

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5537037号
(P5537037)

(45) 発行日 平成26年7月2日 (2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日 (2014.5.9)

(51) Int. Cl.	F I
B 2 1 B 37/38 (2006.01)	B 2 1 B 37/00 1 1 7 B
B 2 2 D 11/14 (2006.01)	B 2 2 D 11/14
B 2 2 D 11/16 (2006.01)	B 2 2 D 11/16 Z
B 2 2 D 11/06 (2006.01)	B 2 2 D 11/06 3 3 0 B
B 2 1 B 37/18 (2006.01)	B 2 1 B 37/02 B B M C
請求項の数 16 (全 21 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2008-557554 (P2008-557554)	(73) 特許権者	503093305
(86) (22) 出願日	平成19年3月7日 (2007.3.7)		ニューコア・コーポレーション
(65) 公表番号	特表2009-528920 (P2009-528920A)		アメリカ合衆国 2 8 2 1 1 ノースカロ
(43) 公表日	平成21年8月13日 (2009.8.13)		ライナ州 シャーロット レックスフォー
(86) 国際出願番号	PCT/AU2007/000289		ド ロード 1 9 1 5
(87) 国際公開番号	W02007/101308	(74) 代理人	110000512
(87) 国際公開日	平成19年9月13日 (2007.9.13)		特許業務法人山田特許事務所
審査請求日	平成22年1月15日 (2010.1.15)	(72) 発明者	ジェイソン ミューラー
(31) 優先権主張番号	60/780,326		アメリカ合衆国 1 5 0 5 7 ペンシルベ
(32) 優先日	平成18年3月8日 (2006.3.8)		ニア州 マクドナルド ナイン エイティ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ロード 4 4 1
(31) 優先権主張番号	11/625,031	(72) 発明者	ハロルド ブラッドレー リーズ
(32) 優先日	平成19年1月19日 (2007.1.19)		アメリカ合衆国 4 7 9 5 4 インディア
(33) 優先権主張国	米国 (US)		ナ州 ラドガ ノース ヒッコリー スト
前置審査			リート 7 3 4
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ストリップ平坦度及びストリッププロファイルの総合的な監視及び制御方法及びプラント

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属ストリップが熱間圧延機に入る前に金属ストリップの入口厚みプロファイルを計測し、

プロファイル及び平坦度操作要件を満たしつつ、目標厚みプロファイルモデルを用いて目標厚みプロファイルを計測入口厚みプロファイルの関数として算出し、

金属ストリップが熱間圧延機を出た後に金属ストリップの出口厚みプロファイルを計測し、

出口厚みプロファイルを計測入口厚みプロファイルから得られる目標厚みプロファイルと比較し差をとることによって、ストリップの長手方向ひずみを算出し、前記熱間圧延機

を出るストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置の制御信号として

前記長手方向ひずみから差ひずみフィードバックを生成し、

少なくとも前記差ひずみフィードバックに応答して前記装置を制御する

ことから構成される、熱間圧延機を有するストリップ鋳造プラントにおけるストリップ形状寸法制御方法。

【請求項 2】

熱間圧延機を出るストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置が、ベンディング制御器、間隙制御器及び冷却剤制御器から成る群から一つ又は複数選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

10

20

タイムフィルタリング機能と空間周波数フィルタリング機能を含む目標厚みプロフィールモデルを提供することから更に構成され、

前記目標厚みプロフィールを算出することが、目標厚みプロフィールモデル内でタイムフィルタリングと空間周波数フィルタリングの少なくとも一つを行うことを含む、請求項1又は請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記制御段階が温度補償と座屈検出を行うことを含む、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の方法。

【請求項5】

前記制御段階が、熱間圧延機の作業ロールに提供される冷却剤の量を制御するためにオペレータにより引起こされる冷却剤調整と作業ロールのロールベンディングを制御するためにオペレータにより引起こされるベンディング調整の少なくとも一つを行うことを含む、請求項1に記載の熱間圧延機を有するストリップ製造におけるストリップ形状寸法制御方法。

【請求項6】

前記目標厚みプロフィールがストリップ座屈を抑制する、請求項1乃至5のいずれか1項に記載の方法。

【請求項7】

熱間圧延機を有するストリップ製造プラントのストリップ形状寸法制御用制御構造において、

前記金属ストリップが前記圧延機に入る前に金属ストリップの入口厚みプロフィールを計測できる入口ゲージ装置と、

プロフィール及び平坦度操作要件を満たしつつ、目標厚みプロフィールモデルを用いて前記計測入口厚みプロフィールの関数として目標厚みプロフィールを計算できる目標厚みプロフィールモデルと、

前記金属ストリップが前記圧延機を出た後に前記金属ストリップの出口厚みプロフィールを計測できる出口ゲージ装置と、

出口厚みプロフィールを計測入口厚みプロフィールから得られた目標厚みプロフィールと比較し差をとることにより、ストリップの長手方向ひずみを算出し、前記長手方向ひずみから熱間圧延機を出るストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置の制御信号として差ひずみフィードバックを計算できる差ひずみフィードバックモデルと、

少なくとも前記差ひずみフィードバックに応答して前記装置を制御できる制御モデルとで構成される前記制御構造。

【請求項8】

熱間圧延機を出るストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置が、ベンディング制御器、間隙制御器及び冷却剤制御器から成る群から一つ又は複数選択される、請求項7に記載の制御構造。

【請求項9】

タイムフィルタリング機能と空間周波数フィルタリング機能を含む目標厚みプロフィールモデルを提供することから更に構成され、

前記目標厚みプロフィールモデルを算出することが、目標厚みプロフィールモデル内でタイムフィルタリングと空間周波数フィルタリングの少なくとも一つを行うことを含む、請求項7又は請求項8に記載の制御構造。

【請求項10】

前記差ひずみフィードバックモデルが温度補償機能と座屈検出機能とを含む、請求項7乃至9のいずれか1項に記載の制御構造。

【請求項11】

前記制御構造が、熱間圧延機の作業ロールに提供される冷却剤の量を制御するためにオペレータにより引起こされる冷却剤調整と作業ロールのロールベンディングを制御するためにオペレータにより引起こされるベンディング調整の少なくとも一つを支持する、請求

10

20

30

40

50

項 7 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の制御構造。

【請求項 12】

前記目標厚みプロフィールモデルがストリップ座屈を抑制する、請求項 7 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の制御構造。

【請求項 13】

連続鋳造によりストリップ形状寸法が制御される薄鋳造ストリップ製造方法において、
(a) 間にロール間隙を有する一対の鋳造ロールを備えた薄ストリップ鋳造機を組立て、
(b) ロール間隙上方の鋳造ロール間に鋳造溜めを形成でき、ロール間隙の端に隣接した側部堰が前記鋳造溜めを囲い込む、金属送給システムを組立て、

(c) 薄ストリップ鋳造機に隣接して、熱間ストリップが圧延されるロール間隙を形成する作業表面を有する作業ロールを備えた熱間圧延機を組立て、前記作業ロールは作業ロールにわたる所望形状に関連する作業ロール表面を有し、

(d) 制御信号に応答して前記熱間圧延機を出る前記ストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置を組立て、

(e) 出口厚みプロフィールを計測入口厚みプロフィールから得られる目標厚みプロフィールと比較し差をとることによりストリップの長手方向ひずみから差ひずみフィードバックを計測でき、少なくとも前記算出差ひずみフィードバックに応答して制御信号を生成できる制御システムを組立て、

(f) 制御システムから生成された前記制御信号に応答して前記熱間圧延機を出る前記ストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る前記装置に前記制御システムを接続することから構成される前記方法。

【請求項 14】

前記熱間圧延機を出る前記ストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る前記装置が、ベンディング制御器、間隙制御器及び冷却剤制御器から成る群から一つ又は複数選択される、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

連続鋳造によりストリップ形状寸法を制御した薄鋳造ストリップを製造する薄ストリップ鋳造プラントにおいて、

(a) 間にロール間隙を有する一対の鋳造ロールを備えた薄ストリップ鋳造機と、

(b) ロール間隙上方の鋳造ロール間に鋳造溜めを形成でき、ロール間隙の端に隣接した側部堰が前記鋳造溜めを囲い込む、金属送給システムと、

(c) 鋳造ロールを相互方向に回転させて鋳造ロールの表面上に凝固金属殻を形成し、鋳造ロール間のロール間隙を通して凝固殻から薄鋼ストリップを鋳造できる駆動装置と、

(d) 作業表面が間にロール間隙を形成する作業ロールを備え、それにより薄ストリップ鋳造機からの鋳造ストリップが圧延され得る、熱間圧延機と、

(e) 前記熱間圧延機に接続され、制御信号に応答して熱間圧延機により処理されたストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置と、

(f) 出口厚みプロフィールを計測入口厚みプロフィールから得られる目標厚みプロフィールと比較し差をとることによりストリップの長手方向ひずみから差ひずみフィードバックを算出でき、前記差ひずみフィードバックに応答して制御信号を生成でき、前記装置に接続されて該装置をして、前記制御信号に応答して熱間圧延機により処理されたストリップの形状寸法に影響を及ぼさせる制御システムと、

で構成される前記薄鋳造ストリッププラント。

【請求項 16】

熱間圧延機により処理された前記ストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る前記装置が、ベンディング制御器、間隙制御器、及び冷却剤制御器から成る群の一つ又は複数から選択される、請求項 15 に記載の薄ストリップ鋳造プラント。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

薄鋼ストリップの連続鑄造においては、溶融金属が鑄造ロールにより直接鑄造されて薄ストリップになる。薄鑄造ストリップの形状をとりわけ決めるのは鑄造ロールの鑄造表面である。

【背景技術】

【0002】

双ロール鑄造機においては、横方向に配置され、内部冷却され、相互方向に回転される一対の鑄造ロール間に溶融金属を導入するので、動いている鑄造ロール表面上に金属殻が凝固し、鑄造ロール間のロール間隙にて合わされて薄鑄造ストリップ品を生み出す。本明細書では「ロール間隙」という用語を鑄造ロール同士が最接近する領域全般を指すのに用いる。ロール間隙上方に位置決めされた可動タンディッシュ及びコアノズルで構成された金属送給システムへと取鍋から溶融金属を注いで、ロール間隙上方のロール鑄造表面に支持されロール間隙長さ方向に延びる溶融金属の鑄造溜めを形成できる。この鑄造溜めは通常、鑄造溜めの両端から溢流しないよう鑄造ロール端面に摺動係合保持された耐火性側部板又は側部堰によって囲い込まれている。

10

【0003】

薄鑄造ストリップは鑄造ロール間のロール間隙から下方に送給され、ガイドテーブルを横切る遷移路を通りピンチロールスタンドへと到達する。

【0004】

ピンチロールスタンドを出た後、薄鑄造ストリップは熱間圧延機を通ることによりストリップの形状寸法（geometry; 例えば、厚み、プロフィール、平坦度）を改変制御できる。

20

【0005】

熱間圧延機下流側の装置で計測するような、「計測した」ストリップ平坦度及び張力プロフィールは実際に熱間圧延機を制御するには不十分なものである。何故なら、（ストリップの計測下流側平坦度又は張力プロフィールが圧延機なしの平坦度又は張力プロフィールと非常に似通っている）冷間圧延機と違い、平坦度又は張力プロフィールがクリープ（creep）の作用により異なる可能性があるからである。高温では、鋼は圧延機の入口及び出口で引張り応力に応じてクリープという形で塑性変形を受ける。ロール間隙外の、ストリップが圧延機に出入りする領域で起きる塑性変形により、入口及び出口の引張り応力プロフィール、ストリップ平坦度並びにストリッププロフィールに変化が生じる。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

熱間鋼圧延機の出口ではストリップ温度が高いため、直接の接触によりストリップ平坦度又は引張り応力プロフィールを計測するのも困難で、平坦度を計測するために非接触型の光学的方法が従来用いられている。しかしながら、斯かる非接触型の平坦度計測では平坦度の計測が部分的なものとなってしまう。何故なら、決められた時間ではストリップの一部しか計測される平坦度不良を呈しないからである。加えて、ストリップのクリープにより、圧延機スタンド出口でのストリップの平坦度は下流側の実際の平坦度ゲージ位置で計測されるよりも著しく悪くなりがちである。

40

【0007】

薄ストリップの双ロール鑄造においては、鑄造ストリップは熱間圧延機で従来のストリップに典型的に見受けられるものよりも薄い。双ロール鑄造においては典型的には、薄ストリップは約1.8～1.6 mmの厚さに鑄造され、1.4～0.8 mmの厚さに圧延される。熱間圧延機へのストリップ入口温度は典型的なホットミルの最終スタンドで見出されるものよりも高く、ほぼ1100℃である。薄ストリップ高温鑄造工程の結果、ストリップ入口張力が低く、従って、熱間圧延機に入る前に座屈とクリープを比較的受けやすい。加えて、薄ストリップ鑄造では、平坦度を許容範囲に維持しつつ所望ストリッププロフィールを有するストリップを製造するのが望ましい。何故なら、製品は冷間圧延の代用品として用いられることがあるからである。ストリップ形状寸法は鑄造機により大きく制御

50

される。熱間圧延機で低張力を用いると小さな局部ロール間隙エラーとストリップ幅方向の引張り応力ロスが生じ、ストリップの座屈とストリップ平坦度不良が生じる。我々は引張り応力によりストリップの平坦度を制御する道が開かれることを見出した。

【課題を解決するための手段】

【0008】

金属ストリップが熱間圧延機に入る前に金属ストリップの入口厚みプロフィールを計測し、

プロフィール及び平坦度操作要件を満たしつつ、目標厚みプロフィールモデルを用いて目標厚みプロフィールを計測入口厚みプロフィールの関数として算出し、

金属ストリップが熱間圧延機を出た後に金属ストリップの出口厚みプロフィールを計測し、

出口厚みプロフィールを計測入口厚みプロフィールから得られる目標厚みプロフィールと比較し差をとることによって、ストリップの長手方向ひずみを算出し、前記熱間圧延機を出るストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置の制御信号として前記長手方向ひずみから差ひずみフィードバックを生成し、

少なくとも前記差ひずみフィードバックに応答して前記装置を制御する

という諸段階から構成される、熱間圧延機を有するストリップ鋳造プラントにおけるストリップ形状寸法制御方法が開示される。

【0010】

プロフィール及び平坦度操作要件は、目標厚みプロフィールがストリップ座屈を抑制するよう選択できる。

【0011】

熱間圧延機を出るストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置は、熱間圧延機の負荷ロール間隙を改変できる、ベンディング制御器、間隙制御器、冷却剤制御器、その他の装置からなる群から一つ又は複数選択できる。

【0013】

熱間圧延機を有するストリップ鋳造プラントにおけるストリップ形状寸法制御方法は、更に、タイムフィルタリング機能と空間周波数フィルタリング機能を含む目標厚みプロフィールモデルを提供することから更に構成され、目標厚みプロフィールモデル内でタイムフィルタリングと空間周波数フィルタリングのうちの少なくとも一つを行うことによる目標厚みプロフィールの算出を含むことができる。

【0016】

制御段階は又、温度補償と座屈検出を行うことを、若しくは熱間圧延機の作業ロールに提供される冷却剤の量を制御するためにオペレータにより引起こされる冷却剤調整と作業ロールのロールベンディングを制御するためにオペレータにより引起こされるベンディング調整の少なくとも一つを行うことを含むことができる。

【0017】

より明細には、熱間圧延機を有するストリップ鋳造プラントにおけるストリップ形状寸法制御方法は双ロール鋳造機による連続鋳造に用いることができ、以下の段階から構成される。

(a) 間にロール間隙を有する一对の鋳造ロールを備えた薄ストリップ鋳造機を組立て、
(b) ロール間隙上方の鋳造ロール間に鋳造溜めを形成でき、ロール間隙の端に隣接した側部堰が前記鋳造溜めを囲い込む、金属送給システムを組立て、

(c) 薄ストリップ鋳造機に隣接して、熱間ストリップが圧延されるロール間隙を形成する作業表面を有する作業ロールを備えた熱間圧延機を組立て、前記作業ロールは作業ロールにわたる所望形状に関連する作業ロール表面を有し、

(d) 制御信号に応答して前記熱間圧延機を出る前記ストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置を組立て、

(e) 出口厚みプロフィールを計測入口厚みプロフィールから得られる目標厚みプロフィールと比較し差をとることによりストリップの長手方向ひずみから差ひずみフィードバック

10

20

30

40

50

クを計測でき、少なくとも前記算出差ひずみフィードバックに応答して制御信号を生成できる制御システムを組立て、

(f) 制御システムから生成された前記制御信号に応答して前記熱間圧延機を出る前記ストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る前記装置に前記制御システムを接続する。

【0018】

双ロール鋳造機で方法を行うため、溶鋼を対の鋳造ロール間に導入して、鋳造ロールの鋳造表面上に支持され、側部堰で囲い込まれた鋳造溜めを形成し、鋳造ロールが相互方向に回転させられて鋳造ロールの表面上に凝固金属殻を形成し、鋳造ロール間のロール間隙を通して凝固殻から薄鋼ストリップを鋳造できる。

【0019】

熱間圧延機により処理されたストリップの形状寸法に影響を及ぼす装置は、制御信号の少なくとも一つに応答して作業ロールのロール間隙、作業ロールによるベンディング、及び／又は作業ロールへ提供される冷却剤を変更して、熱間圧延機を出る熱間ストリップの形状寸法に影響を及ぼすことができる。

【0020】

又、熱間圧延機を有するストリップ鋳造プラントにおけるストリップ形状寸法制御用制御構造が開示され、以下から構成される。

前記金属ストリップが前記圧延機に入る前に金属ストリップの入口厚みプロフィールを計測できる入口ゲージ装置と、

プロフィール及び平坦度操作要件を満たしつつ、目標厚みプロフィールモデルを用いて前記計測入口厚みプロフィールの関数として目標厚みプロフィールを計算できる目標厚みプロフィールモデルと、

前記金属ストリップが前記圧延機を出た後に前記金属ストリップの出口厚みプロフィールを計測できる出口ゲージ装置と、

出口厚みプロフィールを計測入口厚みプロフィールから得られた目標厚みプロフィールと比較し差をとることにより、ストリップの長手方向ひずみを算出し、前記長手方向ひずみから熱間圧延機を出るストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置の制御信号として差ひずみフィードバックを計算できる差ひずみフィードバックモデルと、

差ひずみフィードバックに応答して熱間圧延機を出るストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置を制御できる制御モデル。

【0021】

目標厚みプロフィールモデルはストリップ座屈を抑制できる。

【0022】

差ひずみフィードバックモデルは温度補償機能と座屈検出機能をも含むことができる。

【0026】

目標厚みプロフィールモデルは、タイムフィルタリング機能と空間周波数フィルタリング機能を含む目標厚みプロフィールモデルを提供することから更に構成され、前記目標厚みプロフィールモデルを算出することが、目標厚みプロフィールモデル内でタイムフィルタリング機能と空間周波数フィルタリング機能の少なくとも一つを目標厚みプロフィール算出の一部として含むことができる。

【0028】

又、熱間圧延機を出るストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置は、ベンディング制御器、間隙制御器及び冷却剤制御器から成る群から選択される一つ又は複数とすることができる。

【0029】

制御構造は又、熱間圧延機の作業ロールに提供される冷却剤の量を制御するためにオペレータにより引起こされる冷却剤調整及び作業ロールのロールベンディングを制御するためにオペレータにより引起こされるベンディング調整の少なくとも一つを支持することができる。

【0030】

10

20

30

40

50

制御構造は、ストリップ形状寸法を制御して薄铸造ストリップを連続的に製造する薄ストリップ铸造プラントに設けることができ、以下で構成される。

(a) 間にロール間隙を有する一対の一対の铸造ロールを備えた薄ストリップ铸造機と、
(b) ロール間隙上方の铸造ロール間に铸造溜めを形成でき、ロール間隙の端に隣接した側部堰が前記铸造溜めを囲い込む、金属送給システムと、

(c) 铸造ロールを相互方向に回転させて铸造ロールの表面上に凝固金属殻を形成し、铸造ロール間のロール間隙を通して凝固殻から薄鋼ストリップを铸造できる駆動装置と、

(d) 作業表面が間にロール間隙を形成する作業ロールを備え、それにより薄ストリップ铸造機からの铸造ストリップが圧延され得る、熱間圧延機と、

(e) 前記熱間圧延機に接続され、制御信号に応答して熱間圧延機により処理されたストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置と

(f) 出口厚みプロフィールを計測入口厚みプロフィールから得られる目標厚みプロフィールと比較することによりストリップの長手方向ひずみから差ひずみフィードバックを算出でき、前記差ひずみフィードバックに응答して制御信号を生成でき、前記装置に接続されて該装置をして、前記制御信号に응答して熱間圧延機により処理されたストリップの形状寸法に影響を及ぼさせる制御システム。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

本発明のこれら及びその他の利点及び新規の特徴、並びに、その例示的な実施例の詳細は以下の記述及び図面からより充分に理解されるであろう。

【0034】

図1は、圧延機15及び制御構造200を有する薄ストリップ铸造プラント100を示す概略図である。例示した铸造・圧延設備を構成する双ロール铸造機は全体に参照番号11で示され、薄铸造鋼ストリップ12を製造し、铸造ロール22と側部堰26で構成される。操業中、铸造ロールは駆動装置(図示せず)によって相互方向に回転される。少なくとも可動タンディッシュ23、大タンディッシュ25及びコアノズル24で構成された金属送給システムが溶鋼を双ロール铸造機11に提供する。薄铸造鋼ストリップ12は铸造ロール22間のロール間隙27を介して下方に行き、遷移路に入ってガイドテーブル13を横切り、ピンチロールスタンド14に至る。ピンチロールスタンド14を出る薄铸造ストリップ12は、バックアップロール16及び上下作業ロール16A、16Bで構成される熱間圧延機15を通り、ストリップの形状寸法(例えば、厚み、プロフィール及び/又は平坦度)を、制御されて改変できる。ストリップ12は、圧延機15を出たら、ランアウトテーブル17を通して、水ジェット18により強制冷却でき、次いで、一対のピンチロール20A、20Bで構成されるピンチロールスタンド20に至り、更には巻取器19に至って、ストリップ12は、例えば、20トンのコイルに巻き取られる。制御構造200は圧延機15に接続し、オプションでは、铸造機フィードバック制御器301(図3参照)にも接続して鋼ストリップ12の形状寸法(例えば、厚み、プロフィール、及び/又は平坦度)を制御する。

【0035】

本発明においては、本明細書で記述するように、連続双ロール铸造システムの圧延機でのストリップ平坦度及びプロフィールをより良く制御するために合成フィードバック信号(差ひずみフィードバック)が造られる。平坦度欠陥はストリップのその他全般的な振動や体並進運動から区別することができる。もし区別できないとしたら、典型的にはストリップの非対称欠陥を示す誤った判定が生じ得、差動ベンディング制御及び冷却剤制御の問題をもたらす得る。又、フィードバック制御として平坦度測定値のみを用いることは、圧延機ロール入口及び出口で十分な大きさの座屈欠陥を許してしまい、下流ゲージ位置で明白に検出可能な平坦度問題でないストリップの噛み込み(pinching)や引き裂き(tearing)の危険がある。

【0036】

図2は、図1の圧延機15に接続する図1の制御構造200のブロック図である。制御

10

20

30

40

50

構造 200 は、出口平坦度計測値等の計測器具と協力して、圧延機 15 の入口及び出口における正確なストリップ厚みプロファイル計測値を提供して統合的なフィードフォワード・フィードバックプロファイル、ひずみ及び平坦度の制御計画を形成する。

【0037】

制御構造 200 は、金属ストリップ 12 が圧延機 15 に入る前の入来金属ストリップ 12 の入口厚みプロファイル 211 を計測できる入口ゲージ装置 210 を含む。入口ゲージ装置 210 は、入来金属ストリップ 12 の入口厚みプロファイルを計測できる X 線、レーザー、赤外線等の装置で構成できる。入口ゲージ装置 210 からの入口計測値 211 は、制御構造 200 の目標厚みプロファイルモデル 220 にフィードフォワードされる。目標厚みプロファイルモデル 220 は、目標厚みプロファイル 221 を達成するために必要な形状寸法の変化が（以下で詳細に述べる）ストリップ座屈を生み出すのに不充分であるように、計測入口厚みプロファイル 211 の関数として目標厚みプロファイル 221 を算出することができる。目標厚みプロファイル 221 は、ストリッププロファイル及び平坦度操作要件を満足する。

10

【0038】

目標厚みプロファイルモデル 220 はプロセッサに基づくプラットフォーム（例えば、パソコン）上でソフトウェアで行われる数学的モデルで構成されていてよい。若しくは、目標厚みプロファイルモデル 220 は、例えば特定用途向け集積回路(ASIC)におけるファームウェアで行われる数学的モデルで構成されていてよい。目標厚みプロファイルモデル 220 は当業者に公知である他の仕方で行われてもよい。同様に、本明細書で記述される他のモデルも種々の仕方で行い得る数学的モデルである。

20

【0039】

目標厚みプロファイルモデル 220 は、制御構造 200 のロール間隙モデル 230 にも作動接続する。現在の入口厚みプロファイル 211 を前提として、目標厚みプロファイル 221 を維持するのに必要な形状寸法 211' 変更が、目標厚みプロファイルモデル 220 からロール間隙モデル 230 へとフィードフォワードされる。ロール間隙モデル 230 は、圧延機 15 の作業ロール 16A, 16B 間のロール間隙圧力に対応する少なくとも入口形状寸法 211' 変化の関数としてロール間隙圧力プロファイル 231 を生成することができる。ロール間隙モデル 230 は、圧延機装置の物理的寸法及び特性を圧延力外乱 216、張力及び入来厚みプロファイル 211 の計測値と共に用いて、目標厚みプロファイル達成に必要なロール間隙圧力プロファイルを生成することもできる。

30

【0040】

目標厚みプロファイルモデル 220 及びロール間隙モデル 230 はフィードフォワードロールスタック偏向モデル 240 にも作動接続する。フィードフォワードロールスタック偏向モデルは、フィードフォワード平坦度制御とフィードフォワードプロファイル制御を提供する。フィードフォワードロールスタック偏向モデル 240 は、少なくとも目標厚みプロファイル 221 とロール間隙圧力プロファイル 231 の関数として、アクチュエータプロファイル及び平坦度制御の感度ベクトル(sensitivity vectors) 241 とフィードフォワード制御基準 242 を生成することができる。アクチュエータプロファイル及び平坦度制御の感度ベクトル 241 とフィードフォワード制御基準値 242 は入来ストリップ厚みプロファイル 211 における外乱及び圧延機 15 内のロール力の外乱 216 に応じて、ベンディング制御器 250 とロール間隙制御器 255（又は圧延機 15 の負荷作業ロール間隙に影響を与えるその他の適宜装置）を制御するのに用いられる。作業ロール 16A 及び／又は 16B によるベンディングはベンディング制御器 250 により制御される。作業ロール 16A, 16B 間のロール間隙はロール間隙制御器 255 により制御される。

40

【0041】

感度ベクトルは、アクチュエータ設定の変更により創られる横方向ストリップ厚みプロファイル又はストリップ平坦度に対する効果を表す。例えば、圧延機が特定の操作状態にある間にベンディングを変更することは、図 6 のグラフ 600 に示すように、ストリッププロファイル又は平坦度をオリジナルの状態 A から別の状態 B に変化させる。感度ベクト

50

ルとは、状態Aと状態Bとを異ならせてその結果を、状態Aから状態Bへの変更の原因であるアクチュエータ設定変更で割る(dividing)ことにより得られるベクトルである。

【0042】

フィードフォワード制御基準値は、平坦度又はプロファイルの改良等、ストリップの特定部分の何らかの制御目標を達成するのに必要な制御アクチュエータ、制御ベンディングの基準値であり、ストリップの特定部分が圧延機に入る前に得られる情報に基づいて算出される。最も一般的な形は、計測入口プロファイル、即ち、現在のロール力及びロールスタック形状寸法(ロールサイズ、幅等)を前提とした圧延機に入る前の計測に基づく、ベンディング設定改良の計算であろう。斯かる計算は、本明細書においてロールスタック偏向モデル(roll stack deflection model) 240として知られる数学的モデルによって容易にされる。

10

【0043】

制御構造200は、金属ストリップ12が圧延機15を出た後に金属ストリップ12の出口特徴217を計測できる出口ゲージ装置215も含む。出口ゲージ装置215は、出口厚みプロファイル217Aを計測でき及び／又は出立する金属ストリップ12のその他特徴(例えば、ストリップ温度及びストリップ平坦度)を計測できるX線、レーザー、赤外線その他の装置で構成することができる。出口ゲージ装置215からの計測値は、出口ゲージ装置215に作動接続する制御構造200の差ひずみフィードバックモデル260に送られる。差ひずみフィードバックモデル260は目標厚みプロファイルモデル220にも作動接続しており、少なくとも算出目標厚みプロファイル221、計測出口厚みプロファイル217A及び目標ひずみプロファイル360(図3参照、図3に関連して以下で更に詳しく論じる)の関数として差ひずみフィードバック261を算出することができる。

20

【0044】

出口ゲージ装置215からの計測値は、少なくとも出口厚みプロファイル217Aに回答して適応ロール間隙エラーベクトル271を生成してフィードフォワードロールスタック偏向モデル240の適応を引き起こすことができる制御構造200の適応ロールスタック偏向モデル270にも送られる。適応ロールスタック偏向モデル270は、圧延機15から適応ロール間隙エラーベクトル271を生成するのに使うことができるロール力パラメータ(roll force parameter) 216も受け取る。

30

【0045】

制御構造200はフィードフォワードロールスタック偏向モデル240と差ひずみフィードバックモデル260に作動接続した制御モデル280も含むことができる。制御モデル280は、少なくとも差ひずみフィードバック261及びアクチュエータプロファイル及び平坦度制御の感度ベクトル241に回答して、ベンディング制御器250、間隙制御器255、冷却剤制御器290等、圧延機15の負荷作業ロール間隙の形に影響する適宜装置の少なくとも一つを制御する制御信号281～283を生成できる。冷却剤制御器290は、制御されて冷却剤を作業ロール16A、16Bに提供する。ベンディング制御器250、間隙制御器255及び冷却剤制御器290の各々は各圧延機アクチュエータパラメータ291～293を圧延機15に提供して、上記したような圧延機15の種々の特徴を扱い、金属ストリップ12の形状を適応させる。

40

【0046】

図3は、図1及び図2の圧延機15に接続した図1及び図2の制御構造200の比較的詳細なブロック図である。図3は、金属ストリップ12が鋳造機ロール22を出て、入口ゲージ210を通り、圧延機15に入り、圧延機15を出て、出口ゲージ215を通るのも示している。オプションとして、制御構造200は、計測入口厚みプロファイル211の処理済み版211"を用いて鋳造機ロール22の操作を適応させる鋳造機フィードバック形状寸法制御部301を含む。斯かる鋳造機フィードバック形状寸法制御部301は金属ストリップ12の入口厚みプロファイル211が所望の名目鋳造目標ストリッププロファイル302に対応することを許す役目を果たす。

50

【0047】

目標厚みプロフィール221は単位厚みプロフィール毎の目標であってよく、ストリップ12に容認できない座屈を生じることのない、入来入口厚みプロフィール211を前提とした厚みプロフィールの本質的な改良に基づくことができる。斯かる目標厚みプロフィール221は出口厚みプロフィールとの比較において実際の入来厚みプロフィール211のみの代わりに用いられて、以下で述べるようにフィードバックエラー（差ひずみフィードバック）を生成する。従って、圧延機制御器は強制されて出口厚みプロフィールを駆り立てて、ストリップの座屈特性によって設定された限界制約を遵守する目標厚みプロフィールに適合させる。座屈限界制約を超えない状況で制御応答を生み出し、プロフィール及び平坦度の改良を生じる。

10

【0048】

計測入口厚みプロフィール211は目標厚みプロフィールモデル220への入力であり、モデル220内のタイムフィルタリング機能222及び空間周波数フィルタリング機能223を用いてタイムフィルタリングと空間周波数フィルタリングを行うことにより処理される。目標厚みプロフィールモデル220は、モデル220により生成される目標厚みプロフィール221に座屈限度制約及び／又はプロフィール変化限界制約を組み入れる役目を果たすストリップモデル225を含むことができる。斯かる限界により、薄ストリップ製造プラント100による処理中に金属ストリップ12を座屈させ得るパラメータに金属ストリップ12の形状寸法変化が近づくのが避けられる。即ち、目標厚みプロフィール221は、ストリップ座屈限度との矛盾のない入来入口厚みプロフィール211の改良を組み込んでいる。従って、製造機からの異常な形状寸法があると、目標厚みプロフィール221は自動的に製造形状寸法の変動を感知する。

20

【0049】

本発明の実施例によれば、目標厚みプロフィールモデル220は、以下のような数学的アルゴリズムを行う。

$H(x)^* = H^{mill}(x) + dH_{hfspill}(x)$; 221 目標厚みプロフィール

但し、 $H^{mill}(x) = LSPF(LPF(H(x)))$; 211 "低空間及びタイム周波数フィルタリングされた入来ストリップ厚みプロフィール、

但し、 $LSFF()$ は223 低位多項式に最適化する最小二乗法による低空間周波数フィルタ、

30

但し、 $LFP()$ は222 1～10 製造機ロール回転数あたりにタイム定数を設定したローパスフィルタ、

但し、 $H(x)$ は211 入口厚みプロフィール、

但し、 $dH_{hfspill}(x) = sH_{error}(x) - dH_{errorlimited}(x)$; 高周波過剰から目標で(High frequency sillover to target)、局部座屈を避け、

但し、 $dH_{errorlimited}(x) = \min(dH_{error}(x), Limit_{dh}(x))$; 225 座屈限界後の局部形状寸法変化、

但し、 $Limit_{dh}(x)$ は、 $Limit_{dh}(x) = H^*(K^*Cs^*(H/Wc(x))^{**2} + \text{平均全ひずみ及び適用張力のための補正})$ から評価し、最大局部形状寸法変化を与えて座屈を避け、

40

但し、

H = 平均入口厚み、

$Wc(x)$ = 局部圧縮域幅、

$Cs = \pi^{**2}E/(12(1-\mu^{**2}))$ 弾性定数、

K = 制約スケール係数

【0050】

従って、目標厚みプロフィールモデル220は、入口形状寸法、ストリップ張力、全圧延ひずみ、及び、タイム及び空間的フィルタリング定数の選択の関数である。結果としての目標厚みプロフィール221はフィードフォワードロールスタック偏向モデル240及び差ひずみフィードバックモデル260に送られる。

50

【0051】

ロール間隙モデル230は、現在の入口厚みプロフィールを前提として目標厚みプロフィールを達成するのに必要な厚みプロフィールの変化を表す処理済み版211'も受け取る。ストリップモデル225及びロール間隙モデル230はクリープ、座屈、関連した形状寸法及びロール間隙の外で起き得る応力変化、及び圧延機15のロール間隙内で起き得る圧力変化の責を負う。

【0052】

若しくは、制御構造200の入口ゲージ210はなくてもよく、又は、結果の目標厚みプロフィール221が実際の計測入口厚みプロフィール情報211の代わりに推定された入口厚みプロフィール情報に基づくことが禁じられる。従って、そのような代替の実施例では目標厚みプロフィール221は実際の入口厚みプロフィール211とは無関係である。

10

【0053】

フィードフォワードロールスタック偏向モデル240は、完全に限られた差ロールスタック偏向モデル、若しくは、負荷ロール間隙形を所望ストリップ厚みプロフィールに合わせて改良する所要プロフィールアクチュエータ設定を予想する単純化モデルであってよい。モデルへの入力は、圧延機15の形状寸法、入来ストリップ形状寸法、ストリップとロールとの間のロール間隙圧力プロフィール231、及び、所望の若しくは現在の圧延力216を含む。モデルの出力は、フィードフォワード制御のための最適化アクチュエータ制御基準値242と、フィードバック制御計画で用いられるアクチュエータプロフィールと平坦度の感度ベクトル241である。

20

【0054】

差ひずみフィードバックモデル260は出口ゲージ215から出口厚みプロフィール217A、ストリップ温度217B、及びストリップ平坦度217Cの計測値を受け入れる。出口ゲージ装置215からの平坦度計測値217Cは差ひずみフィードバックモデル260内の信号処理段階330を通過させられて測定値から体動成分を除去する。従って、長手方向軸線を中心にしたストリップ回転、ストリップ縦揺れ又はストリップ振動による計測値は除去することができる。斯かる信号処理で、非平坦度の誤った判定が減少する。処理済み出口厚みプロフィール217Aはひずみエラー推定器305で目標厚みプロフィール221と比較されて圧延ひずみプロフィール310の初期推定値を形成する。圧延ひずみプロフィール310の生の推定値は、自動ゼロ化機能320を用い、圧延機15が関わっている場合には圧延ひずみプロフィール310から組織的計測エラー値を差し引くことにより更に処理する。組織的計測エラー値は、圧延機が関わっていない場合には、入口及び出口厚みプロフィールの比較により生成される。ストリップ鑄造プラント100が圧延機の関わりなく操業している場合、組織的計測エラー値がストリップ鑄造プラント100に存在しなくて入口及び出口厚みプロフィールの測定値が同一である、というのが理想である。しかしながら、これはあり得そうだとともに、まれなことである。従って、組織的計測エラーはゼロ化される（圧延ひずみプロフィール310の推定値から取り除かれる）。

30

【0055】

又、他の出口ゲージ情報を圧延ひずみプロフィールの推定値に組み入れることが可能である。座屈部を検出する信号処理330及び（横温度プロフィールの効果を補う）温度補償機能340をストリップ平坦度217C及びストリップ温度217B計測値に基づいて行い、それらの結果を圧延ひずみプロフィール310の推定値に組み入れることが可能である。結果として、圧延中に起き得るプロフィール計測特性間の違いの経時変化に強い全幅圧延ひずみプロフィール350が形成される。圧延ひずみプロフィール350は所望目標ひずみプロフィール360と比較されて差ひずみフィードバック値261（エラー値）を形成し、それが制御モデル280にフィードバックされる。

40

【0056】

アクチュエータプロフィール及び平坦度制御の感度ベクトル241と共に、差ひずみフ

50

フィードバックモデル 260 からの差ひずみフィードバック値 261 が制御モデル 280 によって用いられて、ベンディング制御器 250、ロール間隙制御器 255 及びフィードバック冷却剤制御器 290 に対して一組の制御信号 281～283 を生成する。平坦度制御の感度ベクトル 241 を用いて差ひずみフィードバック 261 で数学的点乗積操作を行い、その結果が制御計画 (scheme) で用いられる種々のアクチュエータのスカラアクチュエータエラー値である。平坦度制御の感度ベクトル 241 は、オンライン計算で得ることができない場合、オフライン計算又は実験観察を介してたどり着く手計算での概算等の非リアルタイム源で提供することができる。平坦度制御の感度ベクトル源が何であるかに関わらず、結果としてのスカラアクチュエータエラー値をフィードバック制御器 370、380 で用いて機能を果たすことができる。制御モデル 280 内で、対称フィードバック制御機能 370 及び非対称フィードバック制御機能 380 が行われて、ベンディング制御器 250 及びロール間隙制御器 255 に対して制御信号 281、282 を生成する。

10

【0057】

座屈に対するストリップの特定領域の潜在能力は、ストリップの平均状態よりもストリップ局部域の応力とひずみ状態に関連する。従って、局部的座屈検出 390 も制御モデル 280 内で行われて、フィードバック冷却剤制御 290 への制御信号 283 を生成する。制御信号 281～283 及びフィードフォワード制御基準 242 により圧延機 15 の種々の局面の自動制御ができて、ストリップ座屈などの問題を起こすことなく、圧延機 15 が出る金属ストリップの所望ストリップ形状寸法（例えば、プロフィールと平坦度）を達成できる。

20

【0058】

加えて、ベンディング制御器 250 は更に、オペレータの引起こすベンディング調整機能 395 によって手動で適応でき、冷却剤制御器 290 は更に、制御構造 200 によって支持された、オペレータの引起こす噴霧調整機能 399 により更に手動で適応できる。全般に、入手できる、分節スプレーヘッド、ロールベンディング、ロール傾斜その他のロールクラウン操作アクチュエータを用いてフィードバック制御を達成し、観測圧延ひずみプロフィールにおけるエラーを最小限にし得る。

【0059】

ベンディング制御器 250 と間隙制御器 255 と冷却剤制御器 290 は、制御信号 281～283、フィードフォワード制御基準値 242 及びオペレータ調整入力値に応答して圧延機に圧延機アクチュエータパラメータ 291～293 を提供し、所望ストリップ形状寸法結果を達成する。ベンディング制御器 250 が圧延機 15 の作業ロール 16A、16B のロールベンディングを制御する。間隙制御器 255 が作業ロール 16A、16B 間のロール間隙を制御する。冷却剤制御器 290 が作業ロール 16A、16B へ提供される冷却剤の量を制御する。

30

【0060】

斯かる連続双ロール鋳造により、上記した特徴を持つプラント 100 は、大きなプロセス外乱に応答して、現今のストリップ鋳造条件を前提として本質的に改良した出口厚みプロフィールのストリップを製造すると共に熱間圧延機ロール間隙の入口又は出口でのストリップの座屈を避けることができる。入来厚みプロフィール情報を用い、入来及び出立厚みプロフィール情報間の差を正しく用いることが、プロフィール及び平坦度制御の技術を前進させる重要な段階を提供する。

40

【0061】

図 4 は、熱間圧延機 15 を有するストリップ鋳造プラントでのストリップ形状寸法制御方法 400 の実施例のフローチャートである。段階 410 で、入来金属ストリップ 12 の入口厚みプロフィール 211 を計測してから金属ストリップ 12 が熱間圧延機 15 に入る。段階 420 で、プロフィール及び平坦度操作要件を満たしつつ、目標厚みプロフィール 221 を計測入口厚みプロフィール 211 の関数として算出する。段階 430 で、金属ストリップ 12 が熱間圧延機 15 を出た後に金属ストリップ 12 の出口厚みプロフィール 217A を計測する。段階 440 で、出口厚みプロフィール 217A を計測入口厚みプロフ

50

ィールから得られる目標厚みプロフィール221と比較することによって、差ひずみフィードバック261をストリップの長手方向ひずみから算出する。段階450で、熱間圧延機15を出たストリップの形状寸法12に影響し得る装置を、差ひずみフィードバック261、圧延機15状態及び入来厚みプロフィール211に応答して制御する。

【0062】

熱間圧延機15を有するストリップ鋳造でのストリップ形状寸法制御方法400において、熱間圧延機を出るストリップの形状寸法に影響し得る装置は、ベンディング制御器250、間隙制御器255、冷却剤制御器293のいずれかであるか若しくは全てである。

【0063】

方法400は、更に、入口厚みプロフィール211と熱間圧延機の寸法及び特性からロール間隙圧力プロフィール231を算出し、目標厚みプロフィール221とロール間隙圧力プロフィール231の関数としてフィードフォワード制御基準242及び／又は感度ベクトル241を算出して鋳造ストリップ12でのプロフィール及び平坦度ばらつきの補償を許すことを含んでよい。熱間圧延機15を出るストリップの形状寸法に影響し得る装置は更に、算出フィードフォワード制御基準242及び／又は算出感度ベクトル241に回答して制御してよい。更に又、適応ロール間隙エラーベクトル271は計測出口厚みプロフィールから生成して、フィードフォワード制御基準242及び感度ベクトル241の少なくとも一つの算出に用いることができる。

【0064】

図5は、連続鋳造による、ストリップ形状寸法を制御した薄鋳造ストリップ製造方法500のフローチャートである。段階510で、間にロール間隙を有する一対の鋳造ロールを備えた薄ストリップ鋳造機を組立てる。段階520で、ロール間隙上方の鋳造ロール間に鋳造溜めを形成できて、ロール間隙の端に隣接した側部堰で鋳造溜めを囲い込む、金属送給システムを組立てる。段階530で、薄ストリップ鋳造機に隣接して熱間圧延機を組立て、該熱間圧延機は入来熱間ストリップの圧延されるロール間隙をロール間に形成する作業表面を備えた作業ロールを有し、作業ロールの作業ロール表面は作業ロールにわたる所望形状に関連する。段階540で、制御信号に回答して熱間圧延機を出るストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置を組立てる。段階550において、差ひずみフィードバックを生成することができ、差ひずみフィードバック、圧延機状態及び入来厚みプロフィールに回答して制御信号を生成できる制御システムを組立てる。段階560で、制御システムを、熱間圧延機を出るストリップの形状寸法に影響を及ぼし得る装置に作動接続する。段階570で、溶鋼を対の鋳造ロール間に導入して、鋳造ロールの鋳造表面に支持され、側部堰により囲い込まれる鋳造溜めを形成する。段階580で、鋳造ロールを相互方向に回転させて鋳造ロール表面上に凝固金属殻を形成し、鋳造ロール間のロール間隙を介して凝固殻から薄鋼ストリップを鋳造する。段階590で、入来薄鋳造ストリップを熱間圧延機の作業ロール間で圧延して、制御信号の少なくとも一つに回答して作業ロールに提供される作業ロール間隙、作業ロールによるベンディング、作業ロールに提供される冷却剤の少なくとも一つを変更して、熱間圧延機を出る熱間ストリップの形状寸法に影響を与える。

【0065】

方法500で、熱間圧延機15を出るストリップの形状寸法に作用することができる装置は、ベンディング制御器250、間隙制御器255及び冷却剤制御器290のうちの一つ又は複数であり得る。制御システムは更にフィードフォワード制御基準値242及び感度ベクトル241を生成でき、更に、差ひずみフィードバック261、フィードフォワード制御基準値242及び感度ベクトル241に回答して制御信号281～283を生成できる。計測出口厚みプロフィール217Aを計測入口厚みプロフィール211から得られる算出目標厚みプロフィール221と比較することにより、差ひずみフィードバック261がストリップ12の長手方向ひずみから算出される。フィードフォワード制御基準値242及び感度ベクトル241を計測入口厚みプロフィール211から得られる目標厚みプ

ロフィール 2 2 1 及びロール間隙圧力プロフィール 2 3 1 の関数として算出して、鋳造ストリップ 1 2 のプロフィール及び平坦度ばらつきの補償を許す。

【0 0 6 6】

負荷された作業ロール間隙に影響し得るベンディング制御器 2 5 0、間隙制御器 2 5 5、冷却剤制御器 2 9 0、その他の適宜装置は制御構造 2 0 0 の一部と見なすことができる。若しくは、負荷された作業ロール間隙に影響し得るベンディング制御器 2 5 0、間隙制御器 2 5 5、冷却剤制御器 2 9 0 等の適宜装置は圧延機 1 5 の一部とみなすことができる。同様に、本発明のいくつかの実施例によれば、制御構造 2 0 0 の種々の局面は 制御構造 2 0 0 の一つのモデル若しくは別のモデルの一部とみなすことができる。例えば、ベンディング制御器 2 5 0、間隙制御器 2 5 5 及び冷却剤制御器 2 9 0 は制御構造 2 0 0 の制御モデル 2 8 0 の一部と見なすことができる。

10

【0 0 6 7】

要するに、制御構造をフィードフォワードとフィードバックの両方に用いて鋳造ストリップの座屈を防ぎつつ熱間圧延機を出る鋳造ストリップの形状寸法を制御する、熱間圧延機を有する連続双ロール鋳造機でのストリップ形状寸法制御方法及び装置を開示している。

【0 0 6 8】

以上、本発明を特定の実施例に関して記述してきたが、本発明の範囲を逸脱することなく種々の変更を行い、同等物の差し換えを行い得ることは当業者には理解されるであろう。

20

【0 0 6 9】

加えて、本発明の範囲を逸脱することなく、多数の改変を行なって特定の状況又は材料を本発明の教示に適合させることが可能である。

【0 0 7 0】

従って、本発明は開示した特定の実施例に限定されるものではなく、添付の請求項の範囲内の全ての実施例を含むことを意図している。

【図面の簡単な説明】

【0 0 7 1】

【図 1】 圧延機及び制御構造を有する薄ストリップ鋳造プラントを示す概略図である。

【図 2】 図 1 の圧延機に接続する図 1 の制御構造のブロック図である。

30

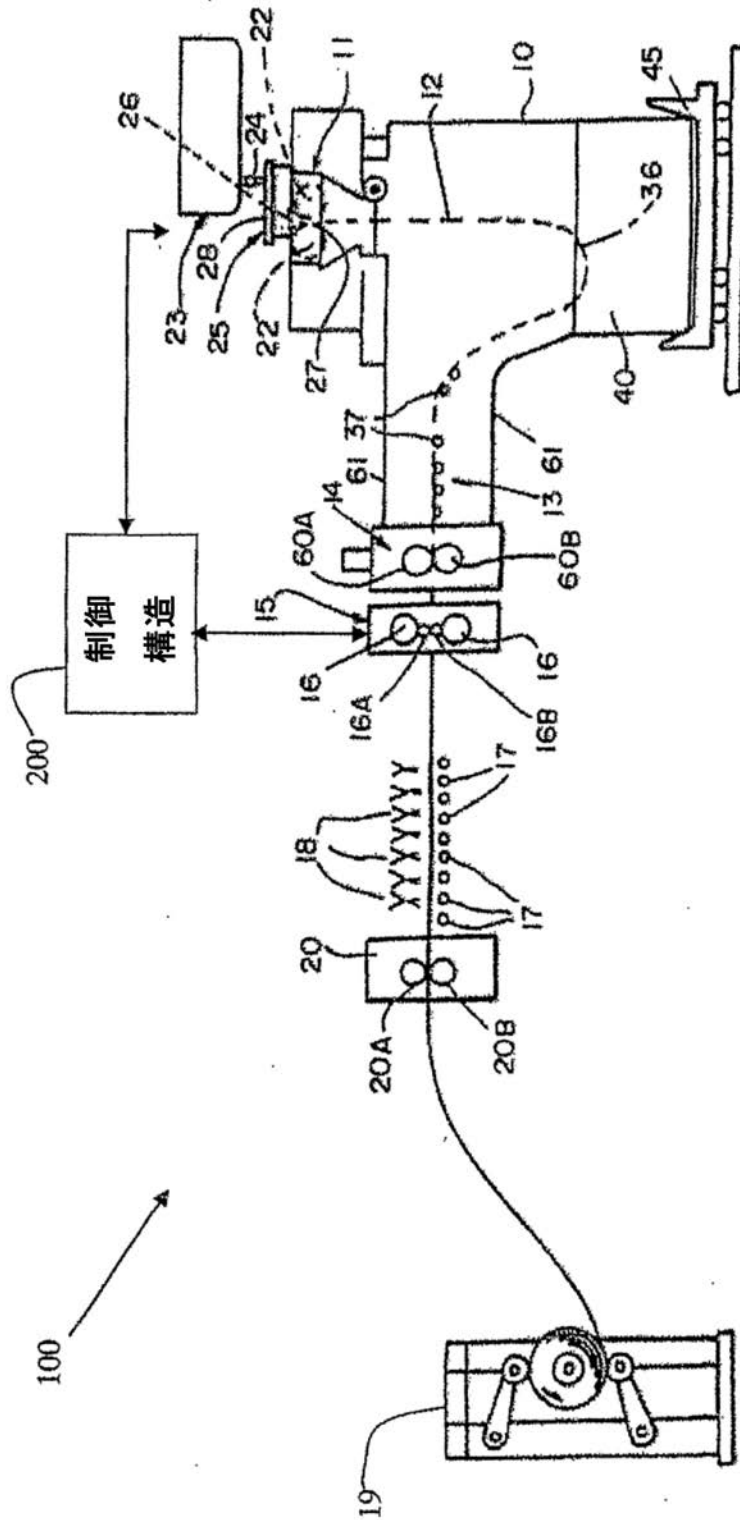
【図 3】 図 1 及び図 2 の圧延機に接続する図 1 及び図 2 の制御構造の比較的詳細なブロック図である。

【図 4】 熱間圧延機を有するストリップ鋳造でストリップ形状寸法を制御する方法の実施例のフローチャートである。

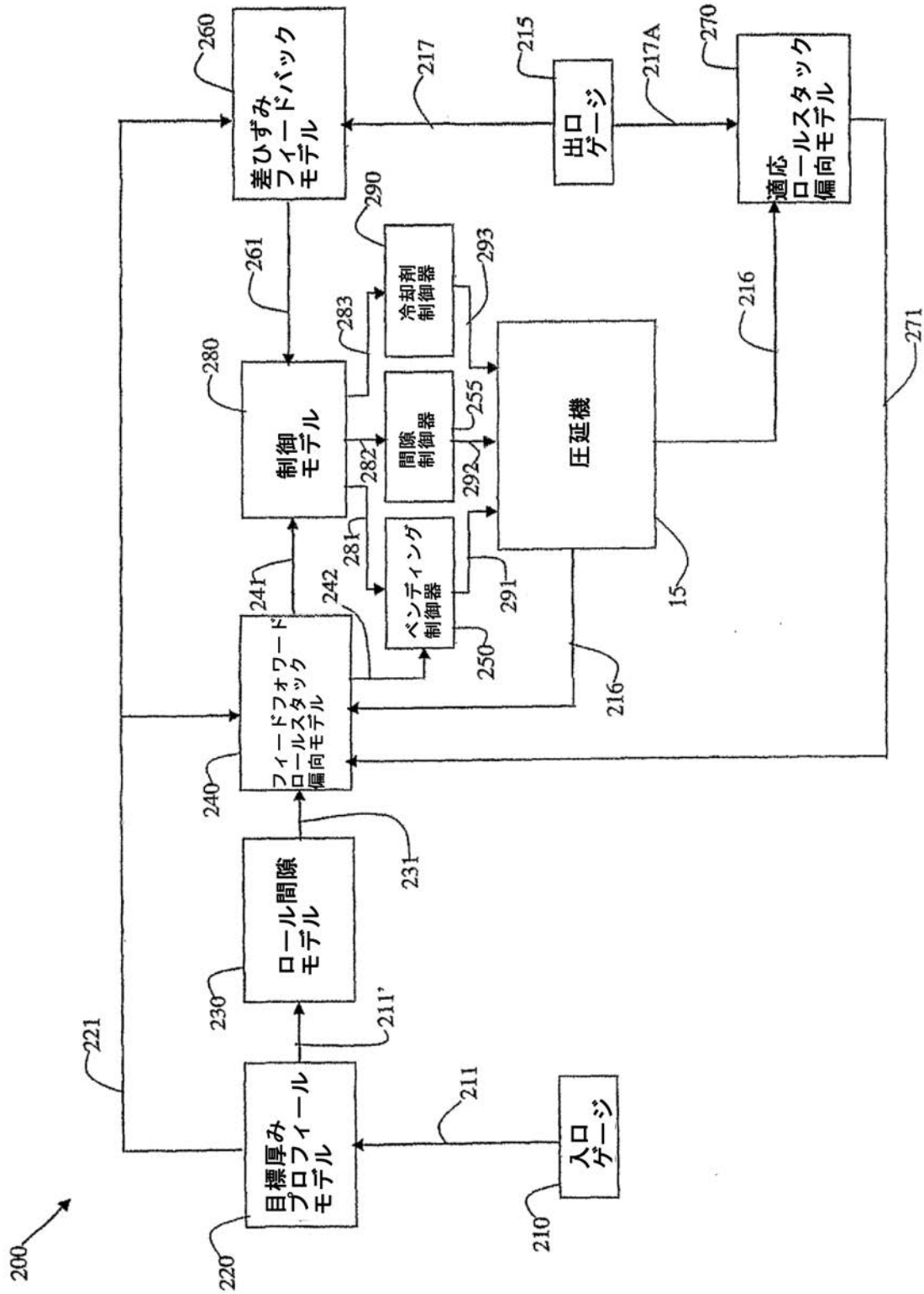
【図 5】 連続鋳造によりストリップ形状寸法を制御して薄鋳造ストリップを製造する方法のフローチャートである。

【図 6】 どのようにして感度ベクトルが得られるかを示すグラフである。

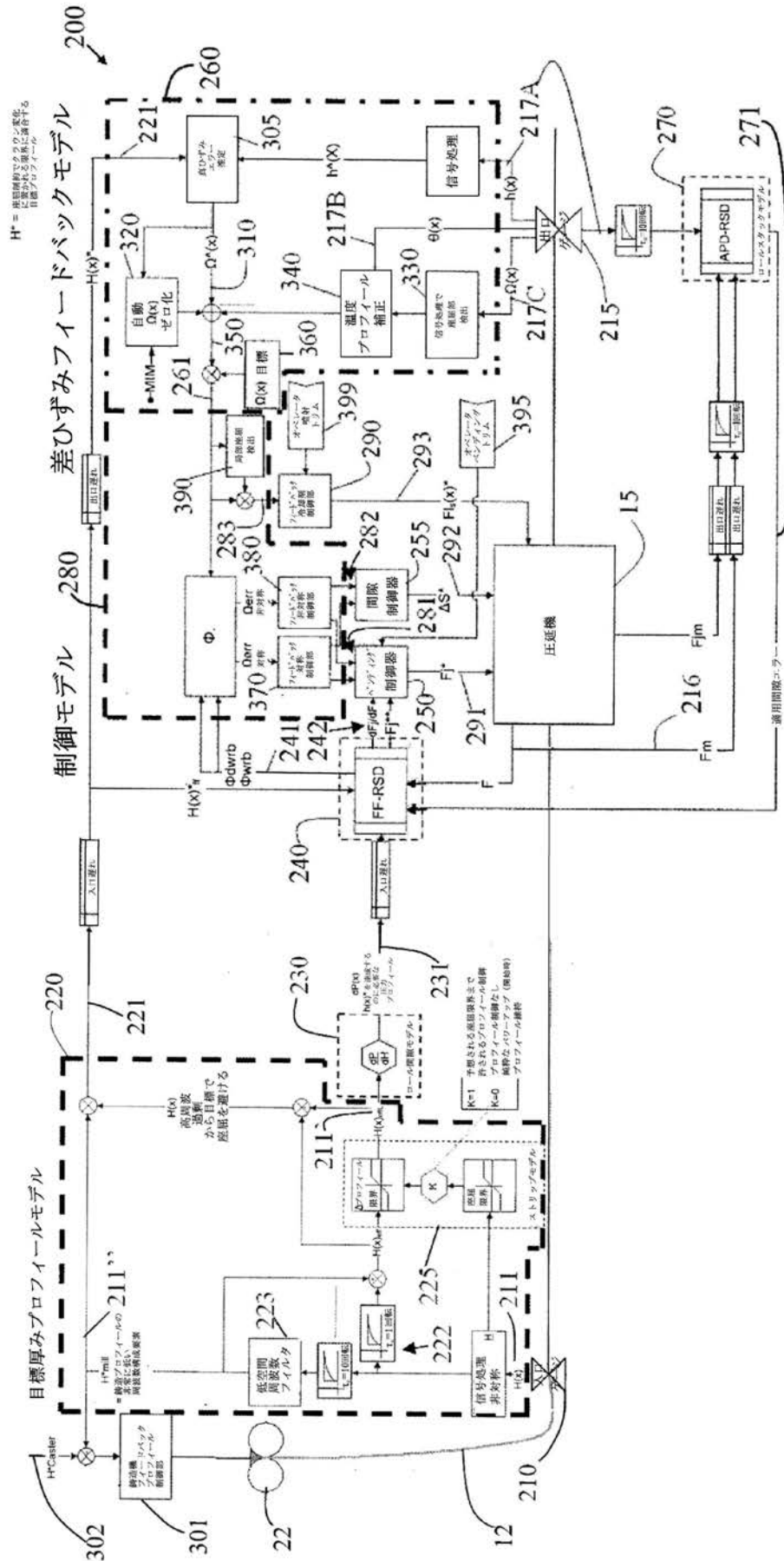
【図 1】



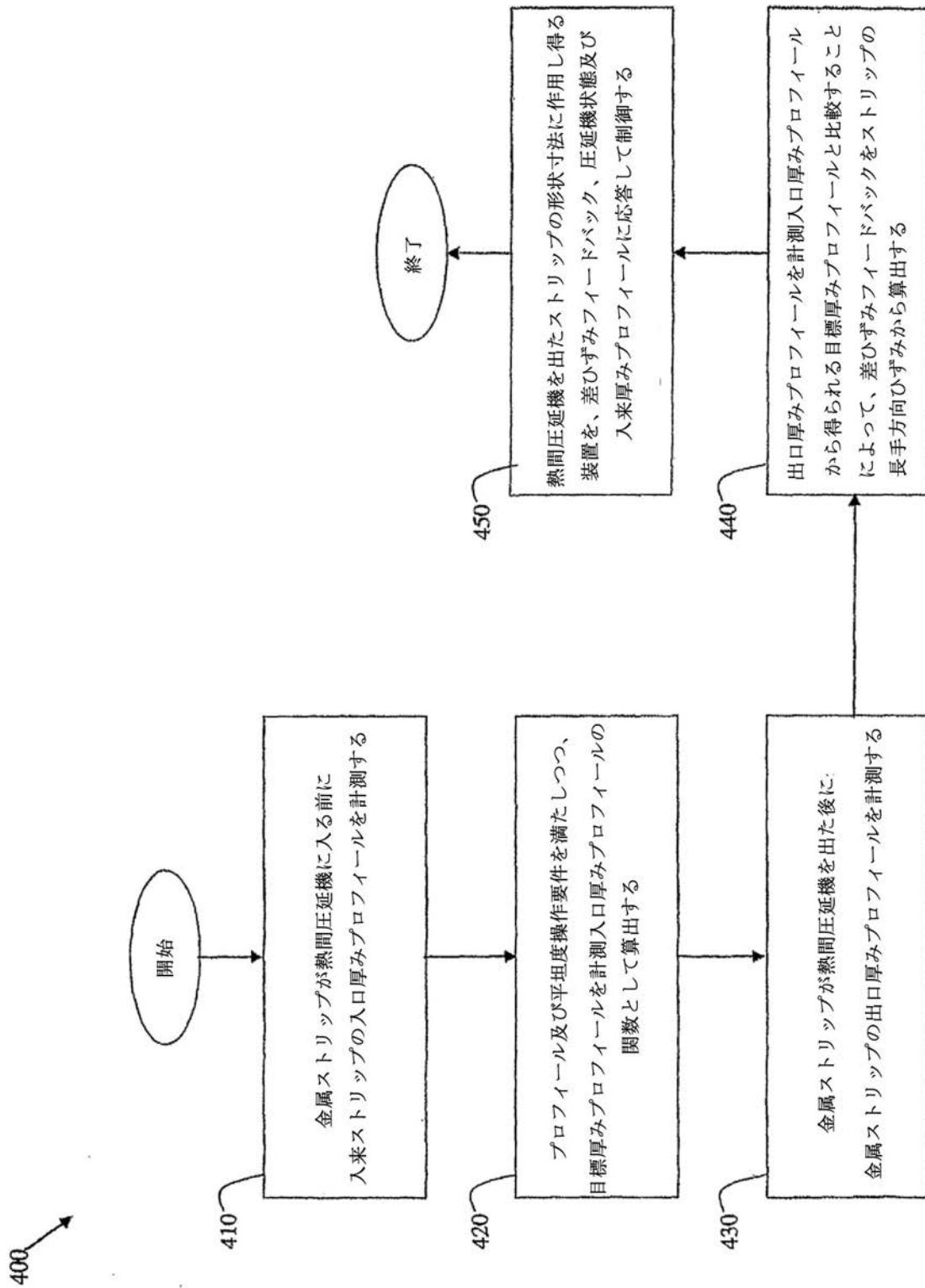
【図 2】



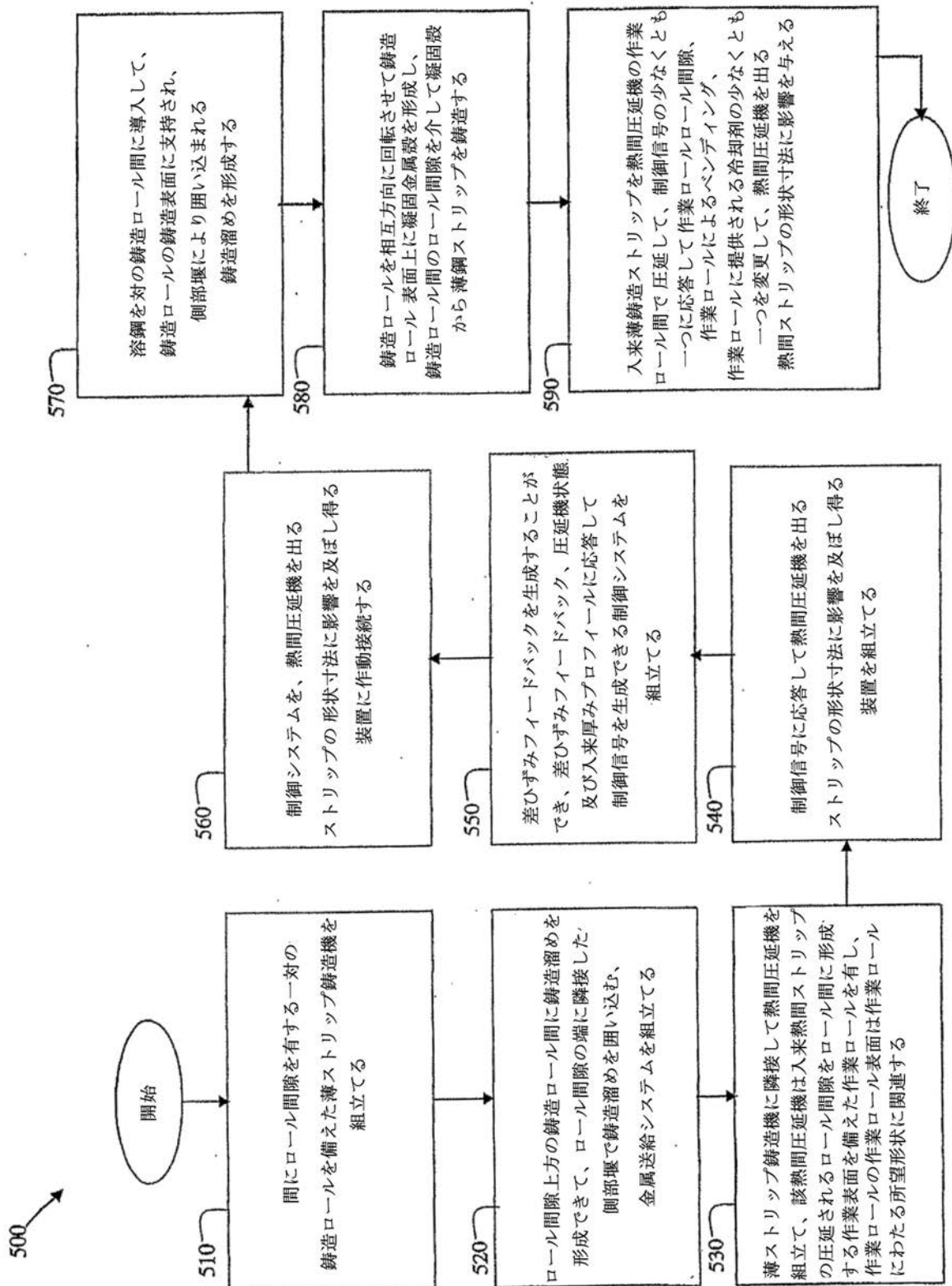
【図 3】



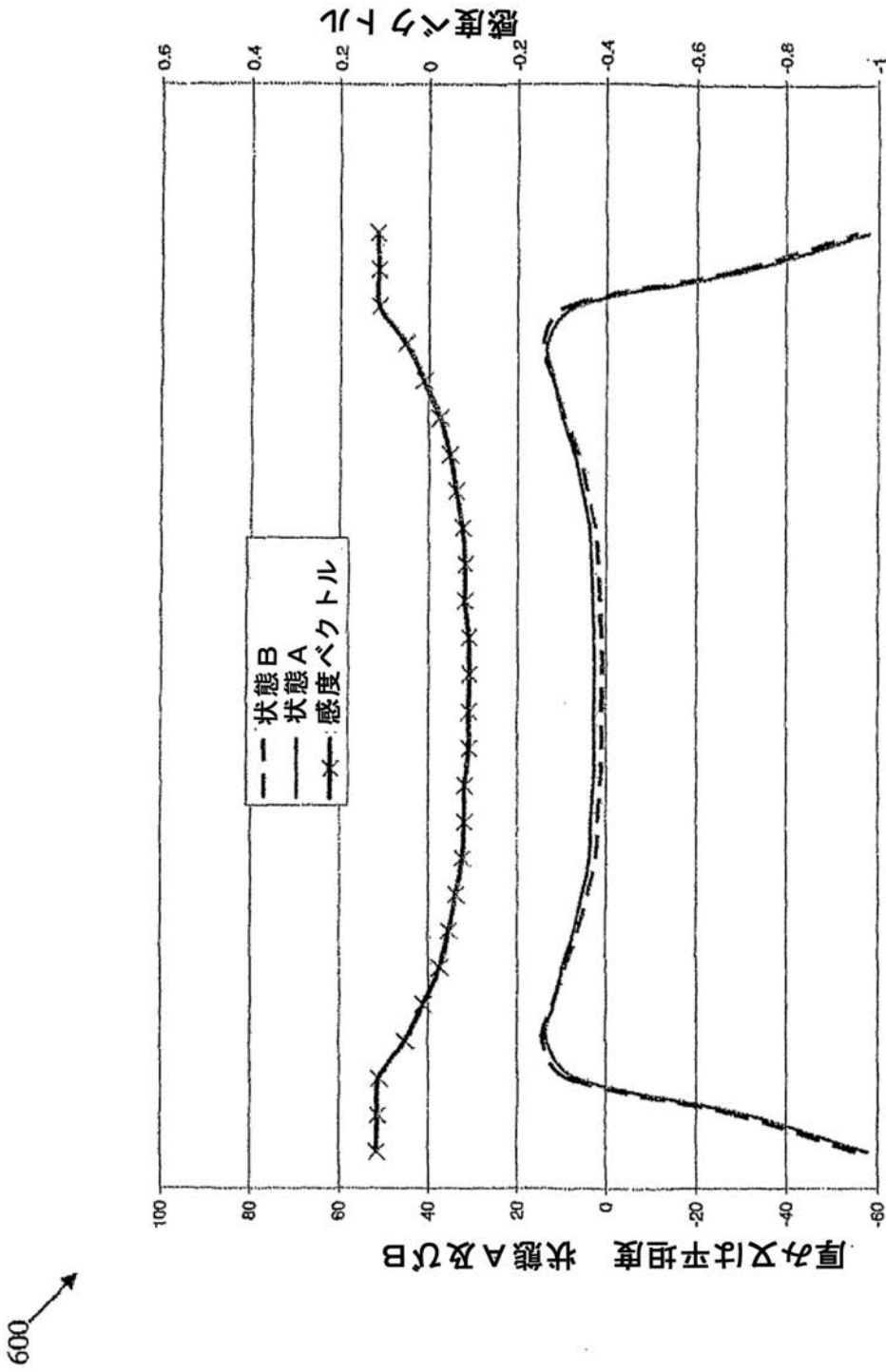
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 1 B 1/46 (2006.01) B 2 1 B 37/02 A
B 2 1 B 1/46 B

(72)発明者 グレン ワラス
オーストラリア 2 2 9 0 ニュー サウス ウェールズ ホワイトブリッジ ブロック プレイ
ス 1 4

(72)発明者 リチャード ブリタニック
アメリカ合衆国 1 6 0 5 5 ペンシルベニア州 サーバー オーチャード ドライヴ 1 1 7

(72)発明者 ティノ ドマンティ
オーストラリア 2 2 8 3 ニュー サウス ウェールズ コール ポイント キララ クローズ
7

(72)発明者 テリー エル ガーバー
アメリカ合衆国 4 4 4 3 2 オハイオ州 リスボン アレン ドライヴ 6 3 3 0

審査官 栗野 正明

(56)参考文献 特開平08-294715 (JP, A)
特開昭62-238012 (JP, A)
特表2003-522024 (JP, A)
特開平01-181911 (JP, A)
特開平06-179051 (JP, A)
特開2000-326004 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 2 1 B 37/38
B 2 1 B 1/46
B 2 1 B 37/18
B 2 2 D 11/06
B 2 2 D 11/14
B 2 2 D 11/16