

(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
2015年2月5日(05.02.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/015643 A1

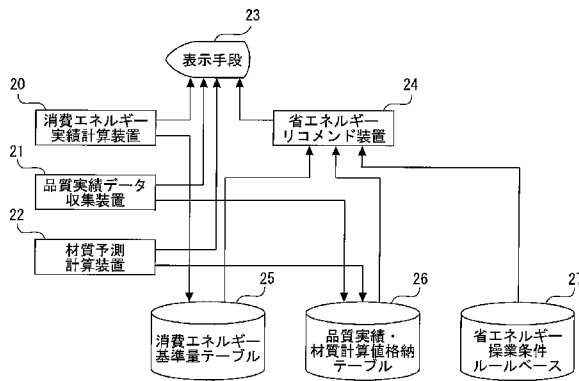
- (51) 国際特許分類:
B21B 37/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/071030
- (22) 国際出願日: 2013年8月2日(02.08.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 東芝三菱電機産業システム株式会社 (TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京都中央区京橋三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 下田 直樹(SHIMODA, Naoki); 〒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). 小原 一浩(OHARA, Kazuhiro); 〒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).
- (74) 代理人: 高田 守, 外(TAKADA, Mamoru et al.); 〒1600007 東京都新宿区荒木町20番地 インテック88ビル5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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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))

(54) Title: ENERGY-SAVING-OPERATION RECOMMENDING SYSTEM

(54) 発明の名称: 省エネルギー操業リコメンドシステム



- 20 Energy consumption performance arithmetic device
- 21 Quality performance data collection device
- 22 Material prediction arithmetic device
- 23 Display means
- 24 Energy-saving recommending device
- 25 Energy consumption reference value table
- 26 Quality performance/material arithmetic value storage table
- 27 Energy-saving operation criteria rule base

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an energy-saving-operation recommending system that can calculate the energy consumption predicted to be consumed by the entire body of a rolling line, with high accuracy and with respect to a material to be rolled that is scheduled to be rolled next. The total energy consumption consumed by plurality of equipment during a step in which one material to be rolled is passed through the rolling line is calculated. The total energy consumption is divided by the width and the length of the material to be rolled prior to rolling, and energy consumption reference values, which define the energy consumption per width unit and length unit of the material to be rolled, are calculated. The energy consumption reference values are associated with the steel grade of the material to be rolled and the target post-rolling plate thickness, and stored. An energy consumption reference value that corresponds to the steel grade and target post-rolling plate thickness of the material to be rolled, which is scheduled to be rolled next on the rolling line, is acquired. The width and the length of the material to be rolled that is scheduled for rolling is multiplied by the energy consumption reference value, and an energy consumption prediction is calculated.

(57) 要約:

[続葉有]



この発明は、次に圧延される予定の被圧延材に対して、圧延ライン全体が消費すると予測される消費エネルギーを精度高く算出することができる省エネルギー操業リコmendシステムを提供することを目的とする。1つの被圧延材が圧延ラインを通過する過程で複数の設備が消費した総消費エネルギーを算出し、総消費エネルギーを圧延前の被圧延材の幅と長さで除算して、被圧延材の単位幅、単位長あたりの消費エネルギーを定めた消費エネルギー基準量を算出する。消費エネルギー基準量を、被圧延材の鋼種および圧延後目標板厚に関連付けて記憶する。圧延ラインにおいて次に圧延が予定されている圧延予定被圧延材について、その鋼種と圧延後目標板厚とに対応する消費エネルギー基準量を取得する。消費エネルギー基準量に、圧延予定被圧延材の幅と長さを乗算して、予測消費エネルギーを算出する。

明 細 書

発明の名称：省エネルギー操業リコメンドシステム

技術分野

[0001] この発明は、圧延ラインの省エネルギー操業リコメンドシステムに関する。

背景技術

[0002] 典型的な熱間圧延ラインの設備構成について説明する。熱間圧延ラインでは、スラブ加熱炉で所要の温度まで加熱された高温の鋼板スラブが、圧延ライン上を搬送されて、順次圧延され、最後にコイラーで巻き取られ製品コイルとなる。

[0003] スラブから製品コイルに至るまで、加熱、圧延、冷却などのさまざまな加工温度処理プロセスが圧延ライン上で施される。加熱プロセスではスラブ再加熱炉やバーヒータ、エッジヒータなどの設備がある。圧延プロセスではエッジミル、粗ミル、仕上ミルなどの圧延機設備がある。冷却プロセスではスケールブレーカ、デスクーラ、ラミナー冷却などの注水設備がある。またその他、被圧延材の搬送に関わるテーブルローラ、コイルボックス、クロップシャー、ダウンコイラーなどの機械設備がある。

[0004] これらの設備では主に電力と燃料を用いており、エネルギーを消費している。圧延機、ダウンコイラー、テーブルローラ、クロップシャーなどはモータで駆動されており、これらのモータで電力エネルギーを消費している。また、スケールブレーカ、デスクーラ、ラミナー冷却などの注水設備では、ポンプによって高圧水や多量の水を供給しており、ポンプを駆動するモータで電力エネルギーを消費している。これらのように圧延ラインには様々な設備でエネルギーを消費しており、各設備の操業条件によって必要な消費エネルギーは変化する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本特開2011-162804号公報

特許文献2：日本特公昭63-23846号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 従来の省エネルギーは、主に設備単位や一部の機能を対象としたものが多かった。しかし、一部の設備や機能に対しては省エネルギーになっても、圧延ライン全体が省エネルギーになるとは限らない。例えば、粗ミルの省エネルギーの一方法として、粗ミルと仕上ミルの間のトランスファーバーの目標板厚を上げて、スラブ厚からトランスファーバー厚までの粗ミルの圧下量を減少させることが考えられる。これにより、粗ミルの圧延トルクを下げ、粗ミルを駆動するモータの消費エネルギーを低減させることができる。しかしながら、トランスファーバー厚は増加する。そのため、粗ミル下流の仕上ミルでは、トランスファーバー厚から最終製品の目標板厚までの圧下量が増加することになる。よって、仕上ミルの圧延トルクは増加し、仕上ミルを駆動するモータの消費エネルギーは増加する。粗ミル単体では省エネルギーにはなるが、仕上ミルも合わせた圧延ライン全体の消費エネルギーは、各設備の消費エネルギー増減の総和によって決まるので必ずしも省エネルギーになるとは限らない。

[0007] また、被圧延材の鋼種、サイズの変化により圧延スケジュールが変化し、それによって圧延機の消費エネルギーが変化する。その他、所要の製品材質を得るためにラミナー注水設備の冷却条件が変化したり、材料の表面品質を確保するためにデスクーラの噴射パターンを変更したりすることによって、注水量が変化する。それによりポンプの運転状況が変化して駆動モータの消費エネルギーが変化する。このように、被圧延材の鋼種、サイズ、所要の製品材質、製品品質によっても各設備の消費エネルギーが変化し、圧延ライン全体の消費エネルギーも変化する。各設備の消費エネルギーの増減の総和によって圧延ライン全体の消費エネルギーの省エネルギー量が決まるので、被圧延材の鋼種、サイズ、所要の製品材質、製品品質などが変化しても、圧延

ライン上の各設備の消費エネルギーが精度良く予測できることが重要になる。

- [0008] 従来から、熱間圧延ラインにおける省エネルギーでは、最上流の加熱炉に対して操作することで燃焼エネルギーを最小化しようとしたり、圧延ラインの操業条件を制御することでトータルコストを最小化しようとしたりする提案がなされてきた。
- [0009] 例えば、日本特開2011-162804では、連続式加熱炉において、熱容量が大きく多量の加熱エネルギーが必要となる加熱炉でエネルギーの効率が最大限になるよう、熱バランス方程式から予測精度の高い燃料流量を算出する方法が提案されている。
- [0010] また、日本特公昭63-23846では、熱間連続圧延において、抽出温度、抽出ピッチ、圧延速度を最適値に設定することにより、スラブから製品に至るまでのトータルコストを最小化する制御方法が提案されている。
- [0011] 加熱炉における省エネルギーは、加熱炉で使用する燃料を如何に少なくして加熱効率を上げるかに焦点をあてて検討すればよい。しかし、圧延ライン全体における省エネルギーの検討は容易ではない。圧延ラインにはエネルギーを消費する設備の種類がいろいろあり、各設備のエネルギー効率によって省エネルギーの度合いが異なるので、圧延ライン全体での消費エネルギーの増減は複雑である。
- [0012] また、圧延ラインの操業条件を変更して省エネルギーを図れたとしても、操業条件の変更によって、板厚、板幅、クラウン、平坦度などの製品品質が所要値を下回ったり、降伏応力や引張強度などの製品材質の機械的性質が所要値を下回ったりすれば不良品となる。所要の製品品質と製品材質を満たしつつ、かつ省エネルギーも図れるような、圧延ラインの操業条件を示すことが重要となる。
- [0013] この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、次に圧延される予定の被圧延材に対して圧延ライン全体が消費する消費エネルギーを精度高く予測することができ、これに基づいて操業条件を改善可能な省エ

エネルギー操業リコメンド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

[0014] この発明は、上記の目的を達成するため、複数の設備により被圧延材を圧延する圧延ラインにおける省エネルギー操業リコメンドシステムであって、

1つの被圧延材が前記圧延ラインを通過する過程で前記複数の設備が消費した総消費エネルギーを算出し、前記総消費エネルギーを圧延前の被圧延材の幅と長さで除算して、被圧延材の単位幅、単位長あたりの消費エネルギーを定めた消費エネルギー基準量を算出する消費エネルギー実績計算装置と、

前記消費エネルギー実績計算手段により算出された消費エネルギー基準量を、被圧延材の鋼種および圧延後目標板厚に関連付けて記憶する消費エネルギー基準量記憶手段と、

前記圧延ラインにおいて次に圧延が予定されている圧延予定被圧延材について、その鋼種と圧延後目標板厚とに対応する消費エネルギー基準量を、前記消費エネルギー基準量記憶手段から取得する消費エネルギー基準量取得手段と、

前記消費エネルギー基準量取得手段により取得された消費エネルギー基準量に、前記圧延予定被圧延材の幅と長さを乗算して、前記圧延予定被圧延材が前記圧延ラインを通過する過程で前記複数の設備が消費すると予測される予測消費エネルギーを算出する消費エネルギー予測計算手段と、を備えることを特徴とする。

[0015] また、この発明は、圧延後の被圧延材の製品品質や、製品材質の機械的性質を許容範囲内に維持しつつ、前記消費エネルギー予測計算手段により算出された予測消費エネルギーよりも消費エネルギーを低減可能な操業条件を、オペレータにリコメンドする省エネルギー操業条件リコメンド手段、を更に備えることを特徴とする。

[0016] 好ましくは、前記複数の設備は、複数の圧延スタンドを備える仕上ミルと、前記仕上ミルの下流に設けられたコイラーとを含み、前記省エネルギー操業条件リコメンド手段は、

前記仕上ミルの下流から前記コイラーの上流までの間における被圧延材の平坦度を検出する平坦度検出手段と、

平坦度のばらつきを表す指標が製品品質上限値以上である場合に、前記複数の圧延スタンドについて、前段スタンドの圧延荷重配分比を上げ、後段スタンドの圧延荷重配分比を下げる操作条件をリコメンドする第1リコメンド手段と、を含むことを特徴とする。

[0017] 好ましくは、圧延後の被圧延材の降伏応力および引張強度に関する機械的性質値を算出する材質予測計算装置を備え、

前記複数の設備は、複数の圧延スタンドを備える仕上ミルを含み、

前記省エネルギー操作条件リコメンド手段は、前記機械的性質値が、機械的性質下限値よりも高く設定された許容値以上である場合に、仕上ミル出側目標温度を上げる操作条件をリコメンドする第2リコメンド手段、を含むこと、を特徴とする。

[0018] 好ましくは、圧延後の被圧延材の降伏応力および引張強度に関する機械的性質値を算出する材質予測計算装置を備え、

前記複数の設備は、粗ミルと、前記粗ミルの下流に設けられた仕上ミルとを含み、

前記省エネルギー操作条件リコメンド手段は、前記機械的性質値が、機械的性質下限値よりも高く設定された許容値以上である場合に、前記粗ミルと前記仕上ミルとの間における被圧延材の目標板厚を減少させる操作条件をリコメンドする第3リコメンド手段と、を含むこと、を特徴とする。

[0019] 好ましくは、前記複数の設備は、複数の圧延スタンドを備える仕上ミルを含み、

前記省エネルギー操作条件リコメンド手段は、

前記仕上ミルの下流における被圧延材のクラウン値を検出するクラウン値検出手段と、

前記クラウン値が、製品品質上限値よりも低く設定された許容値以下である場合に、前記複数の圧延スタンドについて、前段スタンドの圧延荷重配分

比を上げ、後段スタンドの圧延荷重配分比を下げる操作条件をリコメンドする第4リコメンド手段と、を含むことを特徴とする。

発明の効果

[0020] この発明によれば、次に圧延される予定の被圧延材に対して圧延ライン全体が消費する消費エネルギーを精度高く予測することができる。また、この発明によれば、製品品質や製品材質を確保しつつ、圧延ライン全体の消費エネルギーを低減できる操作条件をオペレータにリコメンドすることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の実施の形態1における省エネルギー操作リコメンドシステムが適用される圧延ラインの設備概略図である。

[図2]本発明の実施の形態1における省エネルギー操作リコメンドシステムの概念構成図である。

[図3]本発明の実施の形態1における表示手段の画面構成例を示す模式図である。

[図4]本発明の実施の形態1における省エネルギー操作条件のルールベースの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。尚、各図において共通する要素には、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

本明細書において「製品品質」とは、板厚、板幅、クラウン、平坦度など、圧延ライン上に設置された各種センサにより検出可能なものを意味する。

「製品材質」とは、降伏応力や引張強度など圧延ライン上に設置された各種センサでは検出できないものを意味する。なお、降伏応力や引張強度は、製品コイルからサンプルを切り出し実験することで測定可能である。

[0023] 実施の形態1.

[圧延ライン]

図1は、本発明の実施の形態1における省エネルギー操業リコメンドシステムが適用される圧延ラインの設備概略図である。図1は、鉄鋼プラントの熱間圧延ラインを示している。

[0024] 図1に示す熱間圧延ラインの上流には、1 或いは複数のスラブ加熱炉1が設けられている。スラブ加熱炉1から圧延ライン上にスラブが抽出される。スラブは、被圧延材（以下、単に「材」ともいう）である。スラブ加熱炉1から抽出されたスラブは、搬送テーブルによって搬送される。搬送テーブルは、例えば、多数のローラを備える。各ローラはモータに接続されており、モータの回転方向および回転速度が適切に制御されることにより、ローラ上に載せられた被圧延材が所定の方向に所定の速度で移動する。

[0025] スラブ加熱炉1の下流には、高圧デスクーリング装置2が設けられている。高圧デスクーリング装置2の下流には、エッジミル3が設けられている。エッジミル3の下流には、粗ミル4が設けられている。スラブ加熱炉1から抽出されたスラブは、粗ミル4によって粗圧延が行われる。スラブは、粗ミル4を数回程度通過する。スラブが粗ミル4を通過する回数をパス数と称する。粗圧延後の被圧延材をトランスファーバーと称する。

[0026] 粗ミル4の出側には、被圧延材の温度を検出するための粗ミル出側センサ5が設けられている。粗ミル出側センサ5の下流には、被圧延材の温度を検出するための仕上ミル入側センサ6が設けられている。仕上ミル入側センサ6の下流には、クロップシャー7が設けられている。クロップシャー7の下流には、仕上ミル入側デスクーリング装置8が設けられている。仕上ミル入側デスクーリング装置8の下流には、仕上ミル9が設けられている。仕上ミル9は、複数の圧延スタンドを備えている。トランスファーバーは、下流方向に搬送されながら各圧延スタンドにより仕上げ圧延される。仕上げ圧延後にダウンコイラー13に巻き取られる被圧延材を製品と称する。

[0027] 仕上ミル9の下流には、被圧延材の温度、板厚、板幅、クラウン、平坦度を検出するための仕上ミル出側センサ10が設けられている。仕上ミル出側センサ10の下流には、ランアウトラミナースプレー冷却装置11が設けら

れている。

[0028] ランアウトラミナースプレー冷却装置 11 の下流には、被圧延材の温度を検出するためのコイラー入側センサ 12 が設けられている。コイラー入側センサ 12 の下流には 1 或いは複数のダウンコイラー 13 が設けられている。被圧延材はダウンコイラー 13 に巻き取られる。

[0029] なお、高圧デスクーリング装置 2 と粗ミル 4 には、冷却水を汲み上げるための粗ポンプ 14 が接続されている。仕上ミル入側デスクーリング装置 8 と仕上ミル 9 には、冷却水を汲み上げるための仕上ポンプ 15 が接続されている。ランアウトラミナースプレー冷却装置 11 には、冷却水を汲み上げるためのランアウトテーブルポンプ 16 が接続されている。被圧延材は、粗ポンプ 14、仕上ポンプ 15、ランアウトテーブルポンプ 16 により組み上げられた冷却水によって水冷され、温度調整される。

[0030] 上述した搬送テーブル、エッジミル 3、粗ミル 4、クランプシャー 7、仕上ミル 9、ダウンコイラー 13、粗ポンプ 14、仕上ポンプ 15、ランアウトテーブルポンプ 16 は、それぞれ駆動用のモータを備える。省エネルギー操業リコメンドシステムは、各モータにより消費された電流・電圧などの消費エネルギーの実績値を検出する消費エネルギー検出装置を備えている。また、圧延ライン上の各所には、被圧延材の位置を検出する位置センサ（図示省略）が設けられている。被圧延材の位置と各モータの消費エネルギーの実績値とに基づいて、任意の被圧延材について各設備が消費した消費エネルギーを算出することが可能である。

[0031] 圧延ラインにおける各設備の動作は、プロセス計算機（図示省略）の計算結果に基づいて、適切に制御される。例えば、設定された目標トランスファー厚に応じて、粗ミル 4 の圧延荷重、トルクが決定されモータが駆動する。設定された製品目標板厚に応じて、仕上ミル 9 の各圧延スタンドの圧延荷重、トルクが決定されモータが駆動する。

[0032] [省エネルギー操業リコメンドシステム]

図 2 は、本発明の実施の形態 1 における省エネルギー操業リコメンドシス

テムの概念構成図である。

省エネルギー操業リコメンドシステムは、ROM、RAM、データベース等の記憶装置を備えた演算処理装置により構成され、実装されたプログラムにより動作する。省エネルギー操業リコメンドシステムは、消費エネルギー実績計算装置20、品質実績データ収集装置21、材質予測計算装置22、表示手段23、省エネルギーリコメンド装置24、消費エネルギー基準量テーブル25、品質実績・材料計算値格納テーブル26、省エネルギー操業条件ルールベース27を備える。消費エネルギー基準量テーブル25、品質実績・材料計算値格納テーブル26、省エネルギー操業条件ルールベース27は、1 或いは複数のデータベース上で管理される。

[0033] 消費エネルギー実績計算装置20は、表示手段23と消費エネルギー基準量テーブル25に接続する。品質実績データ収集装置21は、表示手段23と品質実績・材料計算値格納テーブル26に接続する。材質予測計算装置22は、表示手段23と品質実績・材料計算値格納テーブル26に接続する。省エネルギーリコメンド装置24は、表示手段23と消費エネルギー基準量テーブル25と品質実績・材料計算値格納テーブル26と省エネルギー操業条件ルールベース27に接続する。

[0034] (消費エネルギー実績計算装置)

消費エネルギー実績計算装置20について説明する。

消費エネルギーの実績は、駆動モータから得られる電流、電圧、回転速度などを用いて、例えば以下のように算出できる。これは先端から尾端までの1本分圧延したときの消費エネルギー計算となる。

$$E_i = \eta \int_{t=0}^{t=T} P_w(t) dt \quad (1)$$

$$P_w(t) = \frac{1000 \cdot v(t) \cdot G(t)}{R} \quad (2)$$

[0035] ここで、 E_i [MJ]は時間 T [s]間の消費エネルギー実績、 t [s]は時刻、 v [m/s]はロール周速度実績、 G [kNm]は圧延トルク(ロール基準)実績、 R [mm]はロール半径、 P_w は圧延パワー[kW]、 η は電力変換効率(電流-仕事間の変換時の効率

)[-]である。

[0036] 上記(1)式では、時刻 $t=0$ から $t=T$ までの $T[s]$ 間の消費エネルギーを表すが、例えば圧延機の場合は、被圧延材の先端が圧延機に咬み込んで圧延を開始する時刻が $t=0$ であり、それから圧延が進み、被圧延材の尾端が圧延機から抜けて圧延が終了する時刻が $t=T$ となる。この場合 $T[s]$ は圧延時間を表す。このようにして、圧延1パス分のエネルギー E_i の実績が得られるが、被圧延材は粗ミル4、仕上ミル9で繰り返し圧延されるので、被圧延材1本あたり圧延作業で消費されたエネルギーの総和は、式(3)で表される。

$$E_p = \sum_{Ri=1}^{N_R} E_{Ri} + \sum_{Fi=1}^{N_F} E_{Fi} \quad (3)$$

[0037] ここで、 i は粗ミル4、仕上ミル9のパスインデックスを表し、 Ri は粗ミル4の第 i パスを、 Fi は仕上ミル9の第 i スタンドを示している。 N_R は粗ミル4の最終圧延パス、 N_F は仕上ミル9の最終スタンドを示す。

[0038] このほか、スラブ加熱炉1から抽出された1つの被圧延材が最後にダウンコイラー13に巻き取られるまでの全体の消費エネルギーは式(4)で表される。

$$E_p^{total} = \sum_{Ri=1}^{N_R} E_{Ri} + \sum_{Fi=1}^{N_F} E_{Fi} + \sum_{Ei=1}^{N_E} E_{Ei} + \sum_{Ti=1}^{N_T} E_{Ti} + E_{DC} + E_{RP} + E_{FP} + E_{ROTP} \quad (4)$$

[0039] ここで、 $E_{Ei}[MJ]$ はエッジミル3の各圧延パスにおける消費エネルギー実績を表している。 $E_{Ti}[MJ]$ は搬送テーブルの各モータの消費エネルギー実績を表している。 $E_{DC}[MJ]$ はダウンコイラー13の消費エネルギー実績を表している。 $E_{RP}[MJ]$ は粗ポンプ14のスプレー関係(高圧水デスクーラ、粗ミルデスクーラ)に水供給するタンクのポンプモータの消費エネルギー実績を表している。 $E_{FP}[MJ]$ は仕上ポンプ15のスプレー関係(仕上ミル入側デスクーラ、仕上ミルの圧延スタンド間スプレーなど)に水供給するタンクのポンプモータの消費エネルギー実績を表している。 $E_{ROTP}[MJ]$ はランアウトテーブルのラミナスプレーに水供給するタンクのポンプモータの消費エネルギー実績を表している。

- [0040] こうして被圧延材 1 本分の加工水冷処理全体に要した消費エネルギーを、実績データをベースとして算出する。
- [0041] なお、こうして算出される被圧延材 1 本分の消費エネルギーは、被圧延材の鋼種やサイズによって異なる。圧延トルクが変化したり、所要の製品材質を得るための温度スケジュールが変化することで、使用する水量が変化したり、また、被圧延材の長さの変化によって、圧延、冷却する処理時間が変化するためである。算出した消費エネルギーを基準化することで、ある程度の変化要素に対するエネルギー変化を吸収することができる。例えば、圧延トルクは板幅に関してはほぼ比例関係にあることや、被圧延材の長さはほぼ圧延時間と相関を持つ。
- [0042] そこで、本発明では、消費エネルギー実績計算装置 20 は、式 (5) に示すように、1 つの被圧延材が圧延ラインを通過する過程で各設備が消費した総消費エネルギー (式 (4)) を算出し、総消費エネルギーを圧延前のスラブ幅とスラブ長で除算して、被圧延材の単位幅、単位長あたりの消費エネルギーを定めた消費エネルギー基準量を算出する。

$$E^{Norm_total} = \frac{E_p^{total}}{B_s \cdot L_s} \quad (5)$$

- [0043] ここで、 E_p^{total} [MJ] は、1 つの被圧延材について圧延ライン全体が消費する消費エネルギーを表している。 B_s [mm] はスラブ幅を表している。 L_s [mm] はスラブ長を表している。そして、 E^{Norm_total} [MJ/mm²] は、被圧延材の単位幅・単位長あたりについて圧延ライン全体が消費する消費エネルギー基準量を表している。厳密にはスラブ幅とスラブ長で全体消費エネルギーが正確に比例関係にあるとは言い切れないが、代表的な指標として示すことはできる。
- [0044] この消費エネルギー基準量は、鋼種と最終製品の目標板厚とをキーとして整理することができる。消費エネルギー基準量テーブル 25 は、消費エネルギー基準量を、被圧延材の鋼種と製品目標板厚とに関連付けて記憶する。また、鋼種と製品目標板厚とで定まる区分に関して、複数の被圧延材の消費エネルギー基準量の実績値が得られた場合は、それらの平均値を算出して代表

値としての精度を上げることができる。或いは、式（6）により、逐次更新させることによって、より最近に処理した被圧延材の消費エネルギー基準量の傾向を反映させることもできる。

$$E_{i,j_NEW}^{Norm} = (1 - \alpha) \cdot E_{i,j_OLD}^{Norm} + \alpha \cdot E_{i,j_CUR}^{Norm} \quad (6)$$

[0045] ここで、 E_{i,j_OLD}^{Norm} [MJ/mm²]は鋼種インデックス*i*、製品目標板厚インデックス*j*における、消費エネルギー基準量の更新前のテーブル値を表している。 E_{i,j_CUR}^{Norm} [MJ/mm²]は同じ鋼種インデックス*i*、同じ製品目標板厚インデックス*j*における、最新の被圧延材1本の消費エネルギー基準量の計算値を表している。 E_{i,j_NEW}^{Norm} [MJ/mm²]は同じ鋼種インデックス*i*、同じ製品目標板厚インデックス*j*における、消費エネルギー基準量のテーブル更新値を表している。 α は更新ゲインを表している。

[0046] なお、同様に、各エリアについての消費エネルギー基準量も消費エネルギー基準量テーブル25で管理する。

$$E^{Norm_RM} = \frac{\sum_{Ri=1}^{N_R} E_{Ri} + \sum_{Ei=1}^{N_E} E_{Ei}}{B_S \cdot L_S} \quad (7)$$

$$E^{Norm_FM} = \frac{\sum_{Fi=1}^{N_F} E_{Fi}}{B_S \cdot L_S} \quad (8)$$

$$E^{Norm_DC} = \frac{E_{DC}}{B_S \cdot L_S} \quad (9)$$

$$E^{Norm_TBL} = \frac{\sum_{Ti=1}^{N_T} E_{Ti}}{B_S \cdot L_S} \quad (10)$$

$$E^{Norm_RP} = \frac{E_{RP}}{B_S \cdot L_S} \quad (11)$$

$$E^{Norm_FP} = \frac{E_{FP}}{B_S \cdot L_S} \quad (12)$$

$$E^{Norm_ROTP} = \frac{E_{ROTP}}{B_S \cdot L_S} \quad (13)$$

[0047] 式(7)は粗ミルエリア、式(8)は仕上ミルエリア、式(9)はダウンコイラー13、式(10)は搬送テーブル、式(11)は粗ポンプ14、式(12)は仕上ポンプ15、式(13)はランアウトテーブルポンプ16の各消費エネルギー基準量を示す。なお、粗ミルエリアは、図1に示すエッジヤミル3と粗ミル4を含むエリアである。仕上ミルエリアは、図1に示す複数の圧延スタンドを有する仕上ミル9を含むエリアである。搬送テーブルは、複数のエリア(例えば、スラブ加熱炉1-粗ミル4間、粗ミル4-仕上ミル9間、仕上ミル9-ダウンコイラー13間)に区分される。本明細書では、説明容易のために1つのエリアに同時に存在する被圧延材は1つとする。そのため、1つの被圧延材が各エリアで消費した消費エネルギーを容易に検出することができる。

[0048] 各エリアについての消費エネルギー基準量は、消費エネルギー基準量テーブル25で管理される。これにより、鋼種と製品目標板厚とをキーとして、各エリアについて、実績値に基づく代表的な消費エネルギー基準量を取得することができる。

[0049] なお、上述の消費エネルギー基準量の算出においては、スラブ幅とスラブ長とを用い、スラブ厚は一定と仮定している。しかし、スラブ厚を加えて用い、より計算精度を高めることとしてもよい。

[0050] (品質実績データ収集装置)

品質実績データ収集装置21は、仕上ミル出側センサ10により検出された板厚、板幅、クラウン、平坦度などの製品品質に関する実績データ(実績値)を収集する。品質実績データ収集装置21は、最新の被圧延材の実績デ

ータから、製品品質情報として板厚、板幅、クラウン、平坦度についての実績測定チャートデータを作成する。実績測定チャートデータは、表示手段23へ送信される。また、実績データは、品質実績・材料計算値格納テーブル26に記憶される。

[0051] (材質予測計算装置)

降伏応力、引張強度などの機械的性質の実績データ（実績値）は、製品コイルのサンプルを用いて、別途引張試験機などで測定する必要がある、全ての被圧延材に対して得られるものではない。材質予測計算装置22は、製品材質情報として降伏応力、引張強度などの機械的性質の実績データを取り込み、実績データがない被圧延材に関しては公知の材質予測システムと同様のモデルを用いて予測データ（予測値）を計算する。実績データと予測データは、製品材質の機械的性質データとして、品質実績・材料計算値格納テーブル26に記憶される。また、機械的性質データは、表示手段23へ送信される。

[0052] (表示手段)

図3は、本発明の実施の形態1における表示手段の画面構成例を示す模式図である。

表示手段23は、上述した消費エネルギー基準量（全体値と各エリア値）と、製品品質に関する実績測定チャートデータ、製品材質に関する機械的性質データを一つの表示部に同時に表示する。

[0053] オペレータは、被圧延材がスラブ加熱炉1から抽出されてからダウンコイラー13に巻き取られるまでの各エリアにおける消費エネルギー実績と、板厚、板幅、クラウン、平坦度などの製品品質の実績と、製品材質の機械的性質の情報を、表示手段23に表示された一つの画面内で比較し、分析することができる。

[0054] 例えば、オペレータは、被圧延材の一連のプロセスに対して、どこのエリアで消費エネルギーが多いか、また被圧延材の製品品質や製品材質に問題が発生していないかを確認することができる。また、表示されている製品品質

、製品材質について、その許容範囲内でいずれかのエリアで消費エネルギーを減少しうる（省エネルギー）可能性があるか否かを検討することができる。ある操業条件を変更することで、消費エネルギーを減少させて省エネルギーを実現できる可能性があっても、所要の品質や材質を満たさないのでは不良品となり、省エネルギー以上の損失となる。消費エネルギーと製品品質、製品材質の情報を並べて一つの画面内で表示することで、これらの情報を比較しやすくなり、所要の製品品質、製品材質を確保した上での省エネルギーの可能性を検討することができる。

[0055] （省エネルギーリコメンド装置）

省エネルギーリコメンド装置 24 は、次に圧延が予定されている被圧延材（スラブ）について、その鋼種と製品目標板厚とに対応する消費エネルギー基準量を、消費エネルギー基準量テーブル 25 から読み込む。読み込んだ消費エネルギー基準量にその被圧延材のスラブ幅とスラブ長さとを乗算して、その被圧延材が圧延ラインを通過する過程で各設備が消費すると予測される消費エネルギー（予測消費エネルギー）を算出する。

[0056] 予測消費エネルギーは、ライン全体 E^{totalp} [MJ]、粗ミルエリア E^{Rmp} [MJ]、仕上ミルエリア E^{Fmp} [MJ]、ダウンコイラー E^{DCp} [MJ]、搬送テーブル E^{TBLp} [MJ]、粗ポンプ E^{Rpp} [MJ]、仕上ポンプ E^{Fpp} [MJ]、ランアウトテーブルポンプ E^{ROTPp} [MJ]、である。表示手段 23 は、これらの予測消費エネルギーと共に、同じ鋼種、製品板厚、製品板幅で、先に圧延した最後の被圧延材の製品品質（板厚、板幅、クラウン、平坦度）の実績測定チャートと、材質予測計算装置 22 により計算された機械的性質データが並べて表示する。

[0057] 次に省エネルギーリコメンド装置 24 は、製品品質、製品材質の許容範囲を考慮した省エネルギーの可能性をリコメンドする。

まず、省エネルギーに関連する代表的な操業条件のメニューとして以下が挙げられる。

(1) 加熱炉抽出温度

(2) 粗ミル-仕上ミル間のトランスファー厚

(3) 仕上ミル出側目標温度 (FDT)

(4) 仕上ミルの各圧延スタンドの圧延荷重配分比

[0058] (1) の加熱炉抽出温度の変更について説明する。スラブの抽出温度を上げると、粗ミル4、仕上ミル9はより高温で圧延するので、変形抵抗が減少し、圧延荷重、トルクが下がる。そのため、粗ミル4、仕上ミル9の消費エネルギーが減少し省エネルギー効果がある。

[0059] (2) のトランスファーバー厚の変更について説明する。トランスファーバー厚を減少させると、粗ミル4では、スラブ厚から最終のトランスファーバー厚までのトータルの圧下量が増加するので、粗ミル4全体の消費エネルギーは増加する。一方、仕上ミル9では、トランスファーバー厚から製品目標板厚までのトータル圧下量は減少するので、仕上ミル9全体の消費エネルギーは一般的に減少する。従って、粗ミル4のエネルギー増加量と仕上ミル9のエネルギー減少量のバランスによって、圧延ライン全体の消費エネルギーの増減が決まる。一般的には粗ミル4全体よりも仕上ミル9全体の方が消費エネルギーが大きい。そのため、仕上ミル9側の消費エネルギー増減の方が、省エネルギーに与える影響が大きい。そのため、トランスファーバー厚を減少させると、一般的に圧延ライン全体の消費エネルギーは減少し省エネルギー効果がある。

[0060] (3) の仕上ミル出側目標温度 (FDT) の変更について説明する。FDTを上げると、仕上ミル9の各圧延スタンドは、より高温で圧延することになり、変形抵抗が下がり、圧延荷重とトルクは減少する。一方で、より高いFDTを達成するために、仕上ミル9の圧延速度は上がる方向になる。しかし、圧延速度の上昇よりも圧延トルク減少の影響の方が大きい。そのため、FDTを上げると、一般的に仕上ミル9全体の消費エネルギーは減少し、圧延ライン全体の消費エネルギーも減少し省エネルギー効果がある。

[0061] (4) の仕上ミル9の各圧延スタンドの圧延荷重配分比について、上流の前段スタンドの比率を上げ、下流の後段スタンドの比率を下げると、一般的に仕上ミル9全体の消費エネルギーは減少し、省エネルギー効果がある。こ

れは、前段スタンドでは圧延荷重とトルクが増加し、後段スタンドでは圧延荷重とトルクが減少するところ、より高温側で圧延する前段スタンドのトルク増加量は少なく、低温側で圧延する後段スタンドのトルク減少量は大きく、トータルでは消費エネルギーの減少量が勝るためである。

[0062] 以上より、各操業条件の変更と省エネルギー効果との関係は次のようにまとめられる。

(1) 加熱炉抽出温度を上げると、省エネルギー効果がある。

(2) 粗ミル―仕上ミル間のトランスファー厚を減少させると、省エネルギー効果がある。

(3) 仕上ミル出側目標温度(FDT)を上げると、省エネルギー効果がある。

(4) 仕上ミルの各スタンドの圧延荷重配分比を前段スタンドで上げ、後段スタンドで下げると、省エネルギー効果がある。

[0063] 上記の操業条件を組み合わせれば、省エネルギー効果がある操業条件の変更を実施することができる。しかしながら、実際には、製品品質や製品材質などの制約があるため、全ての操業条件の変更が実現できるわけではない。実際には、製品品質と製品材質の変化の許容範囲内で実現できる操業条件の変更を選ぶ必要がある。

[0064] 省エネルギーリコメンド装置24は、被圧延材の製品品質や、製品材質の機械的性質を許容範囲内に維持しつつ、予測消費エネルギーよりも消費エネルギーを低減可能な操業条件を、オペレータにリコメンドする。

[0065] 例えば、製品品質や製品材質の許容範囲を考慮した、省エネルギー効果のある操業条件変更方針としては次の例が挙げられる。

(ルール1) 仕上ミル出側平坦度に良くない場合、仕上ミル9の後段スタンドの圧延荷重配分比を下げると、平坦度が改善するとともに、省エネルギー効果が得られる。

(ルール2) 所要の機械的性質の下限までに、仕上ミル出側目標温度(FDT)を上げる余裕がある場合、FDTを上げることで、製品材質の許容範囲内で省エネルギー効果が得られる。

(ルール3) 所要の機械的性質の下限までに、仕上ミル9でのトータル圧下量を下げる余裕がある場合、トランスファー厚を減少させることで、製品材質の許容範囲内で省エネルギー効果が得られる。

(ルール4) 仕上ミル出側クラウンを増加させる余裕がある場合、仕上ミル9の前段スタンドの圧延荷重配分比を上げることで、クラウンの許容範囲内で省エネルギー効果が得られる。

[0066] 図4は、本発明の実施の形態1における省エネルギー操業条件のルールベースの一例を示す図である。

省エネルギー操業条件ルールベース27は、製品品質・製品材質と、省エネルギー効果がある操業条件の変更方針との一般的関連性をルール化して記憶している。省エネルギーリコメンド装置24は、製品品質と製品材質のデータを取得し、省エネルギー操業条件ルールベース27上のルールに合致する条件を選択し、省エネルギー効果のある操業条件の変更方針を表示手段23に表示してリコメンドすることができる。

[0067] ルール1について説明する。まず、省エネルギーリコメンド装置24は、仕上ミル出側平坦度をサンプリングした実績データから、被圧延材の平坦度のばらつきを表す指標である標準偏差を算出する。このとき、一般的には仕上ミル出側平坦度の実績データは、被圧延材の先端がダウンコイラー13に巻き付いた後は、仕上ミル9とダウンコイラー13間の張力確立によって平坦度の出力信号が小さくなってしまふ。そのため、上記標準偏差を算出する場合は、被圧延材の先端がダウンコイラー13に巻きつくまでの範囲でサンプリングした実績データから標準偏差を算出する工夫が必要となる。この平坦度の標準偏差がある閾値(製品品質上限値)以上である場合は、平坦度不良である。この場合、省エネルギーリコメンド装置24は、仕上ミル9の各圧延スタンドについて、前段スタンドの圧延荷重配分比を上げ、後段スタンドの圧延荷重配分比を下げる操業条件をリコメンドする。操業条件は表示手段23に表示される。

[0068] ルール2とルール3について説明する。機械的性質の下限值は製品要求値

として与えられる。省エネルギーリコメンド装置 24 は、材質予測システムで計算された機械的性質値と、機械的性質下限値とを比較する。機械的性質下限値までの余裕量（機械的性質値－機械的性質下限値）がある閾値以上である場合に、製品材質として余裕があると判断して、上記省エネルギー効果がある操業条件の変更をリコメンドする。

[0069] ルール 2 は、前提として、仕上ミル出側目標温度(FDT)を上げる余裕がある場合に用いられる。一般的に、その下流のランアウトラミナーズプレー冷却において同じ冷却パターンで被圧延材を冷却する場合、仕上ミル出側目標温度(FDT)を上げると、最終製品コイルの降伏応力や引張強度に関する機械的性質の強度が下がる傾向がある。まず、材質予測計算装置 22 は、現状与えられている仕上ミル出側目標温度(FDT)に基づいて、降伏応力および引張強度に関する機械的性質値を算出する。省エネルギーリコメンド装置 24 は、その機械的性質値が、所要の機械的性質下限値よりも高く設定された許容値以上である場合に、仕上ミル出側目標温度(FDT)を上げる操業条件をリコメンドする。操業条件は表示手段 23 に表示される。この操業条件の変更によれば、最低強度を確保しつつ、省エネルギー効果を得ることが可能となる。

[0070] ルール 3 は、前提として、仕上ミル 9 でのトータル圧下量を下げる余裕がある場合に用いられる。まず、材質予測計算装置 22 は、現状与えられている仕上ミル出側目標温度(FDT)に基づいて、降伏応力および引張強度に関する機械的性質値を算出する。省エネルギーリコメンド装置 24 は、その機械的性質値が、所要の機械的性質下限値よりも高く設定された許容値以上である場合に、粗ミル 4 と仕上ミル 9 との間における被圧延材（トランスファーバー）の目標板厚を減少させる操業条件をリコメンドする。操業条件は表示手段 23 に表示される。この操業条件の変更によれば、最低強度を確保しつつ、省エネルギー効果を得ることが可能となる。

[0071] ルール 4 について説明する。仕上ミル 9 の出側のクラウンの製品品質上限値は製品要求値として与えられる。省エネルギーリコメンド装置 24 は、仕上ミル出側センサ 10 で計測されたクラウンの実績値が、製品品質上限値よ

りも低く設定された許容値以下である場合（換言すれば、製品品質上限値までの余裕量（上限値－実績値）がある閾値を超えた場合）に、圧延ミルの各圧延スタンドについて、前段スタンドの圧延荷重配分比を上げ、後段スタンドの圧延荷重配分比を下げる作業条件をリコメンドする。作業条件は表示手段23に表示される。

[0072] 以上説明したように、本発明の省エネルギー作業リコメンドシステムによれば、被圧延材ごとに圧延ライン上の実績データをもとに各設備の消費エネルギーを計算する。それらを合計することで圧延ライン全体の消費エネルギーを計算する。そのため、モデルを有することなく、次に圧延される予定の被圧延材の鋼種とスラブサイズ、製品目標板厚さえ分かれば、圧延ライン全体が消費する消費エネルギーを精度高く予測することができる。

[0073] また、省エネルギー作業リコメンドシステムによれば、製品品質、製品材質を確保しつつ、圧延ライン全体の消費エネルギーを低減できる作業条件をオペレータにリコメンドすることができる。そのため、オペレータは安心して作業条件の変更ができるようになる。また、省エネルギー作業リコメンドシステムによれば、製品品質・製品材質と省エネルギー効果との関連性がわかりやすく表示手段23に表示され、オペレータもその関連性を考慮して省エネルギー作業を検討することができる。

[0074] 省エネルギー作業リコメンドシステムによれば、消費エネルギーの実績データと製品品質の実績データを一つに管理して、製品品質の改善や余裕を考慮したうえで、省エネルギー効果がある作業条件を提示することができるので、オペレータも安心して作業条件を変更することができる。

[0075] 省エネルギー作業リコメンドシステムによれば、消費エネルギーの実績データと製品品質の実績データと、製品材質の機械的性質の計算値とを一つに管理して、製品品質と製品材質の改善や余裕を考慮したうえで、省エネルギー効果がある作業条件を提示することができるので、オペレータも安心して作業条件を変更することができる。

[0076] 尚、上述した実施の形態1においては、消費エネルギー実績計算装置20

がこの発明における「消費エネルギー実績計算装置」に、消費エネルギー基準量テーブル25が前記第Xの発明における「消費エネルギー基準量記憶手段」に、省エネルギーリコメンド装置24が、この発明における「消費エネルギー基準量取得手段」と「消費エネルギー予測計算手段」と「省エネルギー操業条件リコメンド手段」とに、仕上ミル出側センサ10がこの発明における「平坦度検出手段」と「クラウン値検出手段」とに、材質予測計算装置22がこの発明における「材質予測計算装置」に、それぞれ相当している。

符号の説明

- [0077]
- 1 スラブ加熱炉
 - 2 高圧デスクレーリング装置
 - 3 エッジャミル
 - 4 粗ミル
 - 5 粗ミル出側センサ
 - 6 仕上ミル入側センサ
 - 7 クロップシャー
 - 8 仕上ミル入側デスクレーリング装置
 - 9 仕上ミル
 - 10 仕上ミル出側センサ
 - 11 ランアウトラミナーズプレー冷却装置
 - 12 コイラー入側センサ
 - 13 ダウンコイラー
 - 14 粗ポンプ
 - 15 仕上ポンプ
 - 16 ランアウトテーブルポンプ
 - 20 消費エネルギー実績計算装置
 - 21 品質実績データ収集装置
 - 22 材質予測計算装置
 - 23 表示手段

- 24 省エネルギーリコメンド装置
- 25 消費エネルギー基準量テーブル
- 26 品質実績・材料計算値格納テーブル
- 27 省エネルギー操業条件ルールベース

請求の範囲

[請求項1]

複数の設備により被圧延材を圧延する圧延ラインにおける省エネルギー操業リコメンドシステムであって、

1つの被圧延材が前記圧延ラインを通過する過程で前記複数の設備が消費した総消費エネルギーを算出し、前記総消費エネルギーを圧延前の被圧延材の幅と長さで除算して、被圧延材の単位幅、単位長あたりの消費エネルギーを定めた消費エネルギー基準量を算出する消費エネルギー実績計算装置と、

前記消費エネルギー実績計算手段により算出された消費エネルギー基準量を、被圧延材の鋼種および圧延後目標板厚に関連付けて記憶する消費エネルギー基準量記憶手段と、

前記圧延ラインにおいて次に圧延が予定されている圧延予定被圧延材について、その鋼種と圧延後目標板厚とに対応する消費エネルギー基準量を、前記消費エネルギー基準量記憶手段から取得する消費エネルギー基準量取得手段と、

前記消費エネルギー基準量取得手段により取得された消費エネルギー基準量に、前記圧延予定被圧延材の幅と長さを乗算して、前記圧延予定被圧延材が前記圧延ラインを通過する過程で前記複数の設備が消費すると予測される予測消費エネルギーを算出する消費エネルギー予測計算手段と、

を備えることを特徴とする省エネルギー操業リコメンドシステム。

[請求項2]

圧延後の被圧延材の製品品質や、製品材質の機械的性質を許容範囲内に維持しつつ、前記消費エネルギー予測計算手段により算出された予測消費エネルギーよりも消費エネルギーを低減可能な操業条件を、オペレータにリコメンドする省エネルギー操業条件リコメンド手段、

を更に備えることを特徴とする請求項1記載の省エネルギー操業リコメンドシステム。

[請求項3]

前記複数の設備は、複数の圧延スタンドを備える仕上ミルと、前記

仕上ミルの下流に設けられたコイラーとを含み、
前記省エネルギー操業条件リコメンド手段は、
前記仕上ミルの下流から前記コイラーの上流までの間における被圧延材の平坦度を検出する平坦度検出手段と、
平坦度のばらつきを表す指標が製品品質上限値以上である場合に、
前記複数の圧延スタンドについて、前段スタンドの圧延荷重配分比を上げ、後段スタンドの圧延荷重配分比を下げる操業条件をリコメンドする第1リコメンド手段と、を含むこと、
を特徴とする請求項2記載の省エネルギー操業リコメンドシステム。

[請求項4] 圧延後の被圧延材の降伏応力および引張強度に関する機械的性質値を算出する材質予測計算装置を備え、
前記複数の設備は、複数の圧延スタンドを備える仕上ミルを含み、
前記省エネルギー操業条件リコメンド手段は、前記機械的性質値が、機械的性質下限値よりも高く設定された許容値以上である場合に、仕上ミル出側目標温度を上げる操業条件をリコメンドする第2リコメンド手段、を含むこと、
を特徴とする請求項2又は3に記載の省エネルギー操業リコメンドシステム。

[請求項5] 圧延後の被圧延材の降伏応力および引張強度に関する機械的性質値を算出する材質予測計算装置を備え、
前記複数の設備は、粗ミルと、前記粗ミルの下流に設けられた仕上ミルとを含み、
前記省エネルギー操業条件リコメンド手段は、前記機械的性質値が、機械的性質下限値よりも高く設定された許容値以上である場合に、前記粗ミルと前記仕上ミルとの間における被圧延材の目標板厚を減少させる操業条件をリコメンドする第3リコメンド手段と、を含むこと、

を特徴とする請求項2乃至4のいずれか1項に記載の省エネルギー操業リコメンドシステム。

[請求項6]

前記複数の設備は、複数の圧延スタンドを備える仕上ミルを含み、前記省エネルギー操業条件リコメンド手段は、

前記仕上ミルの下流における被圧延材のクラウン値を検出するクラウン値検出手段と、

前記クラウン値が、製品品質上限値よりも低く設定された許容値以下である場合に、前記複数の圧延スタンドについて、前段スタンドの圧延荷重配分比を上げ、後段スタンドの圧延荷重配分比を下げる操業条件をリコメンドする第4リコメンド手段と、を含むこと、

を特徴とする請求項2乃至5のいずれか1項に記載の省エネルギー操業リコメンドシステム。

[請求項7]

前記複数の設備は、

被圧延材を圧延する圧延機と、

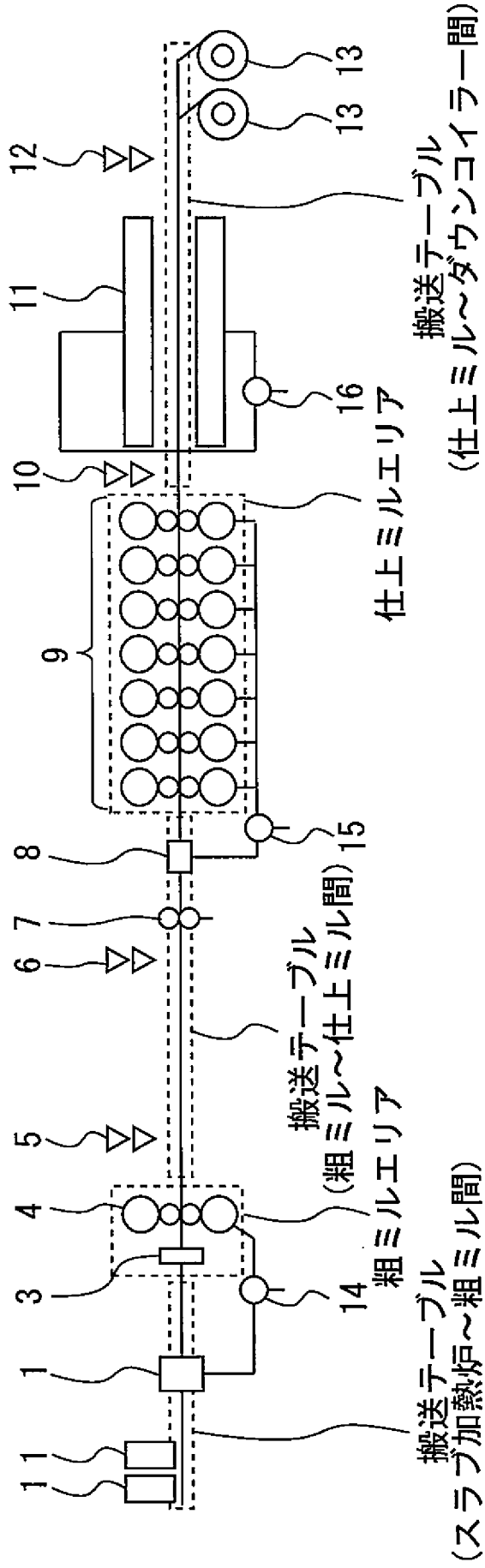
被圧延材を冷却するための冷却水を汲み上げる冷却ポンプと、

被圧延材を搬送する搬送テーブルと、

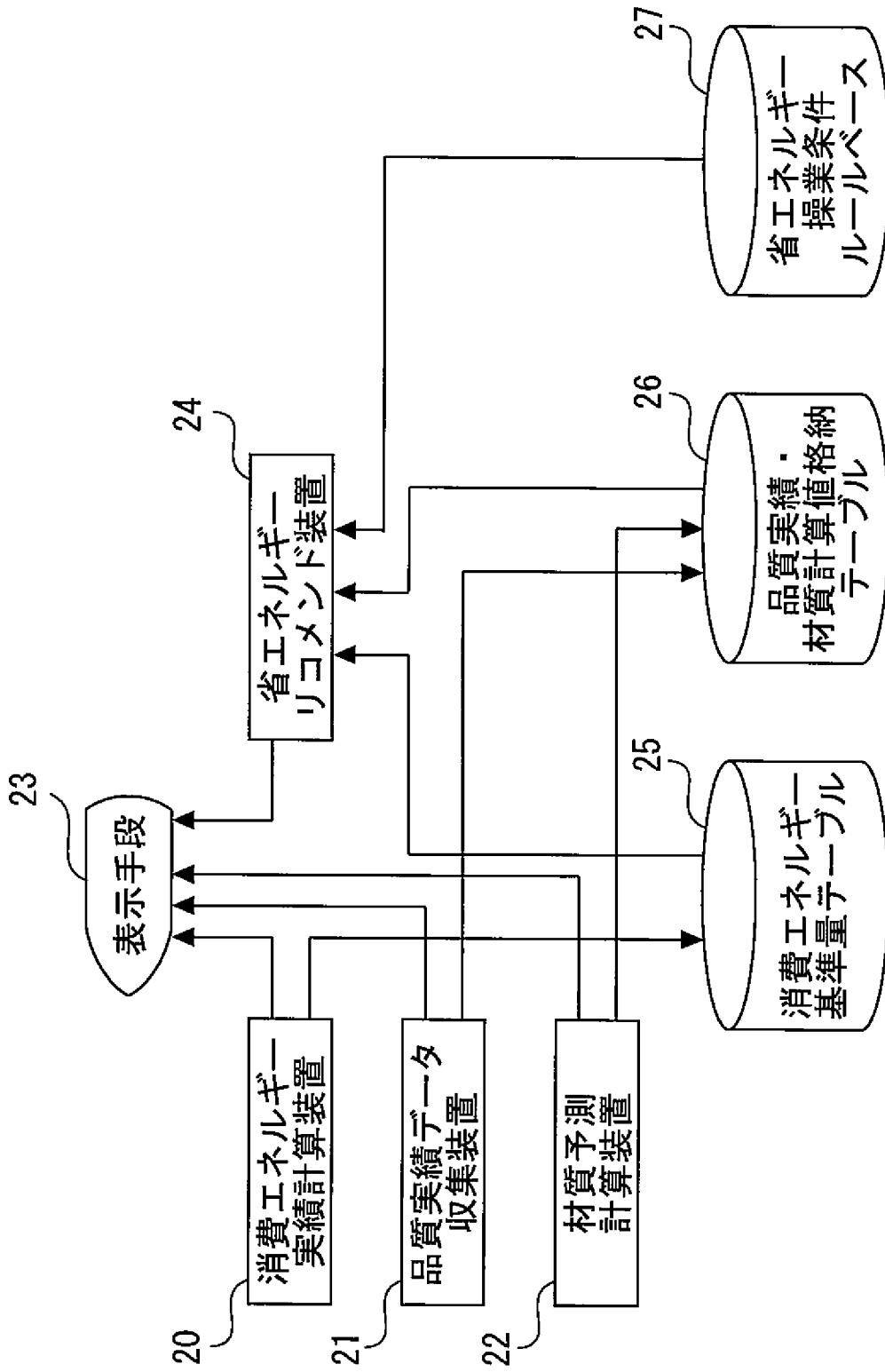
被圧延材を巻き取るコイラーと、を含むこと、

を特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の省エネルギー操業リコメンドシステム。

[図1]

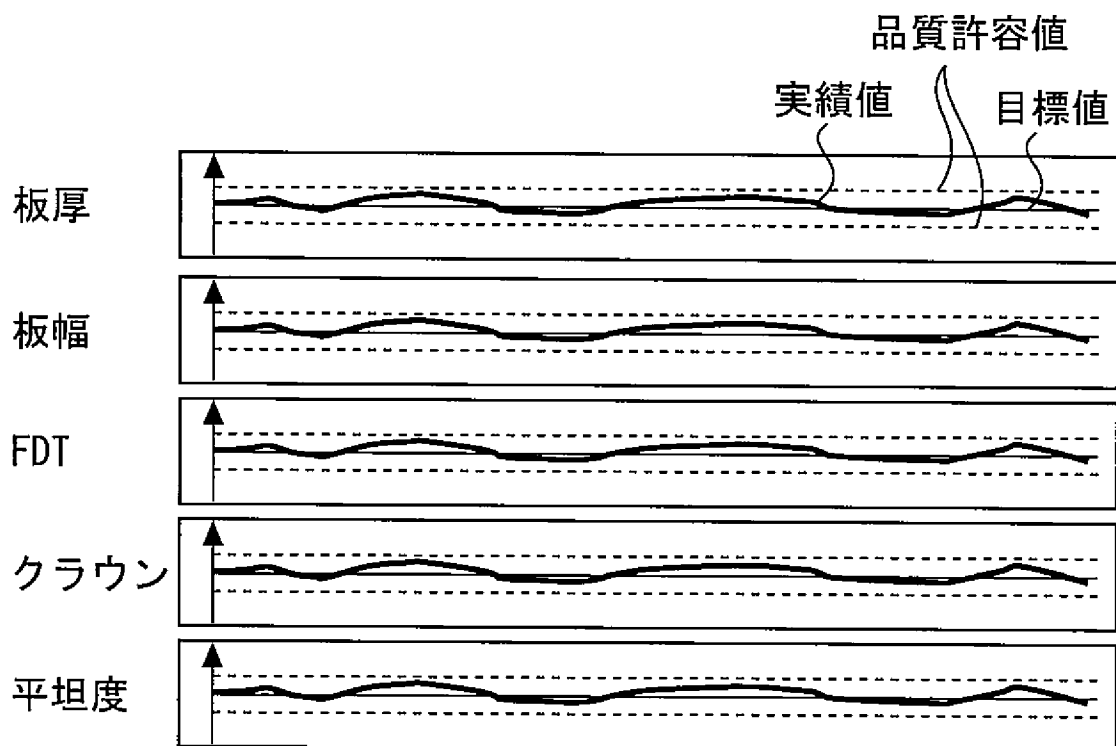


[図2]



[図3]

エリア	消費エネルギー	比率	材質項目	計算値	下限許容値
RM	XXXX MJ	XX. X %	降伏応力	XXX MPa	XXX MPa
FM	XXXX MJ	XX. X %	引張強度	XXX MPa	XXX MPa
DC	XXXX MJ	XX. X %	伸び	XXX %	XXX %
搬送テーブル	XXXX MJ	XX. X %	...	XXXX	XXXX
RMポンプ	XXXX MJ	XX. X %			
FMポンプ	XXXX MJ	XX. X %			
ROTポンプ	XXXX MJ	XX. X %			
合計	XXXX MJ	100 %			



[図4]

	品質、材質の判断基準	省エネルギー効果の 作業条件変更
1	仕上出側平坦度実績の標準 偏差がある閾値以上	仕上ミルの後段スタンドの 圧延荷重配分比を下げる
2	機械的性質値の下限までの 余裕量がある閾値以上	仕上出側目標温度(FDT)を 上げる
3	機械的性質値の下限までの 余裕量がある閾値以上	トランスファーバー厚を 下げる
4	仕上出側クラウンの上限 までの余裕量がある閾値 以上	仕上ミルの後段スタンドの 圧延荷重配分比を上げる
..

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP2013/071030
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 B21B37/00(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)
 B21B37/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
E, A	WO 2013/121514 A1 (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 22 August 2013 (22.08.2013), entire text (Family: none)	1-7
A	JP 2012-170962 A (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 10 September 2012 (10.09.2012), entire text & CN 102641904 A & KR 10-2012-0095273 A & TW 201235124 A	1-7

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 02 September, 2013 (02.09.13)	Date of mailing of the international search report 10 September, 2013 (10.09.13)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/071030

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-66929 A (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 18 April 2013 (18.04.2013), entire text & CN 103008358 A & KR 10-2013-0033921 A	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B21B37/00(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. B21B37/00

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	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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
E, A	WO 2013/121514 A1 (東芝三菱電機産業システム株式会社) 2013.08.22, 全文 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2012-170962 A (東芝三菱電機産業システム株式会社) 2012.09.10, 全文 & CN 102641904 A & KR 10-2012-0095273 A & TW 201235124 A	1-7
A	JP 2013-66929 A (東芝三菱電機産業システム株式会社) 2013.04.18, 全文 & CN 103008358 A & KR 10-2013-0033921 A	1-7

☐ 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

02.09.2013

国際調査報告の発送日

10.09.2013

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)

瀧澤 佳世

4E

4426

電話番号 03-3581-1101 内線 3425