

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5164844号

(P5164844)

(45) 発行日 平成25年3月21日(2013.3.21)

(24) 登録日 平成24年12月28日(2012.12.28)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 1 B 45/02 (2006.01)

B 2 1 B 27/10 (2006.01)

B 2 1 B 45/02 3 1 O

B 2 1 B 45/02 3 2 O R

B 2 1 B 45/02 3 3 O

B 2 1 B 27/10 C

請求項の数 9 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-528392 (P2008-528392)
 (86) (22) 出願日 平成18年8月25日 (2006.8.25)
 (65) 公表番号 特表2009-506891 (P2009-506891A)
 (43) 公表日 平成21年2月19日 (2009.2.19)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2006/008359
 (87) 国際公開番号 W02007/025682
 (87) 国際公開日 平成19年3月8日 (2007.3.8)
 審査請求日 平成21年3月31日 (2009.3.31)
 (31) 優先権主張番号 102005042020.6
 (32) 優先日 平成17年9月2日 (2005.9.2)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

前置審査

(73) 特許権者 390035426
 エス・エム・エス・ジーマーク・アクチエ
 ンゲゼルシャフト
 ドイツ連邦共和国、4 0 2 3 7 デュッセル
 ルドルフ、エドゥアルト・シユレーマン
 ストラーセ、4
 (74) 代理人 100069556
 弁理士 江崎 光史
 (74) 代理人 100111486
 弁理士 鍛冶澤 實
 (74) 代理人 100157440
 弁理士 今村 良太
 (74) 代理人 100173521
 弁理士 篠原 淳司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属ストリップの圧延時、特に、冷間圧延時におけるロールと金属ストリップの潤滑及び冷却方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧延スタンド（１）での圧延時におけるロール（３，４，５，６）と金属ストリップ（２）の潤滑及び冷却方法であって、少なくとも圧延スタンド（１）の入側（７ a）での潤滑剤（９）と圧延スタンド（１）の出側（８ a）での冷却剤（１０）が噴射により塗布され、潤滑剤（９）と冷却剤（１０）が、潤滑、洗浄、不活性化作用を有する液体の材料又はそれらを組み合わせた物から構成されるとともに、圧延ストリップの下側（２ b）と圧延ストリップの上側（２ a）、及び／又は圧延スタンド（１）の下方のワークロール（４）又は上方のワークロール（３）に供給される方法において、

入側（７ a）で塗布される清浄な潤滑剤の量が、実際に圧延に必要な最小限の潤滑剤の量と一致するように、圧延スタンド（１）の入側（７ a）と出側（８ a）における、

圧延ストリップの速度（１３）、

圧延ストリップの品質（１４）、即ち、加工される金属の特性、

圧延ストリップの平坦性（１１ a，１１ b）、

圧延ストリップの表面品質（２６）、即ち、表面粗さ、

圧延ストリップの引張応力（２８）、

のプロセスデータ（２３）、並びに

ロールの直径（３０）、ロールの表面粗さ（３１）、ロールの材料（３２）、圧延トルク（３３）、ロールの温度（３４）及び金属ストリップ（２）の圧下率（３５）から得られる圧延圧力（２９）、

10

20

のプロセスデータに基づき最小限の潤滑剤の量を計算するための物理的な計算モデル（２２）を用いて、持続的に計算、計量されることと、

更に、

パス計画の構成に関する予測と最適化、

摩擦モデル（３７）による潤滑剤の膜の評価、

温度モデル（３８）、

ロール（３，４，５，６）の塑性変形、

機械的なロール間隙モデル（４０）、

表面品質を最適化するためのモデル（４１）、

圧延ロール、スキnpasロール、可変ロールによる圧延プロセスに対する摩擦調整（４２）、

10

流体力学モデル（４３）、

金属ストリップ（２）とワークロール（３，４）間の表面粗さ形成モデル（４４）、
に基づく物理的な計算モデル（２２）を使用することと、
を特徴とする方法。

【請求項２】

計算モデル（２２）による制御にもとづき、液体又は気体の潤滑剤（９）及び冷却剤（１０）を塗布するために、圧延プロセスの間、次の可変の制御量、即ち、

体積流量、

圧力、

20

温度、

圧延ストリップの幅（２４）に渡っての投入量、

場合によっては、圧延ストリップの下側（２ｂ）と圧延ストリップの上側（２ａ）に対する異なる投入量、

を与えることを特徴とする請求項１に記載の方法。

【請求項３】

当該の物理的な計算モデルのコンピュータプログラム（２２）に応じて、液体又は気体の媒体の混合比を変化させることを特徴とする請求項１又は２に記載の方法。

【請求項４】

圧延プロセスを開始する前に、パス計画に対して、プロセスデータ（２３）、例えば、圧延力（２９）、ストリップ引張応力（２８）、ストリップ厚（１５）などを与えることを特徴とする請求項１から３までのいずれか一つに記載の方法。

30

【請求項５】

制御ループの設定のために、ストリップ厚（１５）、圧延材の延伸率、ストリップの平坦性（２５）、ストリップの表面粗さ、ストリップの表面品質（２６）の中の一つ以上に
関するプロセスデータ（２３）を採用することを特徴とする請求項１から４までのいずれか一つに記載の方法。

【請求項６】

金属ストリップ（２）及び／又はワークロール（３，４）における熱膨張を最適化するために熱膨張の予測（４８）を行うことを特徴とする請求項１から５までのいずれか一つ
に記載の方法。

40

【請求項７】

製造設備の形式、粘度、温度挙動に応じて、潤滑剤の選定を行うことを特徴とする請求項１から６までのいずれか一つに記載の方法。

【請求項８】

ワークロールの表面粗さを選定することによって、圧延ストリップの表面の最適化（５０）を行うことを特徴とする請求項１から７までのいずれか一つに記載の方法。

【請求項９】

部分的な期間の間圧延速度を変化させる形で、当該の計算モデル（２２）を用いた措置を適用することを特徴とする請求項１から８までのいずれか一つに記載の方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金属ストリップの圧延時、特に、冷間圧延時におけるロールと金属ストリップの潤滑及び冷却方法であって、少なくとも入側での潤滑剤と出側での冷却剤が噴射により塗布され、潤滑、洗浄、不活性化作用を有する材料又はガス（媒体）、或いはそれらを組み合わせた物が圧延ストリップの下側と圧延ストリップの上側、及び／又は下方のワークロール又は上方のワークロールに供給される方法に関する。

【背景技術】

【0002】

10

特許文献1により、そのような冷間圧延時におけるロールと圧延材の冷却及び潤滑方法が周知である。その場合、圧延ストリップにおける部分的な引張応力又はロールと圧延ストリップ間の挟持条件に応じて、特殊な乳化技術によるオイル相を含むオイルと水の乳濁液を投入するとともに、乳化媒体を投入する量と種類を調整している。この欠点は、水の含有量が大きく多くのオイルを塗布し過ぎて、そのため完成した鋼鉄ストリップに錆が出るか、或いは非鉄金属ストリップに被膜が出来る虞が有ることである。多くのオイルを塗布し過ぎることは、追加の作業工程によって、再び除去しなければならない程の量のオイルが金属ストリップ上に残留することを意味する。更に、廃棄物の処理によって、環境汚染も起こる場合、製造コストが一層増大することとなる。

【0003】

20

更に、特許文献2により、塑性変形させるために室温で逆方向に駆動されているロール間のロール間隙を通して圧延材を通過させる金属製圧延材の冷間圧延方法が周知であり、その場合ロール間隙の領域には、冷却液の代わりに不活性ガスが吹き付けられおり、不活性ガスの温度は、例えば、液体窒素の場合のように、室温を下回っており、圧延材の温度よりも低い。

【特許文献1】ドイツ特許第0367967号明細書

【特許文献2】ドイツ特許第19953230号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

本発明の課題は、プロセス工程の削減によって、より高い品質の金属製圧延ストリップのより多くの生産を達成し、安定した圧延プロセス、特に、ロール間隙における摩擦調整によって、ストリップ品質の改善を可能とすることである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この設定された課題は、本発明にもとづき、入側で塗布される清浄な潤滑剤の量が、実際に圧延に必要な最小限の潤滑剤の量と一致するように、物理的な計算モデルを用いて持続的に計算、計量されることと、

この最小限の潤滑剤の量を持続的に計算するための物理的な計算モデルに対して、圧延スタンドの入側と出側における、

40

圧延ストリップの速度、

圧延ストリップの品質、

圧延ストリップの平坦性、

圧延ストリップの表面品質、

圧延ストリップの引張応力、

のプロセスデータ、並びに

圧延力、

ワークロールの直径、

ワークロールの表面粗さ、

ロールの材料、

50

のプロセスデータを持続的に考慮することによって解決される。

【0006】

これらの利点は、安定した圧延プロセスによってストリップの品質が改善されることであり、特に、ロール間隙における摩擦を調整することが可能となる。更に、その後のオイルの除去がもはや不要であり、それにより更なるプロセス工程が削減されることが有利である。最小限の潤滑とは、所望の製造品質を達成するのに必要なだけの潤滑剤を入側で塗布することを意味する。更に、オイル乳濁液のための廃棄物処理設備とそのコストが不要となる。入側でのオンラインによる潤滑剤の計量によって、固定のプロセス量（例えば、材料、ストリップ幅等）とパスの間に变化するプロセス量（例えば、ストリップ速度、圧延力、圧延トルク、先進率、ストリップ引張応力、ストリップ幅に渡るストリップ引張応力分布、ストリップ温度、ロール温度、ストリップ厚、圧下率）を持続的に考慮することが可能となる。更に、出側において、直ちに防腐剤（鍍及びストリップへの付着物に対抗するための材料）を投入することができる。

10

【0007】

本発明の改善構成は、物理的な計算モデルにおいて、次の事柄に関する量、即ち、パス計画の構成に関する予測と最適化、摩擦モデルによる潤滑剤の膜の評価、温度モデル、ロールの塑性変形、機械的なロール間隙モデル、表面品質を最適化するためのモデル、圧延ロール、スキンスパロール、（様々なストリップ厚を形成する）可変ロールによる圧延プロセスに対する摩擦の調整、流体力学モデル、金属ストリップとワークロール間の表面粗さ形成モデル、に関する量を考慮することである。

20

【0008】

これらの量は、機械的な効果と熱及び摩擦による効果を含む圧延プロセスの物理特性にもとづく計算モデルを用いて、それらからロール間隙でのロールと金属ストリップ上への媒体の塗布を目的通りオンラインで調整するために使用することができる。

30

【0009】

別の実施形態は、計算モデルによる制御にもとづき、液体又は気体の潤滑剤及び冷却剤を塗布するために、圧延プロセスの間、次の可変の制御量、即ち、体積流量、圧力、温度、圧延ストリップ幅に渡っての投入量、場合によっては、圧延ストリップの下側と圧延ストリップの上側に対する異なる投入量、を与えるものと規定する。

40

【0010】

これらの利点は、媒体を塗布するための制御量の速い調整の他に、例えば、相異なる作用を奏する媒体の混合比の変更、例えば、ロール間隙での摩擦を大幅に低下させる作用を奏する材料とロール間隙での摩擦に対する影響は小さいが、洗浄作用が大きい材料の混合を行うことができることである。

【0011】

この場合、更に、物理特性にもとづくモデルのコンピュータプログラムに応じて、液体又は気体の媒体の混合比を変化させるのが有利である。

【0012】

それに対して、別の実施形態は、圧延プロセスを開始する前に、コンピュータプログラ

50

ムで処理するパス計画に対して、プロセスデータ、例えば、圧延力、ストリップ引張応力、ストリップ厚などを与えるものと規定する。

【0013】

更に、本発明は、制御ループの設定のために、ストリップ厚、圧延材の延伸率、ストリップの平坦性、ストリップの表面粗さ、ストリップの表面品質の中の一つ以上に関するプロセスデータを採用するように構成される。

【0014】

更に、改善構成は、金属ストリップ及び／又はワークロールにおける熱膨張を最適化するための予測を行うものと規定する。

【0015】

製造設備の形式、粘度、温度挙動に応じて、潤滑剤の選定を行うことも有利である。

【0016】

そして、金属ストリップの品質を改善するには、ワークロールの表面粗さを選定することによって、圧延ストリップの表面の最適化を行うことも有効である。

【0017】

部分的な期間の間圧延速度を変化させる形で、前述の計算モデルを用いた措置を適用することも可能である。そうすることによって、

ストリップの（例えば、表面粗さ、光沢、その他の品質特性に関する）所望の表面の設定と、

ストリップの所望の平坦性の設定、

プロセスの安定性の保証（ストリップの破断防止）、並びに

媒体の有効活用、

が達成される。

【0018】

（例えば、ストリップ長に渡って異なるストリップ厚を達成するための冷間圧延法としての）所謂可変ロールに関して、潤滑が一定の場合、ストリップ長に渡って圧下率が変化するために、通常プロセス状態を大幅に変更することを考慮する。圧延力を大きく変化させることでは、ストリップの所望の平坦性を限定的にしか設定することができない。従って、圧下率が大きいフェーズにおいて、場合によっては、ストリップ引張応力を高めることと組み合わせて、ロール間隙における摩擦係数を小さく設定して、圧延力の低下によって、これらの効果を少なくとも部分的に補償することは有意義である。このプロセスは、物理特性にもとづく計算モデル（コンピュータプログラム）を用いて、前述した通り、別のプロセスパラメータへの依存性を考慮して行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下において、本発明の実施例を図面に図示して、詳しく説明する。

【0020】

（例えば、様々な合金の重金属又は軽金属から成る）金属ストリップ2用の圧延スタンド1（図1）は、軸箱内でバックアップロール5、6の間に軸支された上方と下方のワークロール3、4を有する。図1は、四段式圧延スタンドを図示している。ここで述べる使用法は、例えば、六段式圧延スタンド、二十個のロールを用いたスタンド、二重圧延スタンドなどの全ての種類の圧延スタンドに適用することが可能である。金属ストリップ2は、入側7aの巻き戻し機7から出側8aの巻き取り機8に移送される。入側7aでは化学的な合成物としての清浄な潤滑剤9が塗布され、出側8aでは、冷却剤10が噴射によって塗布される。潤滑剤9と冷却剤10は、潤滑、洗浄及び不活性化作用を有する材料又はガス、或いはそれらを組み合わせた物から構成され、圧延ストリップの上側2aと圧延ストリップの下側2bに供給される。入側7aでの潤滑作用を有する物質は、水の含有量が大きくない、基油、圧延油、添加物を含む乳濁液で構成される。洗浄及び不活性化作用を有する材料は、低温不活性ガス、例えば、窒素や窒素とその他の材料を組み合わせた物から構成される。

【0021】

この場合に使用される機器（図1）は、入側7aの平坦性測定器11aと出側8aの平坦性測定器11bから構成される。

【0022】

金属ストリップが通過する間、速度測定器12を用いて、圧延ストリップの速度13を計測するとともに、別の測定器を用いて、作用する力を計測しており、その結果例えば、アルミニウム、鋼鉄、真鍮、銅などのそれぞれ加工される金属の特性に対応して、圧延ストリップの品質14を検知することができる。ストリップ厚15は、金属ストリップ2の幅に渡って持続的に計測される。入側7aには、圧延ストリップの下側2bと圧延ストリップの上側2aに対して、潤滑剤9を目的通りの量と最小限の潤滑のための分布17で供給するための噴射ノズル列16が配置されている。圧延スタンド1には、そのような噴射ノズル列16が、上方と下方のワークロール3、4及び上方と下方のバックアップロール5、6の潤滑のために配置されている。

10

【0023】

出側8aには、上方の噴射ノズル列18と下方の噴射ノズル列19が、冷却及び不活性化用窒素の塗布20、場合によっては、それに代わって潤滑剤9の塗布21のために配備されている。

【0024】

全ての潤滑及び冷却用材料は、計算又は経験により算出される計算モデル22のモデル計算値に応じて変更可能な量として決定され、それに対応する信号が、測定器と接続された制御機器内の各アクチュエーターに転送される。それによって、圧延プロセス、特に、冷間圧延プロセスは、摩擦状況の調整によって極めて柔軟なものとなる。変化するプロセスパラメータに潤滑剤の量を依存させることは、短い時間間隔で更新する形で実行することができる。そうすることによって、全体としてロール間隙における摩擦の調整が上手く実行されることとなる。この最小限の潤滑は、圧延プロセスで必要なだけの潤滑剤9を塗布することを特徴とする。この場合、所謂基油は、様々な化学的な基質から構成することができ、最小限の潤滑17のための「媒体1」は、様々な等級x、yの「媒体2」と混合して、例えば、粘度や潤滑能力などの最小限の潤滑17に必要な特性を達成した「媒体n」とすることができる。このプロセスに続いて、出側8aでは、窒素の塗布及びそれに代わる潤滑剤の塗布が行われる。

20

30

【0025】

図2には、これらに適したプロセスデータ23が集約されており、「丸1」は、左から右に見て、速度測定器12からのストリップ速度、その次にストリップ品質（例えば、抗張力）等々を纏めて含むことを示す。

【0026】

ストリップ厚15、ストリップ幅24、平坦性測定器11aからのストリップの平坦性25、ストリップの表面品質（表面粗さ）26、ストリップの引張応力分布27が有る。ストリップ引張応力28は、平坦性測定器11aにより検出される。

【0027】

圧延力29のパラメータは、ロールの直径30、ロールの表面粗さ31、ロールの材料32、圧延トルク33、ロールの温度34及び金属ストリップ2の圧下率35から得られる。出側8aにおいて、同様の値が規定される。

40

【0028】

図3には、計算モデル22に関して考慮される個々の独立した設定パラメータが集約されており、それらにもとづく物理量からプロセスデータ23が得られ、計算モデル22では、別のサブ計算モデル（コンピュータプログラム）を援用している。

【0029】

基本モデルによって、パス計画の構成36を最適化する。潤滑剤の膜を評価するために、摩擦モデル37を援用する。従来の知識にもとづき、温度モデル38とロール3、4、5、6の塑性変形39を取り入れる。同様に、機械的なロール間隙モデル40（コンピュ

50

ータプログラム)を考慮する。更に、表面品質を最適化するためのモデル41を計算モデル22に取り入れる。圧延プロセス42に対する摩擦調整は、圧延ロールを考慮する場合、スキnpas時、或いは可変ロールの場合に対して行われる。更に、潤滑剤9の分布の流体力学モデル43と(金属ストリップ2に対するロール表面の)表面粗さ形成モデル(コンピュータプログラム)44を取り入れる。

【0030】

計算モデル22に対して与えられるパラメータから、圧延力29とストリップ引張応力28に関する設定パラメータ45を演算する(図3の左部分)。ストリップ厚15、ストリップの平坦性25、及び表面粗さ、光沢、その他の表面特性に関するストリップの表面品質26に対して、制御ループの個々の設定46が行われるとともに、個々の圧延プロセスに対する摩擦を調整することによって、パス計画の最適化47が行われる。

10

【0031】

図3(右部分)には、出側8aにおけるワークロール3、4と金属ストリップ2の熱膨張の予測48と最適化を図示している。形式、粘度及び温度に応じた潤滑剤の決定49を行っている。更に、ストリップの表面品質の最適化50とワークロールの表面粗さに関する値の選定を取り入れている。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】モデル計算(コンピュータプログラム)にもとづき動作する設定機構と関連付けられた冷間圧延スタンドのブロック接続図

20

【図2】物理特性にもとづくモデル計算に用いられる動作パラメータ又はプロセスパラメータの構成に関するブロック接続図

【図3】物理特性にもとづくモデル計算に用いられるパラメータを列挙したブロック接続図(図1と図3は、「丸1」と「丸3」により互いに繋がっており、図2と3は、「丸1」により互いに繋がっている)

【符号の説明】

【0033】

- 1 圧延スタンド
- 2 金属ストリップ
- 2 a 金属ストリップの上側
- 2 b 金属ストリップの下側
- 3 上方のワークロール
- 4 下方のワークロール
- 5 上方のバックアップロール
- 6 下方のバックアップロール
- 7 巻き戻し機
- 7 a 入側
- 8 巻き取り機
- 8 a 出側
- 9 清浄な潤滑剤
- 10 冷却剤
- 11 a (入側の)平坦性測定器
- 11 b (出側の)平坦性測定器
- 12 速度測定器
- 13 圧延ストリップの速度
- 14 圧延ストリップの品質
- 15 ストリップ厚
- 16 噴射ノズル列
- 17 最小限の潤滑の量、組成及び分布
- 18 上方の噴射ノズル列(窒素の塗布)

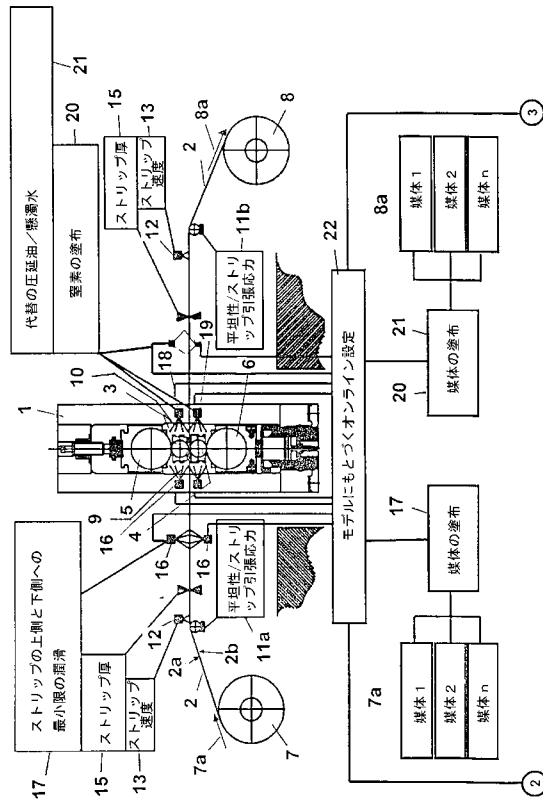
30

40

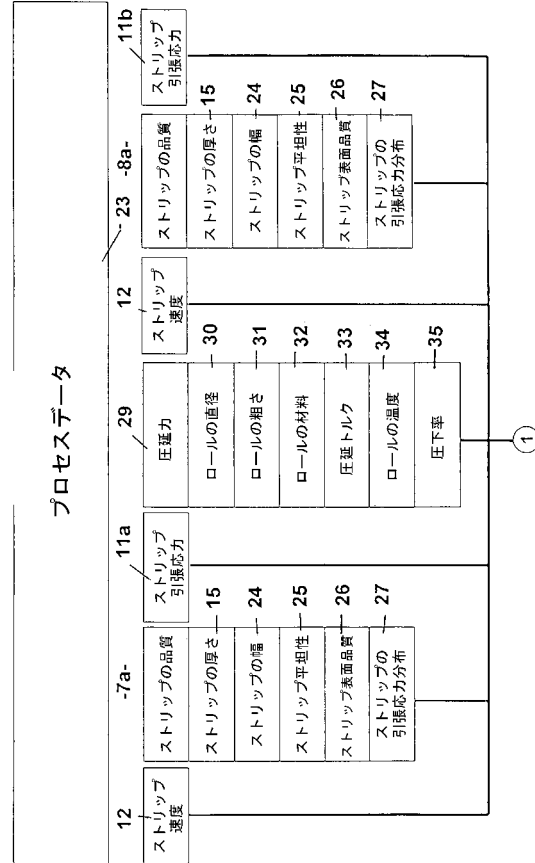
50

1 9	下方の噴射ノズル列（窒素の塗布）	
2 0	窒素の塗布	
2 1	代替潤滑剤の塗布	
2 2	計算モデル（コンピュータプログラム）	
2 3	プロセスデータ	
2 4	ストリップ幅	
2 5	ストリップの平坦性	
2 6	ストリップの表面品質	
2 7	ストリップの引張応力分布	
2 8	ストリップの引張応力	10
2 9	圧延力	
3 0	ロールの直径	
3 1	ロールの表面粗さ	
3 2	ロールの材料	
3 3	圧延トルク	
3 4	ロールの温度	
3 5	圧下率	
3 6	パス計画の構成	
3 7	摩擦モデル（コンピュータプログラム）	
3 8	温度モデル（コンピュータプログラム）	20
3 9	ロールの塑性変形	
4 0	機械的なロール間隙モデル（コンピュータプログラム）	
4 1	モデル／表面品質	
4 2	圧延プロセスに対する摩擦調整	
4 3	流体力学モデル（コンピュータプログラム）	
4 4	表面粗さ形成モデル	
4 5	圧延力／ストリップ引張応力の設定パラメータ	
4 6	第一レベルの制御システムの設定	
4 7	パス計画の最適化／調整	
4 8	熱膨張の予測	30
4 9	潤滑剤の決定	
5 0	ストリップの表面／ワークロールの表面粗さの最適化	

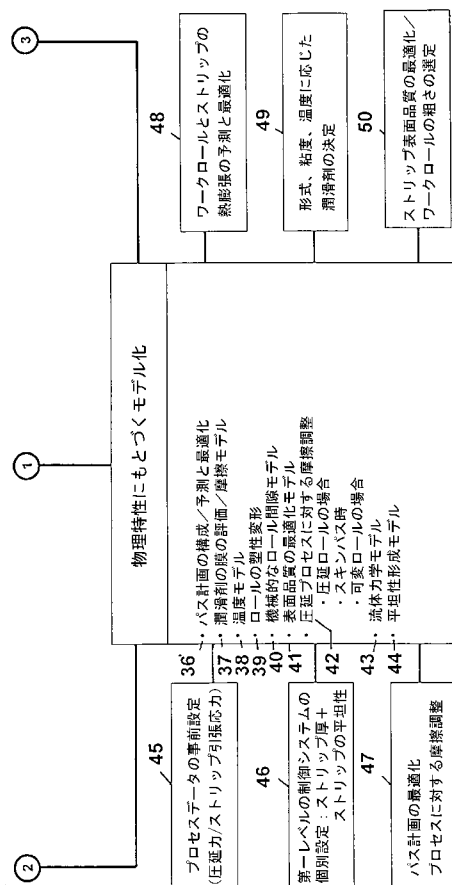
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(74)代理人 100153419

弁理士 清田 栄章

(72)発明者 パヴェルスキ・ハルトムート

ドイツ連邦共和国、4 0 8 8 3 ラティンゲン、ヴァッハテルヴェーク、6

(72)発明者 ヴァインガルテン・ルートヴィッヒ

ドイツ連邦共和国、4 0 2 3 7 デュッセルドルフ、レーテルストラーセ、1 6 7

(72)発明者 ギーゼラー・フリードヘルム

ドイツ連邦共和国、5 7 2 5 8 フロイデンベルク、ヒンター・デア・ネル、1 4

(72)発明者 ヨレット・ペーター

ドイツ連邦共和国、4 0 4 7 7 デュッセルドルフ、パルクストラーセ、3 9

(72)発明者 リヒター・ハンスペーター

ドイツ連邦共和国、5 7 5 2 0 フリーデヴァルト、イン・デア・カルクビッツェ、6

審査官 川村 健一

(56)参考文献 特開平09-239429 (JP, A)

特表2002-542037 (JP, A)

特開平09-108720 (JP, A)

特開2004-314086 (JP, A)

特開平02-151309 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21B 45/02

B21B 1/00 - 11/00

B21B 47/00 - 99/00