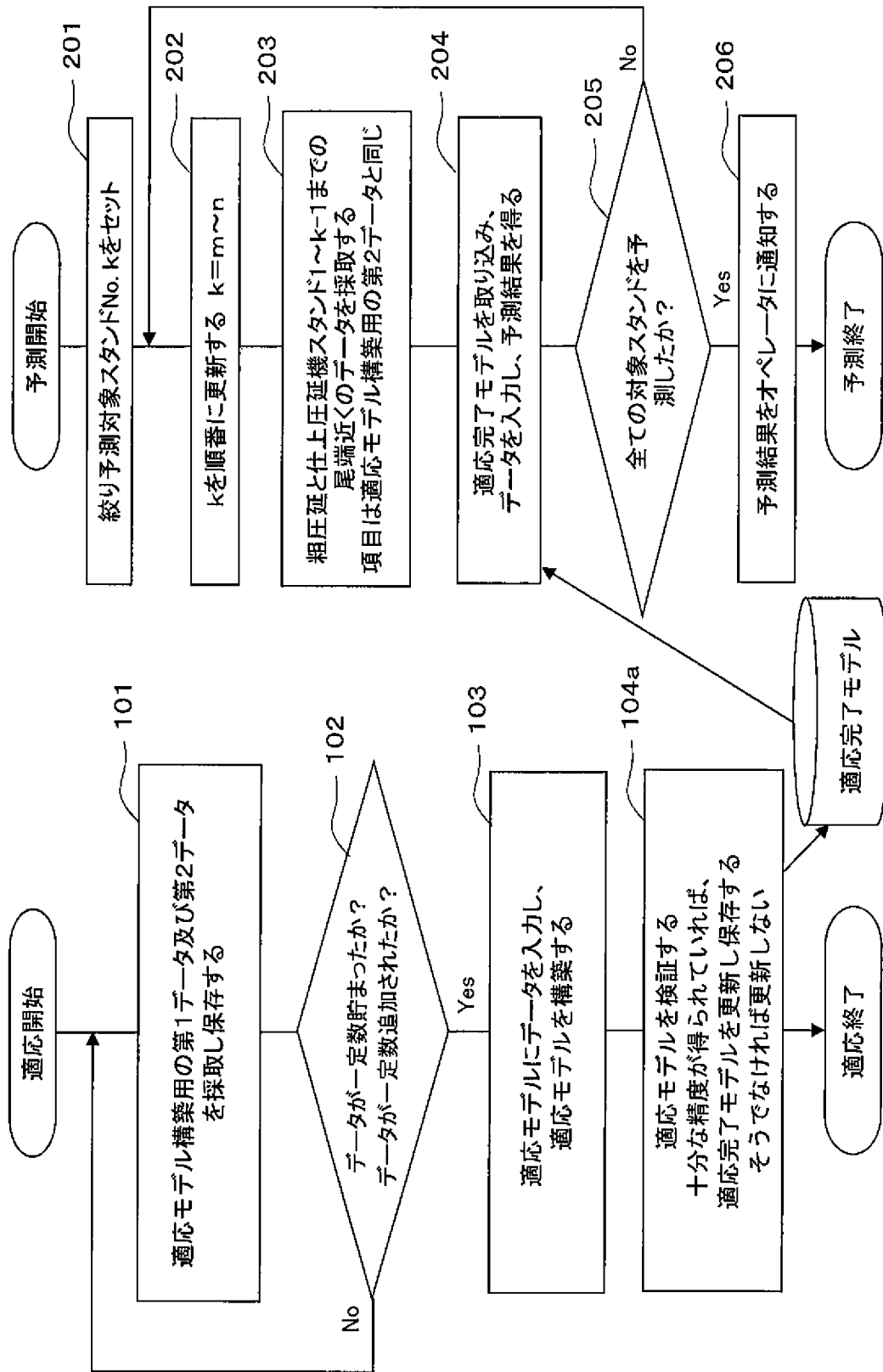
[図8]



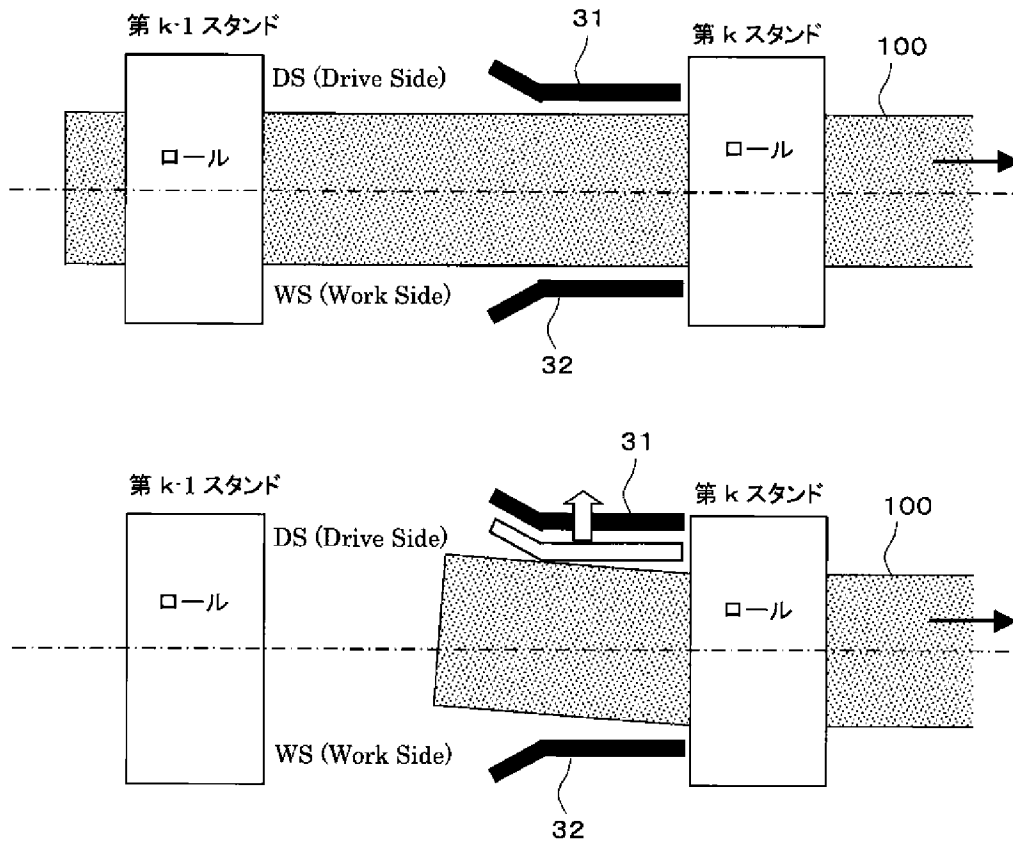
[図9]



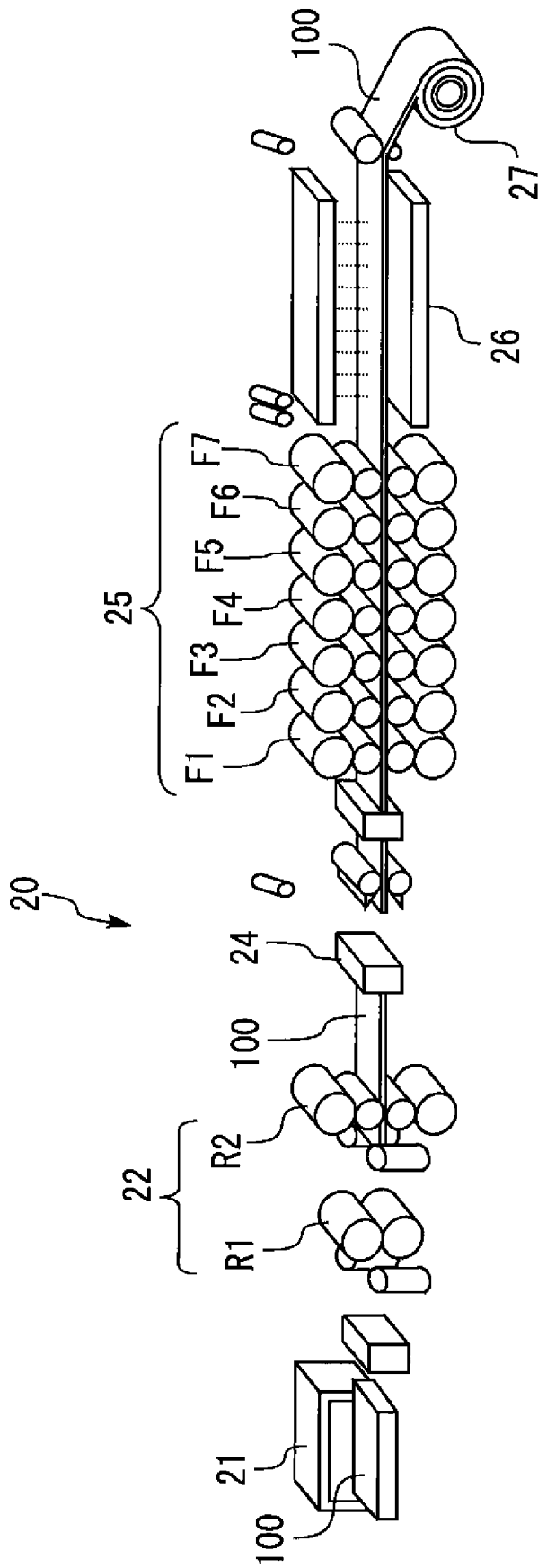
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/035971

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. B21B37/58 (2006.01) i, B21B37/68 (2006.01) i

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)

Int. Cl. B21B37/58, B21B37/68

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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	JP 1-205808 A (NIPPON STEEL CORP.) 18 August 1989 (Family: none)	1-10
A	WO 2012/086043 A1 (MITSUBISHI-HITACHI METALS MACHINERY, INC.) 28 June 2012 & US 2014/0007637 A1 & EP 2656936 A1 & CN 103269810 A & KR 10-2013-0086652 A	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C. 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	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	“&” document member of the same patent family
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 04.10.2019	Date of mailing of the international search report 15.10.2019
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B21B37/58(2006.01)i, B21B37/68(2006.01)i

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))

Int.Cl. B21B37/58, B21B37/68

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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	JP 1-205808 A (新日本製鐵株式会社) 1989.08.18, (ファミリーなし)	1-10
A	WO 2012/086043 A1 (三菱日立製鐵機械株式会社) 2012.06.28, & US 2014/0007637 A1 & EP 2656936 A1 & CN 103269810 A & KR 10-2013-0086652 A	1-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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、一般的技術水準を示すもの
- 「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矛盾するものではなく、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

04.10.2019

国際調査報告の発送日

15.10.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

坂本 薫昭

4E

9265

電話番号 03-3581-1101 内線 3425