

(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
2023年1月19日(19.01.2023)

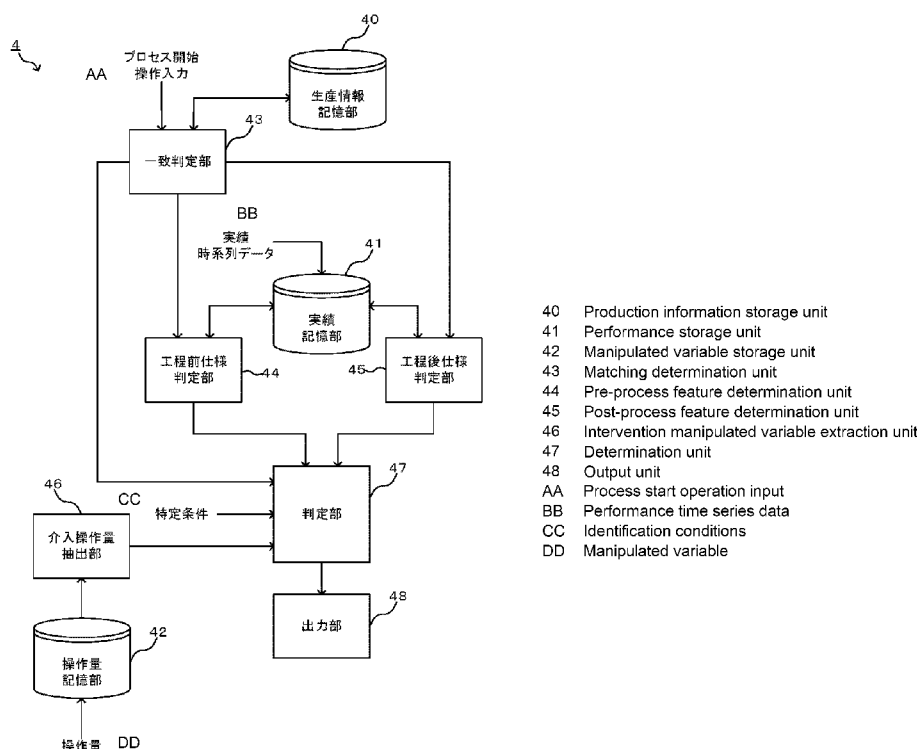


(10) 国際公開番号
WO 2023/286175 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01) *B21B 38/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/026347
- (22) 国際出願日: 2021年7月13日(13.07.2021)
- (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: 半田 智史(HANDA, Satoshi); 〒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).
- (74) 代理人: 特許業務法人高田・高橋国際特許事務所(TAKADA, TAKAHASHI & PARTNERS); 〒1040045 東京都中央区築地1丁目1番2号2号 コンワビル7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, 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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: ABNORMALITY DETECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 異常検出装置



(57) Abstract: The abnormality detection device according to one embodiment is an abnormality detection device for detecting an abnormality in a rolling system for rolling a material according to a prescribed process, the abnormality detection device comprising a pre-process feature determination unit for determining whether or not the material prior to the prescribed process satisfies a prescribed feature, a post-process feature determination unit for determining whether or not the material after the prescribed process satisfies the prescribed feature, an intervention manipulated variable extraction

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,
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, 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：

一 国際調査報告(条約第21条(3))

unit for extracting a manipulated variable of an intervention by an operator with respect to the prescribed process, a determination unit for determining that an abnormality has occurred in the prescribed process when at least the post-process feature determination unit has determined that the prescribed feature is satisfied and the manipulated variable extracted by the intervention manipulated variable extraction unit exceeds a predetermined manipulated variable, and an output unit for outputting a result determined by the determination unit.

(57) 要約：一態様にかかる異常検出装置は、素材を所定の工程により圧延する圧延システムの異常を検出する異常検出装置において、所定の工程前における素材が所定の仕様を満たしているか否かを判定する工程前仕様判定部と、所定の工程後における素材が所定の仕様を満たしているか否かを判定する工程後仕様判定部と、所定の工程に対してオペレータが介入した操作量を抽出する介入操作量抽出部と、少なくとも工程後仕様判定部が所定の仕様を満たしていると判定し、かつ、介入操作量抽出部が抽出した操作量が予め定められた操作量を超えている場合に、所定の工程に異常があったと判定する判定部と、判定部が判定した結果を出力する出力部とを有する。

明 細 書

発明の名称：異常検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、圧延システムの異常を検出する異常検出装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば、鉄鋼などを圧延する圧延プロセスには、熱間圧延ライン及び冷間圧延ラインを備え、素材（圧延材：材料）を複数のライン又は工程でそれぞれ圧延させる圧延システムなどが用いられる。

[0003] また、圧延プロセスは、設備の経時劣化などによって異常が発生し、圧延する素材の品質に影響を与えることがある。

[0004] 例えば、バルブ異常などによって圧延ロールのクーラントバランスが崩れると、圧延された素材には、曲がりなどの形状異常や、オフセンターなどの走行性異常が発生する。

[0005] また、オペレータは、操業時の素材の状態やプロセスデータを監視し、その素材を適正な品質精度に仕上げるために、予め計算機で設定された圧延条件による制御に介入し、手動で圧延条件を操作して調整している。

[0006] この場合、オペレータのスキルやノウハウにより、素材の品質精度が保たれたとしても、圧延プロセスに異常が生じていたか否かは認知されない。一般的に、操業に重大な影響を及ぼしかねない設備異常を予防するために、プロセスの異常を早期に検出することは設備産業全体の課題である。

[0007] また、一般に広く使われる統計的プロセス管理の手法では、圧延後の素材の精度や、圧延の安定性などの圧延プロセス後の結果から異常を検出し、圧延結果に異常があれば、設備異常も含む圧延プロセスに異常があったと判断される。

[0008] また、圧延プロセスの異常診断に関して、モデルベースを基本とする方法が特許文献1に開示されている。データ活用を基本とする方法は、例えば特許文献2に開示されている。

- [0009] 特許文献 1 に開示されている異常診断方法では、正常操業時に得られた製造プロセスにおける複数種類の変数の実績値を用いて、製造中の製品の状態を予測する複数の数式表現したサブモデルを作成し、シナリオ推定リストを用いて異常原因を推定する。
- [0010] ここでは、製造プロセスを構成する各設備について、製造前の素材実績関連、設備の設定関連、設備の実績関連、手動作業介入の実績関連、中間製品の状態実績関連、及び製造後の製品実績関連を数式表現したサブモデルを作成する。また、製造プロセスで発生した異常状態の原因を推定するときに用いられるルールをシナリオ推論リストとして規定しておく。
- [0011] そして、サブモデルごとに異常の有無を検出し、シナリオ推論リストを用いて製造後製品における異常の原因を推定する。
- [0012] 例えば、設備 i における製造プロセスの異常状態の主因子（上流側因子）が「設備実績」であり、設備 k における製造プロセスの異常状態の副因子（下流側因子）が「手介入実績」である場合、「設備 i において設備異常が発生し、設備異常を補うためにオペレータが設備 k を操作したがミスが発生したこと」を製造プロセスの異常状態の原因と推定する。
- [0013] しかし、この診断方法は、製造実績に異常が起こった時に、その因果関係として異常の原因となった設備、設定、手介入を探すものである。すなわち、この診断方法には、製造実績に異常があるか否かに関わらず、設備を含む圧延プロセスに異常があるか否かを検出することは含まれていない。
- [0014] また、特許文献 2 には、データ圧延設備等における設備及び製品プロセス異常状態の診断方法及び装置に対して、特に異常原因と異常状態との因果関係を明確にすることができる異常診断方法が開示されている。
- [0015] また、特許文献 2 は、線形多変量解析を行って製品プロセス異常状態を診断する方法、及びニューラルネットワークや遺伝的アルゴリズムを用いて異常原因と異常状態との因果関係を同定する方法などにおいて、外乱となる不必要な説明変数破棄方法を開示している。
- [0016] しかし、これらの診断方法も、圧延の結果として発現する異常について、

その原因を、設備異常を含む圧延プロセスの異常に求めるための診断方法である。

先行技術文献

特許文献

[0017] 特許文献1：日本特許第6662222号公報

特許文献2：日本特許第3892614号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0018] 上述したように、従来は、製品品質、圧延安定性などの圧延結果に異常が発生したときに、原因として考えられる設備などの圧延プロセス異常を発見する方法が提案されていた。しかしながら、オペレータが手動操作により制御に介入して圧延プロセス異常を補完することによって圧延結果が正常に保たれた場合、圧延プロセスの異常を検出することはできない。

[0019] 実際の製造プロセスにおいては、オペレータなどが介入して、所望の圧延結果を得られるように圧延プロセスを調整すること多い。

[0020] 本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、素材を処理する所定の工程後における素材が所定の仕様を満たしていても、所定の工程に発生した異常を検出することができる異常検出装置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

[0021] 本発明の一態様にかかる異常検出装置は、素材を所定の工程により圧延する圧延システムの異常を検出する異常検出装置において、前記所定の工程前における素材が所定の仕様を満たしているか否かを判定する工程前仕様判定部と、前記所定の工程後における素材が所定の仕様を満たしているか否かを判定する工程後仕様判定部と、前記所定の工程に対してオペレータが介入した操作量を抽出する介入操作量抽出部と、少なくとも前記工程後仕様判定部が所定の仕様を満たしていると判定し、かつ、前記介入操作量抽出部が抽出

した操作量が予め定められた操作量を超えている場合に、前記所定の工程に異常があったと判定する判定部と、前記判定部が判定した結果を出力する出力部とを有することを特徴とする。

[0022] また、本発明の一態様にかかる異常検出装置は、好適には、前記判定部が、素材の仕様、又はオペレータごとに異なる基準により異常があったか否かを判定することを特徴とする。

[0023] また、本発明の一態様にかかる異常検出装置は、好適には、前記判定部が、非統計手法を用いて異常があったか否かを判定することを特徴とする。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、素材を処理する所定の工程後における素材が所定の仕様を満たしていても、所定の工程に発生した異常を検出することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]圧延システムと、圧延システムの異常を検出する異常検出装置を備えたプロセス制御システムの構成例を示す図である。

[図2]一実施形態にかかる異常検出装置の構成例を示す図である。

[図3]一実施形態にかかる異常検出装置の動作例を示すフローチャートである。

[図4]異常検出装置が異常を検出する工程、影響する設備劣化、及びオペレータが手動で介入する操作の具体例を列挙して示す図である。

[図5]異常検出装置が異常を検出する工程、影響する設備劣化、及びオペレータが手動で介入する操作の具体例を列挙して示す図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下に、図面を用いて圧延システムの異常を検出する異常検出装置の一実施形態を説明する。図1は、圧延システムと、圧延システムの異常を検出する異常検出装置を備えたプロセス制御システム1の構成例を示す図である。

[0027] 図1に示すように、プロセス制御システム1は、例えば2つの圧延システムである熱間圧延ライン2及び冷間圧延ライン3がそれぞれ制御ネットワーク10を介して異常検出装置4に接続されることによって構成され、複数の

圧延工程によって素材（圧延材）を順次に圧延する。

- [0028] 制御ネットワーク１０は、例えばＬＡＮ（Local Area Network）などのネットワークであり、制御用ＬＡＮ及び情報系ＬＡＮを含むように構成されてもよい。
- [0029] 熱間圧延ライン２は、例えば加熱炉（ＲＦ：Reheating Furnace）２０、粗圧延機（ＲＭ：Roughing mill）２１、クロップシャー（ＣＳ：Crop Shear）２２、仕上圧延機（ＦＭ：Finishing Mills）２３、冷却装置（ＲＯＴ：Run Out Table）２４、及び巻取機（ＤＣ：Down Coiler）２５を有する。また、熱間圧延ライン２は、例えばセンサ２６－１～２６－４を備え、オペレータが第１操作盤２７を操作することにより、熱間圧延ライン２を構成する各部を第１制御装置２８が制御するように構成されている。
- [0030] 熱間圧延ライン２は、加熱炉２０が出力するスラブに対して粗圧延機２１が粗圧延を行い、クロップシャー２２がカットした圧延材を仕上圧延機２３へ送る。そして、熱間圧延ライン２は、粗圧延された圧延材を仕上圧延機２３がさらに所定の仕様まで圧延し、冷却装置２４が冷却させた後に巻取機２５が巻き取る。このように、熱間圧延ライン２は、複数の工程を含んで圧延材に所定の処理を行う。
- [0031] また、センサ２６－１は、例えば粗圧延機２１の出側に配置されており、粗圧延機２１により圧延された圧延材の圧延実績データを検出し、第１制御装置２８に対して出力する。例えば、センサ２６－１は、圧延方向（圧延材の進行方向）に異なる複数の位置それぞれにおける圧延材の長さ、厚さ、幅、及び温度などを第１制御装置２８が取得できるように、圧延工程における各実績値を検出する。
- [0032] センサ２６－２は、仕上圧延機２３の入側に配置されており、仕上圧延機２３に対して送られる圧延材の圧延実績データを検出し、第１制御装置２８に対して出力する。例えば、センサ２６－２は、圧延方向に異なる複数の位置それぞれにおける圧延材の長さ、厚さ、幅、及び温度などを第１制御装置２８が取得できるように、圧延材に対する各実績値を検出する。

- [0033] センサ 26-3 は、仕上圧延機 23 の出側に配置されており、仕上圧延機 23 により圧延された圧延材の圧延実績データを検出し、第 1 制御装置 28 に対して出力する。例えば、センサ 26-3 は、圧延方向に異なる複数の位置それぞれにおける圧延材の長さ、厚さ、幅、及び温度などを第 1 制御装置 28 が取得できるように、圧延工程における各実績値を検出する。
- [0034] センサ 26-4 は、冷却装置 24 の出側に配置されており、冷却装置 24 により冷却された圧延材の圧延実績データを検出し、第 1 制御装置 28 に対して出力する。例えば、センサ 26-4 は、圧延方向に異なる複数の位置それぞれにおける圧延材の長さ、厚さ、幅、及び温度などを第 1 制御装置 28 が取得できるように、冷却工程後の各実績値を検出する。
- [0035] そして、第 1 制御装置 28 は、センサ 26-1 ~ 26-4 が検出した各圧延実績データを、制御ネットワーク 10 を介して異常検出装置 4 へ送信する。また、熱間圧延ライン 2 は、図示しないその他のセンサが多く設けられており、センサが検出した各種のデータをそれぞれ異常検出装置 4 へ送信する。
- [0036] 冷間圧延ライン 3 は、例えばペイオフリール 30、入側シャー 31、溶接機 32、ルーパー 33、圧延機 34、出側シャー 35、テンションリール 36、複数のセンサ 37、第 2 操作盤 38、及び第 2 制御装置 39 を有する。そして、冷間圧延ライン 3 は、オペレータが第 2 操作盤 38 を操作することにより、冷間圧延ライン 3 を構成する各部を第 2 制御装置 39 が制御するように構成されている。
- [0037] 冷間圧延ライン 3 は、熱間圧延ライン 2 の巻取機 25 が巻き取った圧延材のコイルの尾端を先端として、熱間圧延ライン 2 が圧延した圧延材をさらに圧延する。
- [0038] より具体的には、ペイオフリール 30 は、巻取機 25 が巻き取ったコイルの尾端を先端として、圧延材を入側シャー 31 に向けて払い出す。入側シャー 31 及び出側シャー 35 は、圧延材の先端及び尾端を整えるために、前後のピンチロール（図示せず）により圧延材を挟んで通し、第 2 制御装置 39

の制御に応じて圧延材をカットする。

[0039] 溶接機 32 は、コイルとコイルを溶接でつなぎ、複数のコイルに対する圧延工程を連続的に行うことを可能にする機能を有する。ルーパー 33 は、圧延材を貯め込み、圧延機 34 に対して圧延材を一定供給する。

[0040] 圧延機 34 は、圧延材をさらに圧延する。テンションリール 36 は、圧延機 34 が圧延した圧延材を巻き取る。このように、冷間圧延ライン 3 は、複数の工程を含んで圧延材に所定の処理を行う。

[0041] 複数のセンサ 37 は、圧延機 34 内に設けられた複数のスタンド周辺に配置され、例えば圧延材の厚さなどを検出し、第 2 制御装置 39 に対して出力する。また、センサ 37 は、圧延方向に異なる複数の位置それぞれにおける圧延材の長さ、幅、及び温度などを第 2 制御装置 39 が取得できるように、圧延工程における各実績値を検出してもよい。

[0042] そして、第 2 制御装置 39 は、各センサ 37 などが検出した各圧延実績データを、制御ネットワーク 10 を介して異常検出装置 4 へ送信する。また、冷間圧延ライン 3 は、図示しないその他のセンサが多く設けられており、センサが検出した各種のデータをそれぞれ異常検出装置 4 へ送信する。

[0043] このように、プロセス制御システム 1 は、熱間圧延ライン 2 及び冷間圧延ライン 3 それぞれによって圧延材を圧延し、異常検出装置 4 が各圧延工程における実績時系列データなどを受信する。また、異常検出装置 4 は、オペレータが第 1 操作盤 27 及び第 2 操作盤 38 に対して行った操作を示す情報を受信する。つまり、異常検出装置 4 は、オペレータが熱間圧延ライン 2 及び冷間圧延ライン 3 に対して操作した操作量を収集する。

[0044] 次に、異常検出装置 4 の構成例について詳述する。図 2 は、一実施形態にかかる異常検出装置 4 の構成例を示す図である。異常検出装置 4 は、例えば CPU を備えたコンピュータなどであり、生産情報記憶部 40、実績記憶部 41、操作量記憶部 42、一致判定部 43、工程前仕様判定部 44、工程後仕様判定部 45、介入操作量抽出部 46、判定部 47、及び出力部 48 を有する。

- [0045] 生産情報記憶部40は、熱間圧延ライン2及び冷間圧延ライン3における圧延材の生産情報（生産条件など）を予め記憶している。生産情報は、例えば、熱間圧延ライン2及び冷間圧延ライン3に投入される素材の鋼種、製品サイズなどを含む予め設定された計算機データである。
- [0046] 実績記憶部41は、熱間圧延ライン2及び冷間圧延ライン3が送信した実績時系列データを記憶する。実績時系列データは、熱間圧延ライン2及び冷間圧延ライン3が各工程で処理した圧延材を各センサが検出した結果などである。例えば、実績時系列データは、圧延材の品質精度、圧延現象の安定度、精度以外の品質問題などに関するデータである。
- [0047] 操作量記憶部42は、オペレータが自身の判断で第1操作盤27及び第2操作盤38に対して手動で行った操作（レバー操作やゲイン調整など）を示す情報（時系列データ）を記憶する。つまり、異常検出装置4は、オペレータが熱間圧延ライン2及び冷間圧延ライン3に対して操作した各操作量を収集することが可能である。
- [0048] 一致判定部43は、オペレータが第1操作盤27又は第2操作盤38を介して入力した熱間圧延ライン2又は冷間圧延ライン3へのプロセス開始操作を示す情報を取得し、生産情報記憶部40が記憶している生産情報を読み出す。また、一致判定部43は、熱間圧延ライン2又は冷間圧延ライン3が各工程で実行するプロセスと、読み出した生産情報の一致を判定する。
- [0049] 次に、一致判定部43は、生産情報記憶部40が記憶している複数の生産条件の中から熱間圧延ライン2又は冷間圧延ライン3が各工程で実行するプロセスを特定する。そして、一致判定部43は、所定の工程前のあるべき基準仕様を工程前仕様判定部44に対して出力する。また、一致判定部43は、所定の工程後のあるべき基準仕様を工程後仕様判定部45に対して出力する。また、一致判定部43は、所定の工程においてオペレータが通常介入し得る操作量（基準操作量：例えば閾値など）を判定部47に対して出力する。
- [0050] 工程前仕様判定部44は、一致判定部43から入力された所定の工程前の

基準仕様と、実績記憶部 4 1 から読み出した所定の工程前の実績時系列データとを比較し、所定の工程前における圧延材が所定の仕様を満たしているかを判定する。つまり、工程前仕様判定部 4 4 は、所定の工程前の圧延材の精度を定量化して変化を監視している。そして、工程前仕様判定部 4 4 は、判定結果を判定部 4 7 に対して出力する。

[0051] 工程後仕様判定部 4 5 は、一致判定部 4 3 から入力された所定の工程後の基準仕様と、実績記憶部 4 1 から読み出した所定の工程後の実績時系列データとを比較し、所定の工程後における圧延材が所定の仕様を満たしているかを判定する。つまり、工程後仕様判定部 4 5 は、所定の工程後の圧延材の精度を定量化して変化を監視している。そして、工程後仕様判定部 4 5 は、判定結果を判定部 4 7 に対して出力する。

[0052] 介入操作量抽出部 4 6 は、オペレータが自身の判断で第 1 操作盤 2 7 及び第 2 操作盤 3 8 に対して手動で行った操作を示す情報（時系列データ）を操作量記憶部 4 2 から読み出して、熱間圧延ライン 2 及び冷間圧延ライン 3 における各所定の工程に対してオペレータが手動で介入した操作量を示す介入操作量それぞれを抽出し、判定部 4 7 に対して出力する。つまり、介入操作量抽出部 4 6 は、オペレータの操作量を抽出し、定量化して変化を監視している。

[0053] 判定部 4 7 は、少なくとも工程後仕様判定部 4 5 が所定の仕様を満たしていると判定し、かつ、介入操作量抽出部 4 6 が抽出した操作量（介入操作量）が予め定められた操作量（基準操作量：例えば閾値）を超えている場合に、当該所定の工程に異常があったと判定する。そして、判定部 4 7 は、判定した結果を出力部 4 8 に対して出力する。

[0054] なお、判定部 4 7 は、例えば第 1 操作盤 2 7 又は第 2 操作盤 3 8 を介して入力された圧延材の仕様、又はオペレータごとに異なる基準（例えば特定条件）により、異常があったか否かを判定してもよい。圧延材の仕様、又はオペレータごとに、介入する操作量が異なることが考えられるためである。また、判定部 4 7 は、クラスタリングなどの非統計手法を用いて異常があった

か否かを判定してもよい。

[0055] このように、判定部４７は、オペレータの操作量に基づいて、オペレータの操作が圧延材の精度維持に役立っているか否かを、オペレータの操作量と所定の工程後の圧延材精度との相関をロジックと閾値などで判定する。

[0056] 出力部４８は、判定部４７から入力された判定結果を出力する。例えば、出力部４８は、判定部４７から入力された判定結果やプロセス変化をディスプレイなどに表示することによって出力してもよいし、音や光などによって出力してもよい。

[0057] つまり、異常検出装置４は、生産条件が同一であり、プロセス後の素材精度（圧延材精度）が所定の仕様を満たしていても、当該プロセスにおけるオペレータの操作量が基準となる過去のデータなどから乖離している場合に、プロセスの異常と判定する。

[0058] 図３は、一実施形態にかかる異常検出装置４の動作例を示すフローチャートである。図３に示すように、異常検出装置４は、ステップ１００（Ｓ１００）において、一致判定部４３が、生産情報記憶部４０が記憶している複数の生産条件の中から熱間圧延ライン２又は冷間圧延ライン３が各工程で実行するプロセスを特定する。

[0059] ステップ１０２（Ｓ１０２）において、工程前仕様判定部４４は、一致判定部４３から入力された所定の工程前の基準仕様と、実績記憶部４１から読み出した所定の工程前の実績時系列データとを比較し、所定の工程前における圧延材が所定の仕様を満たしているか否かを判定する。

[0060] ステップ１０４（Ｓ１０４）において、工程後仕様判定部４５は、一致判定部４３から入力された所定の工程後の基準仕様と、実績記憶部４１から読み出した所定の工程後の実績時系列データとを比較し、所定の工程後における圧延材が所定の仕様を満たしているか否かを判定する。

[0061] ステップ１０６（Ｓ１０６）において、介入操作量抽出部４６は、オペレータが自身の判断で第１操作盤２７及び第２操作盤３８に対して手動で行った操作を示す情報（時系列データ）を操作量記憶部４２から読み出して、熱

間圧延ライン 2 及び冷間圧延ライン 3 における各所定の工程に対してオペレータが手動で介入した操作量を示す介入操作量それぞれを抽出する。

[0062] ステップ 108 (S108) において、判定部 47 は、少なくとも工程後仕様判定部 45 が所定の仕様を満たしていると判定し、かつ、介入操作量抽出部 46 が抽出した操作量（介入操作量）が予め定められた操作量（基準操作量：例えば閾値）を超えている場合に、当該所定の工程に異常があったと判定する。

[0063] ステップ 110 (S110) において、出力部 48 は、判定部 47 から入力された判定結果を出力する。

[0064] 次に、熱間圧延ライン 2 による素材の圧延時の曲がり为例にして、異常検出装置 4 の動作の具体例を説明する。

[0065] まず、一致判定部 43 は、生産情報（鋼種、製品サイズなど）を図示しない計算機からの入力データとして、素材の鋼種番号、板厚区分番号、及び板幅区分番号などを用いて当該素材に対する層別番号を決定する。このとき、すべての素材は層別番号が決定され、同一の層別番号は同一の生産条件であるとみなされる。

[0066] 工程前仕様判定部 44 は、工程前の素材の実績時系列データ（品質精度、圧延現象の不安定、精度以外の品質問題など）を入力データとして、粗圧延出側での素材の曲り量を定量化し、粗圧延出側での素材の曲り量の変化を監視する。工程前仕様判定部 44 は、監視方法として、例えば $\bar{X}-s$ 管理図による 1σ の閾値を超過したデータを異常と判定する方法を用いる。

[0067] 工程後仕様判定部 45 は、工程後の素材の実績時系列データ（品質精度、圧延現象の不安定、精度以外の品質問題など）を入力データとして、仕上圧延出側での素材の曲り量を定量化し、仕上圧延出側での素材の曲り量の変化を監視する。工程後仕様判定部 45 は、監視方法として、例えば $\bar{X}-s$ 管理図による 1σ の閾値を超過したデータを異常と判定する方法を用いる。

[0068] 介入操作量抽出部 46 は、オペレータの操作量（レバー、ゲインなど）の時系列データを入力データとして、仕上圧延工程に対するオペレータによる

ギャップレベリングの操作量を抽出・定量化し、操作量の変化を監視する。
介入操作量抽出部46は、監視方法として、例えば $\bar{X}-s$ 管理図による 2σ の閾値を超過したデータを異常と判定する方法を用いる。

[0069] 判定部47は、例えば以下のように仕上圧延又は粗圧延のプロセス変化及びプロセスにおける異常の有無を判定する。プロセス変化には、ロールに起因するギャップの左右アンバランス、圧下装置に起因するギャップの左右アンバランスなどがある。

[0070] そして、判定部47は、オペレータの操作量と工程後素材精度の相関を、ロジックと閾値を用いて判定し、当該プロセスの変化を検出する。

[0071] 例えば、判定部47は、粗出側での素材の曲り量には変化が無く正常な精度であり、仕上出側の素材の曲り量にも変化が無く正常な精度であり、かつ、オペレータの操作量が大きく変化している場合、オペレーションがプロセス変化を吸収したと判定してもよい。

[0072] また、判定部47は、粗出側での素材の曲り量には変化があり、仕上出側の素材の曲り量に変化が無く正常な精度であり、かつ、オペレータの操作量が大きく変化している場合、当該プロセスと前工程プロセスの両方、又は、いずれか一方のプロセスに変化が発生し、オペレーションがプロセス変化を吸収したと判定してもよい。

[0073] 具体的には、判定部47は、例えばオペレータの操作量が 2σ の閾値を超過しており、かつ、工程後の素材の精度が 1σ 以内であった場合、そのコイルを圧延した仕上圧延工程に対してプロセス異常の可能性があると判定する。

[0074] 判定部47が判定した結果は、出力部48が例えばディスプレイなどに表示する。

[0075] 次に、異常検出装置4が異常を検出する工程（被制御対象）と、オペレータが手動で介入する操作（介入方法）の具体例について説明する。図4、5は、異常検出装置4が異常を検出する工程（被制御対象）、影響する設備劣化、及びオペレータが手動で介入する操作（介入方法）の具体例を列挙して

示す図である。

- [0076] オペレータは、ストリップレベラーインターメッシュ＜冷延／プロセス＞において、レベラー押しつけ圧力が変化した場合、インターメッシュの量を多くする操作を行う。
- [0077] また、オペレータは、冷延鋼板の形状制御＜冷延＞において、ロールの粗度が変化した場合、形状制御オフによるベンダー／レベリングの介入操作、又は目標形状変更を手動で行う。
- [0078] また、オペレータは、テンションリール用巻き付け完了判定＜冷延／プロセス＞において、マンドレルの摩耗係数劣化（粗度落ち）があった場合、速度リード率を上げる、又は巻き付け完了タイミングを遅らせる操作を行う。
- [0079] また、オペレータは、ブライドル張力制御（テンションメータ無し）＜冷延／プロセス＞において、ブライドル／ギアのGD2変化（グリース劣化／不足による影響）があった場合、ブライドル／ギアが緩まないようにするために、張力設定を上げてモータにトルクを出させる操作を行う。
- [0080] また、オペレータは、熱延CTC制御＜熱延＞において、スプレーバルブのオン／オフスピード劣化があった場合、固定バンク設定に切替える、又は、バルブディレースピード設定を実態に合わせる操作を行う。
- [0081] また、オペレータは、入／出側コイルカー位置制御＜冷延／プロセス＞において、油圧元低下、レールの摩擦係数変化があった場合、所定の位置で停止できなくなるため、インチング操作により微調整する操作を行う。
- [0082] また、オペレータは、板厚計による板厚計測＜熱延／冷延＞において、板厚計線源低下、X線軸ズレがあった場合、目標板厚にオフセットを付加する、又は、AGC制御の板厚変動目標（通常0）にオフセットを付加する操作を行う。
- [0083] また、オペレータは、圧延機の世界速度制御＜熱延／冷延＞において、圧延機ハウジング、ロール、ギア、モータの劣化による共振周波数の変化の变化があった場合、共振速度域を避けた操業を実施する、又は、発生する鋼板のスケジュールを変更する操作を行う。

- [0084] また、オペレータは、ループカー位置制御＜冷延／プロセス＞において、ループカーハウジングの傾き、スイング機構の故障（蛇行したり、板の振動が大きくなる）があった場合、同期位置を短端側に設定してループカーが長端側に行かないように設定する操作を行う。
- [0085] また、オペレータは、ワイパーロール制御＜冷延／プロセス＞において、ワイパーロール（ゴムロール）の表面劣化があった場合、ワイパーロールの押しつけ量を大きくする操作を行う。
- [0086] また、オペレータは、プロセスラインにおける炉内の板の直進性（蛇行）において、炉の特性、又は加熱装置が劣化・変化した場合、オフセット量を付加設定して実績が所望の張力になるようにする操作を行う。
- [0087] また、オペレータは、S P M（スキnpasミル）伸び率において、スキnpasミルの剛性・圧下系統が劣化・変化して、L 2（所定のレベル2）が設定する目標荷重に到達しない場合、S P M荷重の目標値を設定変更する操作を行う。
- [0088] 以上説明したように、異常検出装置4は、少なくとも工程後仕様判定部45が所定の仕様を満たしていると判定し、かつ、介入操作量抽出部46が抽出した操作量が予め定められた操作量を超えている場合に、当該所定の工程に異常があったと判定するので、素材を処理する所定の工程後における素材が所定の仕様を満たしていても、所定の工程に発生した異常を検出することができる。
- [0089] なお、異常検出装置4が有する各機能は、それぞれ一部又は全部がP L D（Programmable Logic Device）やF P G A（Field Programmable Gate Array）等のハードウェアによって構成されてもよいし、C P U等のプロセッサが実行するプログラムとして構成されてもよい。

符号の説明

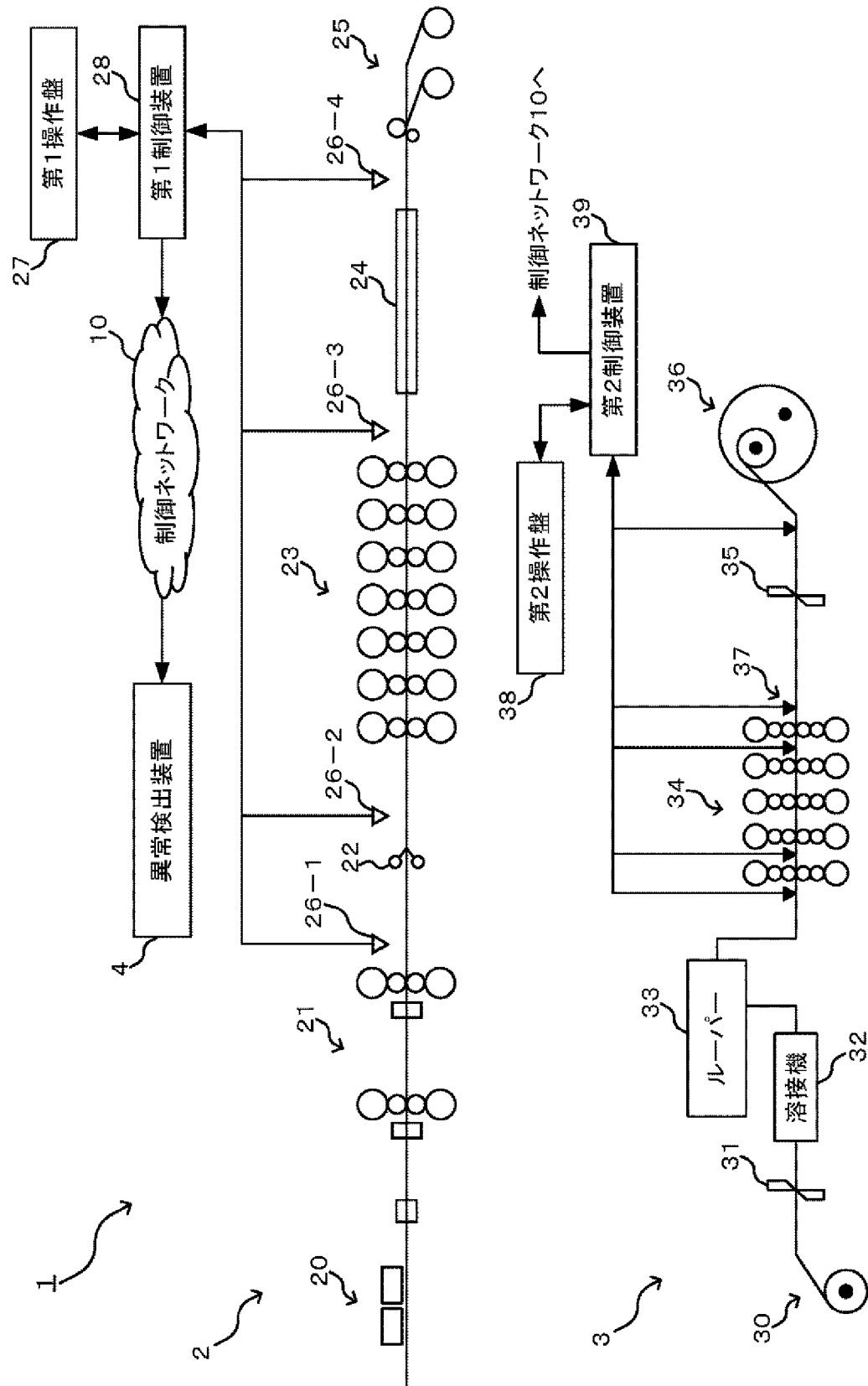
- [0090] 1・・・プロセス制御システム、2・・・熱間圧延ライン（圧延システム）、3・・・冷間圧延ライン（圧延システム）、4・・・異常検出装置、10・・・制御ネットワーク、20・・・加熱炉、21・・・粗圧延機、22

・・・クロップシャー、23・・・仕上圧延機、24・・・冷却装置、25
・・・巻取機、26-1～26-4・・・センサ、27・・・第1操作盤、
28・・・第1制御装置、30・・・ペイオフリール、31・・・入側シャ
ー、32・・・溶接機、33・・・ルーパー、34・・・圧延機、35・・・
出側シャー、36・・・テンションリール、37・・・センサ、38・・・
第2操作盤、39・・・第2制御装置、40・・・生産情報記憶部、41
・・・実績記憶部、42・・・操作量記憶部、43・・・一致判定部、44
・・・工程前仕様判定部、45・・・工程後仕様判定部、46・・・介入操
作量抽出部、47・・・判定部、48・・・出力部

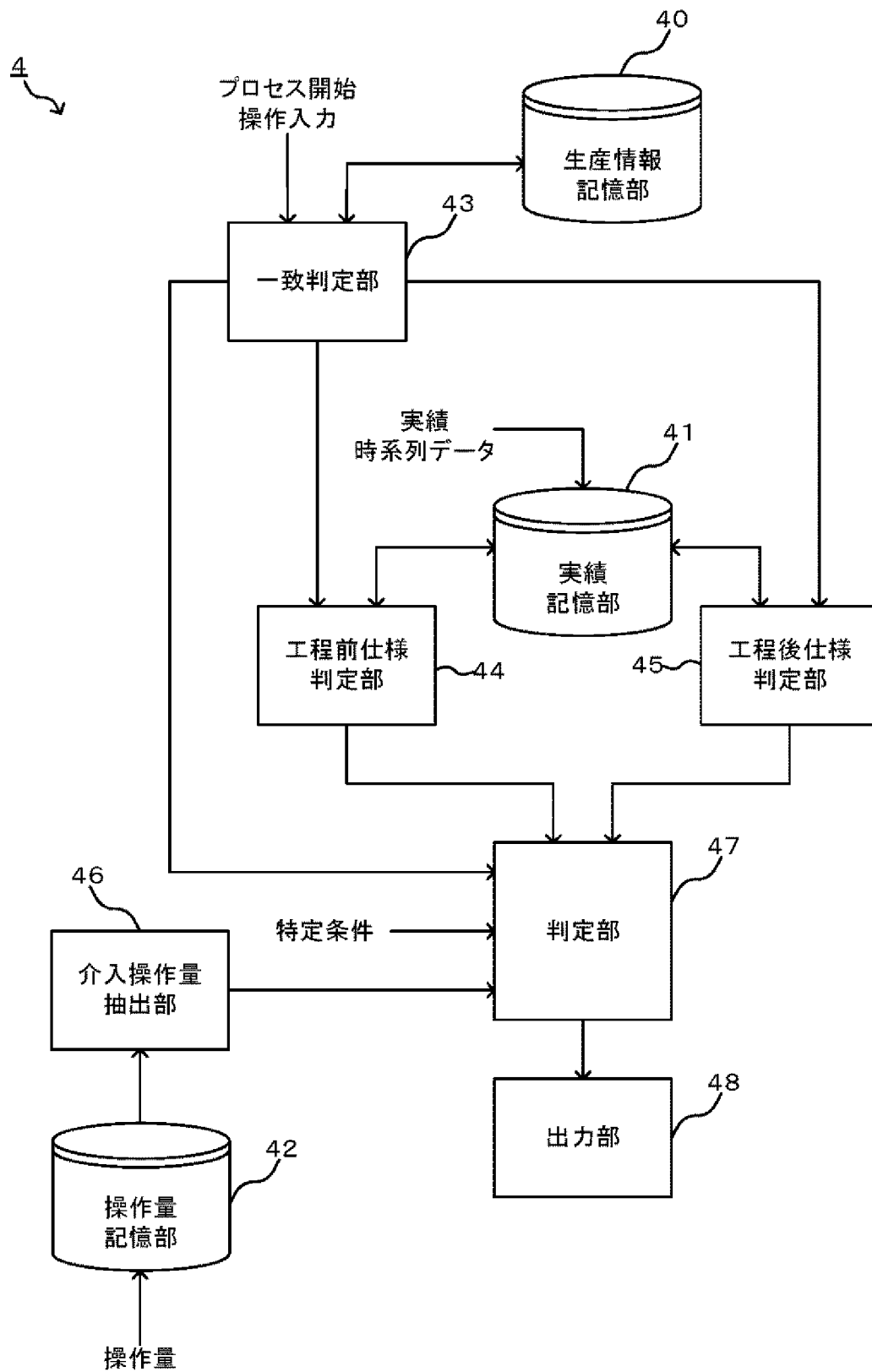
請求の範囲

- [請求項1] 素材を所定の工程により圧延する圧延システムの異常を検出する異常検出装置において、
- 前記所定の工程前における素材が所定の仕様を満たしているか否かを判定する工程前仕様判定部と、
- 前記所定の工程後における素材が所定の仕様を満たしているか否かを判定する工程後仕様判定部と、
- 前記所定の工程に対してオペレータが介入した操作量を抽出する介入操作量抽出部と、
- 少なくとも前記工程後仕様判定部が所定の仕様を満たしていると判定し、かつ、前記介入操作量抽出部が抽出した操作量が予め定められた操作量を超えている場合に、前記所定の工程に異常があったと判定する判定部と、
- 前記判定部が判定した結果を出力する出力部と
- を有することを特徴とする異常検出装置。
- [請求項2] 前記判定部は、
- 素材の仕様、又はオペレータごとに異なる基準により異常があったか否かを判定すること
- を特徴とする請求項 1 に記載の異常検出装置。
- [請求項3] 前記判定部は、
- 非統計手法を用いて異常があったか否かを判定すること
- を特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の異常検出装置。

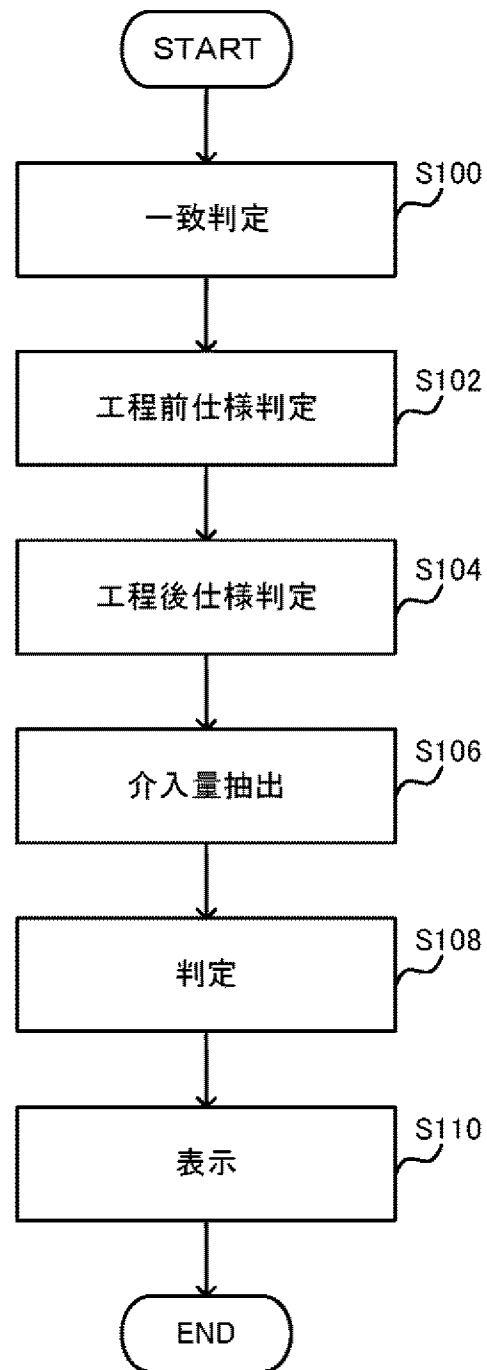
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

No	被制御対象	影響する設備劣化	介入方法
1	ストリップレベラーインターメッシュ ＜冷延／プロセス＞	レベラー押しつけ圧力が変化した	インターメッシュの量を多くする
2	冷延鋼板の形状制御 ＜冷延＞	ロールの粗度	形状制御オフによるベンダー／レベリング の介入操作、又は目標形状変更
3	テンションリール用巻き付け完了判定 ＜冷延／プロセス＞	マンドレルの摩擦係数劣化 (粗度落ち)	速度リード率を上げる、 巻き付け完了タイミングを遅らせる
4	ブライドル張力制御 (テンションメータ無し) ＜冷延／プロセス＞	ブライドル／ギアのGD2変化 (グリース劣化／不足による影響)	緩まないようにするために、張力設定を上 げてモータにトルクを出させる
5	熱延CTC制御 ＜熱延＞	スプレーバルブのオン／オフスピード劣化	固定バンク設定に切替える 又は、バルブデイレーススピード設定を 実態に合わせる
6	入／出側コイルカー位置制御 ＜冷延／プロセス＞	油圧元低下、レールの摩擦係数変化	所定の位置で停止できなくなるため、 インチャージ操作により微調整する

[図5]

No	被制御対象	影響する設備劣化	介入方法
7	板厚計による板厚計測 ＜熱延／冷延＞	板厚計線源低下、X線軸ズレ	目標板厚にオフセットを付加する、 又は、AGC制御の板厚変動目標（通常0） にオフセットを付加する
8	圧延機の手度制御 ＜熱延／冷延＞	圧延機ハウジング、ロール、ギア、モータの 劣化による共振周波数の変化	共振速度域を避けた操作を実施する、 又は、発生する鋼板のスケジュールを変更
9	ループカー位置制御 ＜冷延／プロセス＞	ループカーハウジングの傾き、 スイング機構の故障 （蛇行したり、板の振動が大きくなる）	同期位置を短端側に設定してループカーが 長端側に行かないように設定する
10	ワイパーロール制御 ＜冷延／プロセス＞	ワイパーロール（ゴムロール）の表面劣化	ワイパーロールの押しつけ量を大きくする
11	プロセスラインにおける 炉内の板の直進性（蛇行）	炉の特性、又は加熱装置が劣化・変化した	オフセット量を付加設定して実績が所望の 張力になるようにする
12	SPM伸び率	スキンプラスミルの剛性・圧下系統が 劣化・変化して、 L2が設定する目標荷重に到達しない	SPM荷重の目標値を設定変更

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/026347

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B 23/02(2006.01)i; B21B 38/00(2006.01)i
FI: B21B38/00 G; G05B23/02 302Z

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)

G05B23/02; B21B38/00

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2004-167604 A (POSCO CORP LTD) 17 June 2004 (2004-06-17) entire text	1-3
A	JP 2019-181483 A (JFE STEEL CORP) 24 October 2019 (2019-10-24) entire text	1-3
A	JP 11-347614 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 21 December 1999 (1999-12-21) entire text	1-3

☐ 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
“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
25 August 2021 (25.08.2021)

Date of mailing of the international search report
07 September 2021 (07.09.2021)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
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/JP2021/026347

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2004-167604 A	17 Jun. 2004	US 2004/0153196 A1 all documents KR 10-2004-0050457 A KR 10-2004-0050020 A KR 10-2004-0050019 A KR 10-2004-0050018 A KR 10-2004-0050017 A KR 10-2004-0043912 A CN 1502424 A	
JP 2019-181483 A	24 Oct. 2019	(Family: none)	
JP 11-347614 A	21 Dec. 1999	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 23/02(2006.01)i; B21B 38/00(2006.01)i FI: B21B38/00 G; G05B23/02 302Z		
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）） G05B23/02; B21B38/00		
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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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 2004-167604 A（ポスココーポレーションリミテッド）17.06.2004（2004-06-17） 全文	1-3
A	JP 2019-181483 A（JFEスチール株式会社）24.10.2019（2019-10-24） 全文	1-3
A	JP 11-347614 A（三菱電機株式会社）21.12.1999（1999-12-21） 全文	1-3
☐ 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、一般的な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 25.08.2021		国際調査報告の発送日 07.09.2021
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） 岡田 隆介 4E 3442 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/JP2021/026347

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2004-167604	A	17.06.2004	US 2004/0153196 A1 all documents KR 10-2004-0050457 A KR 10-2004-0050020 A KR 10-2004-0050019 A KR 10-2004-0050018 A KR 10-2004-0050017 A KR 10-2004-0043912 A CN 1502424 A	
JP	2019-181483	A	24.10.2019	(ファミリーなし)	
JP	11-347614	A	21.12.1999	(ファミリーなし)	