

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-145209

(P2013-145209A)

(43) 公開日 平成25年7月25日(2013.7.25)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
G 0 1 B	7/06	(2006.01)	G O 1 B 7/06 C 2 F 0 6 3
B 2 1 C	51/00	(2006.01)	B 2 1 C 51/00 K 4 E 0 2 4
B 2 1 B	37/28	(2006.01)	B 2 1 B 37/00 1 1 6 A
B 2 1 B	37/00	(2006.01)	B 2 1 B 37/00 B B N

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2012-6410 (P2012-6410)
 (22) 出願日 平成24年1月16日 (2012.1.16)

(71) 出願人 000001199
 株式会社神戸製鋼所
 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番
 4号
 (71) 出願人 512012735
 株式会社エスピーテック
 栃木県小山市花垣町2丁目3番21号
 (74) 代理人 100064414
 弁理士 磯野 道造
 (74) 代理人 100111545
 弁理士 多田 悦夫
 (74) 代理人 100123249
 弁理士 富田 哲雄

最終頁に続く

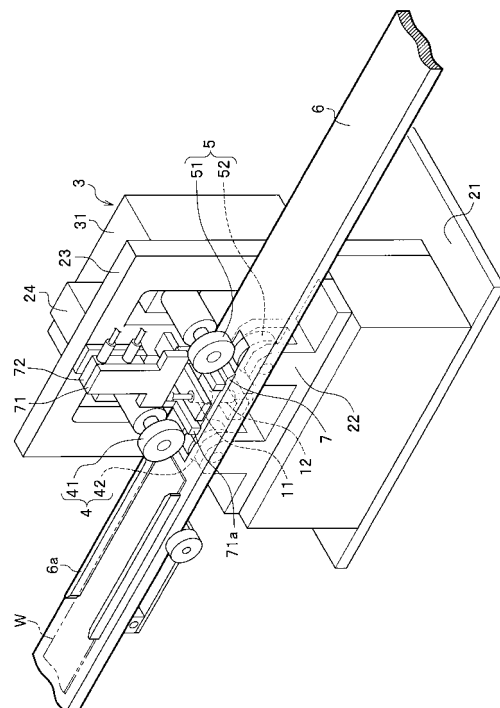
(54) 【発明の名称】 連続板厚測定装置、クラウン検査装置及びその検査方法、リップル検査装置及びその検査方法、
 ならびにクラウン制御装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】アルミニウム合金板等の変形し易い薄板であっても、一方向に連続して正確に板厚分布を測定することができる非接触式の連続板厚測定装置を提供する。

【解決手段】連続板厚測定装置は、ワークWの板面に離間して対向させて設置した一対のセンサ11、12を備える静電容量式厚さ計と、センサ11、12の前方と後方に設けられてワークWを一方向に搬送する送りローラ4、5と、上面が平面な基準面を有してワークWを載置する載置台6と、センサ11、12の両側で載置台6にワークWを浮き上がらないように押圧するガイド板7を備える。送りローラ4、5のそれぞれは、周面におけるワークWとの当接部を基準面に合わせて設置された金属製の下部ローラ42、52と、ワークWに当接離間自在で下部ローラ42、52と協働してワークWを挟持する、周面に弾性部材を設けた上部ローラ41、51と、を有する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

板状の被測定物の板厚を一方向に連続して測定する非接触式の連続板厚測定装置であって、

前記被測定物の板面に離間して対向させて設置した一对のセンサを備える静電容量式の厚さ計と、

前記一方向における前記センサの前方及び後方に一組ずつ設けられて、前記被測定物を前記一方向に搬送する2組の送りローラと、

上面が平面な基準面を有して、前記被測定物を載置する載置台と、

前記載置台上に載置された前記被測定物を、前記センサの両側で、前記載置台に押圧して板厚方向に固定する押さえ手段と、を備え、

前記送りローラは、金属材料からなる下部ローラと、周面に弾性部材を設けて前記下部ローラと協働して前記被測定物を挟持する上部ローラと、を有し、

前記下部ローラは、周面における前記被測定物との当接部を前記基準面に合わせて設置され、

前記上部ローラは、前記被測定物に当接離間自在に設置され、

前記載置台は、前記センサ及び前記下部ローラのそれぞれが対向する部分が貫通して形成され、上面に自己潤滑性を有する樹脂材料を設けたことを特徴とする連続板厚測定装置。

10

20

【請求項 2】

前記押さえ手段は、前記被測定物との接触面に自己潤滑性を有する樹脂材料を設けた平板状の部材を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の連続板厚測定装置。

【請求項 3】

前記押さえ手段は、前記一方向に搬送される前記被測定物に弾性部材を設けた周面が当接して回転するローラ状の部材を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の連続板厚測定装置。

【請求項 4】

前記2組の送りローラは同一の径に形成され、前記後方の送りローラの回転速度が前記前方の送りローラの回転速度以上であることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の連続板厚測定装置。

30

【請求項 5】

前記被測定物は導体であり、

前記下部ローラに当接する前記被測定物と前記厚さ計とを導通させる導通手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の連続板厚測定装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の連続板厚測定装置と、演算処理手段と、を備えた金属板のクラウン検査装置であって、

前記連続板厚測定装置は、圧延方向に直交する方向を前記一方向として、測定した前記金属板の板厚の値を連続して前記演算処理手段に出力し、

前記演算処理手段は、入力された前記板厚の値における前記圧延方向に直交する方向の両端及び中心のそれぞれの板厚の値に基づいて、前記金属板のクラウンの値を算出することを特徴とするクラウン検査装置。

40

【請求項 7】

記憶装置及び通知手段をさらに備え、

前記演算処理手段は、閾値を予め入力されて前記記憶装置に記憶し、前記閾値に基づいて前記金属板のクラウンの可否を判定し、

前記クラウンが不合格であると前記演算処理手段が判定した場合に、前記通知手段が外部に通知することを特徴とする請求項 6 に記載のクラウン検査装置。

【請求項 8】

50

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の連続板厚測定装置と、演算処理手段と、を備えた金属板のリップル検査装置であって、

前記連続板厚測定装置は、圧延方向を前記一方向として、測定した前記金属板の板厚の値を連続して前記演算処理手段に出力し、

前記演算処理手段は、入力された前記板厚の値を前記金属板における測定位置に関連付けし、前記板厚の前記圧延方向における変化状態を取得することを特徴とするリップル検査装置。

【請求項 9】

記憶装置及び通知手段をさらに備え、

前記演算処理手段は、閾値を予め入力されて前記記憶装置に記憶し、前記閾値に基づいて、前記金属板についてリップルの有無を判定し、

リップル有と前記演算処理手段が判定した場合に、前記通知手段が外部に通知することを特徴とする請求項 8 に記載のリップル検査装置。

【請求項 10】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の連続板厚測定装置で金属板の圧延方向に直交する方向に連続して測定される板厚に基づいて、前記金属板のクラウン検査を行うクラウン検査方法であって、

前記連続板厚測定装置で前記金属板の板厚が測定される毎に、前記板厚の値を入力し、前記板厚の値を前記金属板における測定位置に関連付けて記憶装置に記憶して、前記圧延方向に直交する方向に連続した板厚の値を取得する連続板厚測定工程と、

前記測定位置が前記圧延方向に直交する方向の両端及び中心であるそれぞれの板厚の値に基づいて、前記金属板のクラウンの値を算出するクラウン算出工程と、を行うことを特徴とするクラウン検査方法。

【請求項 11】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか一項に記載の連続板厚測定装置で金属板の圧延方向に連続して測定される板厚に基づいて、前記金属板のリップル検査を行うリップル検査方法であって、

前記連続板厚測定装置で前記金属板の板厚が測定される毎に、前記板厚の値を入力し、前記板厚の値を前記金属板における測定位置に関連付けて記憶装置に記憶して、前記圧延方向に連続した板厚の値を取得する連続板厚測定工程と、

前記圧延方向に連続した板厚の値に基づいて、前記板厚の前記圧延方向における変化状態を取得するリップル検査工程と、を行うことを特徴とするリップル検査方法。

【請求項 12】

請求項 6 または請求項 7 に記載のクラウン検査装置を備えて、圧延される金属板のクラウンを是正するために圧延機を制御するクラウン制御装置であって、

前記クラウン検査装置の演算処理手段は、算出した前記圧延機で先行して圧延された金属板のクラウンの値と、予め入力された設定値との差分に基づいて、前記差分を減少させるような前記圧延機の制御パラメータの補正値を算出し、

前記制御パラメータを前記補正値により補正する指示を前記圧延機に出力する補正手段をさらに備えることを特徴とするクラウン制御装置。

【請求項 13】

請求項 10 に記載のクラウン検査方法を用いて、圧延される金属板のクラウンを是正するために圧延機を制御するクラウン制御方法であって、

前記クラウン検査方法のクラウン算出工程で算出した前記圧延機で先行して圧延された金属板のクラウンの値と、予め入力された設定値との差分に基づいて、前記差分を減少させるような前記圧延機の制御パラメータの補正値を算出する補正値算出工程と、

前記制御パラメータを前記補正値により補正する指示を前記圧延機に出力する補正指示工程と、をさらに行うことを特徴とするクラウン制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、板状の部材について、その板厚を所望の一方向に連続して測定する非接触式の連続板厚測定装置、ならびに金属板について測定した一方向に連続した板厚からクラウン検査及びリップル検査を行う技術、クラウンを是正するために圧延機を制御する技術に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

一般に、アルミニウム合金等の金属材料を圧延して形成された金属板は、圧延方向またはその直交する方向（圧延直角方向、圧延幅方向）における板厚分布を測定することで、圧延等の加工条件を制御し、品質を管理している。このような板厚の分布を測定するためには、測定対象である金属板上を圧延方向や圧延直角方向に沿って測定器を走査させて、あるいは切り出した金属板を固定した測定器に対して移動させて、連続して板厚を測定する手法が知られている。金属板は、圧延方向に沿って測定することで圧延機の振動や圧延速度ムラ等に起因するリップルの発生を検知することができ、圧延直角方向に沿って測定することでクラウンやウェッジの過大を検知することができる。

10

【 0 0 0 3 】

また、金属板に限らず、板厚を測定する方法としてマイクロメータ等を用いた接触式の機械的な測定方法が知られている。しかし、このような接触式の測定方法では、被測定物にマイクロメータの先端（測定子）を接触させたまま走査させて測定するため、被測定物の表面（板面）に疵が付き易く、また、測定子に振動が発生したり、測定子が磨耗粉や異物の堆積・剥離、及び表面疵等によるイレギュラーな凹凸を検出して、測定値が不正確になることがある。そこで、電氣的、磁氣的、または光学的な方法による非接触式の測定が用いられ、被測定物の材質や板厚、精度等によって測定方法が選択されている。例えば、数mm以下の厚さを高精度に測定するためには、電氣的方法である静電容量式による測定装置が知られており（例えば特許文献1参照）、装置によっては1 μ m未満の分解能を有する。静電容量式による板厚の測定は、例えば所定の間隔で離間して設置された一対のセンサ（電極）の間に接触しないように被測定物を挿入し、センサと被測定物との距離によって変化する静電容量を計測することで、被測定物の板厚が得られる。

20

【 0 0 0 4 】

ここで、板厚の面内分布を正確に測定するためには、一対のセンサの一方に対向する被測定物の面を固定する必要がある。金属板等の被測定物の板厚分布を正確に測定するために一方の面を固定することは、接触式、あるいは光学的な測定方法等においても共通する構成である。しかし、圧延して形成された金属板は、圧延時や圧延後に反りや歪みを生じて、必ずしも平坦でないことが多い。そのため、鋼板を測定領域において載置台に完全に接触するように固定した板厚測定装置（特許文献2参照）が開発されている。また、鋼板の矯正装置として、鋼板を加圧ラムで載置台に押し付けながら搬送して、加圧ラムを通過した直後に板厚を測定してフィードバックさせる装置（特許文献3参照）が開発されている。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

40

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特公昭 6 1 - 5 5 0 4 3 号 公 報

【 特許文献 2 】 実開平 5 - 2 3 0 2 1 号 公 報

【 特許文献 3 】 特許第 2 5 0 6 2 4 9 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

しかしながら、従来の装置では、以下に示すような問題点が存在する。板厚測定装置は、静電容量式の厚さ計で測定するためには、被測定物の両面がそれぞれ非接触でセンサに対向し、さらに被測定物が平坦な板の状態とする必要がある。すなわち、特許文献2に記

50

載したような板厚測定装置は、被測定物を測定箇所において載置台に押し付ける等して完全に接触するように固定し、さらに被測定物を曲面に固定しているため、静電容量式の厚さ計による測定には適していない。また、板厚測定装置では、例えばアルミニウム合金材を冷間圧延した板厚0.5mm程度以下の薄板について測定する場合、剛性の高い鋼板よりも変形し易く、特許文献3に記載したように測定直前に矯正しても、矯正された状態を保持して測定することが困難である。

【0007】

本発明は、前記問題点に鑑みてなされたものであり、アルミニウム合金冷延板等の、変形し易く若干の歪を有する薄板であっても、非接触式で正確に板厚分布を測定することができる連続板厚測定装置を提供し、さらにこの連続板厚測定装置を利用したクラウン検査
10
やリップル検査を行う装置及び方法、ならびにクラウンを是正するために圧延機を制御する装置及び方法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】

【0008】

すなわち、本発明に係る連続板厚測定装置は、板状の被測定物の板厚を一方向に連続して測定する非接触式の連続板厚測定装置であって、前記被測定物の板面に離間して対向させて設置した一对のセンサを備える静電容量式の厚さ計と、前記一方向における前記センサの前方及び後方に一組ずつ設けられて、前記被測定物を前記一方向に搬送する2組の送りローラと、上面が平面な基準面を有して、前記被測定物を載置する載置台と、前記載置台に載置された前記被測定物を、前記センサの両側で前記載置台に押圧して板厚方向に固定する押さえ手段と、を備える。前記送りローラは、金属材料からなる下部ローラと、周面に弾性部材を設けて前記下部ローラと協働して前記被測定物を挟持する上部ローラとを有し、前記下部ローラは、周面における前記被測定物との当接部を前記基準面に合わせて設置され、前記上部ローラは、前記被測定物に当接離間自在に設置され、前記載置台は、前記センサ及び前記下部ローラのそれぞれが対向する部分が貫通して形成され、上面に自己潤滑性を有する樹脂材料を設ける構成とした。
20

【0009】

かかる構成により、連続板厚測定装置は、例えば金属板を切り出したサンプル等を被測定物として、これを載置台に載置してセンサの前方の送りローラからセンサの手前の位置に被測定物の先端を配置する。そして、連続板厚測定装置は、上部ローラ及び押さえ手段
30
を下方に移動させて、被測定物を前方の送りローラ及び押さえ手段のそれぞれで挟み込んで、前方の送りローラによりセンサに向けて載置台に沿って送る。次に、連続板厚測定装置は、被測定物の先端がセンサに対向する位置を通過することで、被測定物の板厚が先端から測定され、さらに被測定物の先端が後方の送りローラに到達することで、被測定物が後方の送りローラにも挟持される。そして、連続板厚測定装置は、後方の送りローラで被測定物を送ることで、搬送方向に沿って末端まで連続して板厚を測定することができる。また、連続板厚測定装置は、下部ローラにより当該下部ローラに当接する被測定物の位置が基準面に設定され、かつ上部ローラで被測定物が挟持されるため、被測定物が送られながら前後の送りローラ間で基準面に設定されていき、さらにセンサ対向箇所でも被測定物が押さえ手段により基準面からずれることがないため、精度よく板厚が測定される。また
40
、連続板厚測定装置は、載置台上を被測定物が摺動しても、接触面が自己潤滑性を有する樹脂材料で形成されているので疵付き難く、また押さえ手段で被測定物が押圧されても、搬送が阻害されない。

【0010】

また、本発明に係る連続板厚測定装置において、前記押さえ手段は、前記被測定物との接触面に自己潤滑性を有する樹脂材料を設けた平板状の部材を備える構成とすることができる。あるいは、前記押さえ手段は、前記一方向に搬送される前記被測定物に弾性部材を設けた周面が当接して回転するローラ状の部材を備える構成とすることができる。

かかる構成により、連続板厚測定装置は、押さえ手段における被測定物に接触する部材が、板状であっても自己潤滑性を有する樹脂材料により、あるいはローラ状であるために
50

、被測定物と当接しても被測定物の搬送を阻害することなく、被測定物が載置台から浮き上がって基準面からずれることを防止することができる。

【0011】

また、本発明に係る連続板厚測定装置において、前記2組の送りローラは同一の径に形成されて、前記後方の送りローラの回転速度が前記前方の送りローラの回転速度以上であることが好ましい。

かかる構成により、連続板厚測定装置は、2組の送りローラ間で被測定物が撓むことなく変形が矯正された状態で板厚が測定される。

【0012】

また、被測定物が導体であるとき、本発明に係る連続板厚測定装置において、前記下部ローラに当接する前記被測定物と前記厚さ計とを導通させる導通手段をさらに備える構成とした。

かかる構成により、連続板厚測定装置は、被測定物への接続端子を別途設けることなく、被測定物と接触する下部ローラを介して導体の板厚を測定するために必要な厚さ計との導通を得ることができる。

【0013】

本発明に係るクラウン検査装置は、前記の連続板厚測定装置と演算処理手段とを備え、前記連続板厚測定装置は、圧延方向に直交する方向を前記一方向として、測定した前記金属板の板厚の値を連続して前記演算処理手段に出力し、前記演算処理手段は、入力された前記板厚の値における前記圧延方向に直交する方向の両端及び中心のそれぞれの板厚の値に基づいて、前記金属板のクラウンの値を算出する構成とした。さらに本発明に係るクラウン検査装置は、記憶装置及び通知手段をさらに備えて、前記演算処理手段が閾値を予め入力されて前記記憶装置に記憶し、前記閾値に基づいて前記金属板のクラウンの可否を判定し、前記クラウンが不合格であると前記演算処理手段が判定した場合に前記通知手段が外部に通知する構成としてもよい。

【0014】

かかる構成により、クラウン検査装置は、金属板の板厚の値が連続板厚測定装置によりサンプリング間隔で演算処理手段に入力されると、演算処理手段が、金属板の圧延幅方向の圧延プロフィールを取得する。クラウン検査装置は、演算処理手段が、その圧延プロフィールからサンプリング間隔に基づいて求めた金属板の両端及び中心の板厚の値によりクラウン値を算出する。また、クラウン検査装置は、予め記憶装置に記憶している閾値と算出したクラウン値を比較することで合否判定を行い、例えば閾値を超えた場合に不合格として通知手段が例えば外部に音や光で通知する。

【0015】

同様に、本発明に係るリップル検査装置は、前記の連続板厚測定装置と演算処理手段とを備え、前記連続板厚測定装置は、圧延方向を前記一方向として、測定した前記金属板の板厚の値を連続して前記演算処理手段に出力し、前記演算処理手段は、入力された前記板厚の値を前記金属板における測定位置に関連付けし、前記板厚の前記圧延方向における変化状態を取得する構成とした。さらに本発明に係るリップル検査装置は、記憶装置及び通知手段をさらに備えて、前記演算処理手段が閾値を予め入力されて前記記憶装置に記憶し、前記閾値に基づいて、前記金属板についてリップルの有無を判定し、リップル有と演算処理手段が判定した場合に前記通知手段が外部に通知する構成としてもよい。

【0016】

かかる構成により、リップル検査装置は、金属板の板厚の値が連続板厚測定装置によりサンプリング間隔で演算処理手段に入力されると、演算処理手段が、金属板の圧延方向の圧延プロフィールを取得する。リップル検査装置は、演算処理手段が、その圧延プロフィールからサンプリング間隔に基づいて求めた金属板における測定位置から圧延方向における板厚の変化状態を取得する。また、リップル検査装置は、予め記憶装置に記憶している閾値と算出した板厚の変化量等を比較することで合否判定を行い、例えば閾値を超えた場合に不合格として通知手段が例えば外部に音や光で通知する。

10

20

30

40

50

【0017】

また、本発明に係るクラウン検査方法は、前記の連続板厚測定装置で金属板の圧延方向に直交する方向に連続して測定される板厚に基づいて、前記金属板のクラウン検査を行うものであり、連続板厚測定工程とクラウン算出工程とを行うこととした。かかる手段によって、連続板厚測定工程により、前記連続板厚測定装置で前記金属板の板厚が測定される毎に、前記板厚の値を入力し、前記板厚の値を前記金属板における測定位置に関連付けて記憶装置に記憶して、前記圧延方向に直交する方向に連続した板厚の値を取得し、クラウン算出工程により、前記測定位置が前記圧延方向に直交する方向の両端及び中心であるそれぞれの板厚の値に基づいて、前記金属板のクラウンの値を算出する。

【0018】

また、本発明に係るリップル検査方法は、前記の連続板厚測定装置で金属板の圧延方向に連続して測定される板厚に基づいて、前記金属板のリップル検査を行うものであり、連続板厚測定工程とリップル検査工程とを行うこととした。かかる手段によって、連続板厚測定工程により、前記連続板厚測定装置で前記金属板の板厚が測定される毎に、前記板厚の値を入力し、前記板厚の値を前記金属板における測定位置に関連付けて記憶装置に記憶して、前記圧延方向に連続した板厚の値を取得し、リップル検査工程により、前記圧延方向に連続した板厚の値に基づいて、前記板厚の前記圧延方向における変化状態を取得する。

【0019】

前記のクラウン検査装置、クラウン検査方法を用いて、圧延板のクラウンを是正することができる。すなわち本発明に係るクラウン制御装置は、前記クラウン検査装置の演算処理手段が、算出した前記圧延機で先行して圧延された金属板のクラウンの値と、予め入力された設定値との差分に基づいて、前記差分を減少させるような前記圧延機の制御パラメータの補正値を算出し、前記制御パラメータを前記補正値により補正する指示を前記圧延機に出力する補正手段をさらに備える構成とした。

【0020】

また、本発明に係るクラウン制御方法は、前記クラウン検査方法のクラウン算出工程で算出した前記圧延機で先行して圧延された金属板のクラウンの値と、予め入力された設定値との差分に基づいて、前記差分を減少させるような前記圧延機の制御パラメータの補正値を算出する補正値算出工程と、前記制御パラメータを前記補正値により補正する指示を前記圧延機に出力する補正指示工程と、をさらに行うこととした。

【発明の効果】

【0021】

本発明に係る連続板厚測定装置、クラウン検査装置、リップル検査装置、クラウン検査方法、リップル検査方法、クラウン制御装置、クラウン制御方法によれば、以下に示すような優れた効果を奏する。

連続板厚測定装置は、変形し易い薄板であっても、高精度な静電容量式の測定による連続した板厚測定が容易となる。

【0022】

クラウン検査装置及びクラウン検査方法は、測定した板厚を用いて金属板のクラウン値を正確に算出できると共に、閾値により合否を判定してその結果を簡単に知ることができる。リップル検査装置及びリップル検査方法は、測定した板厚を用いて金属板のリップルの状態を容易に知ることができると共に、閾値により合否を判定してその結果を簡単に知ることができる。

【0023】

クラウン制御装置及びクラウン制御方法は、測定した板厚を用いて算出した金属板のクラウン値と設定値との差分から補正値を求めて圧延機を容易に補正することができ、クラウン不良を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

10

20

30

40

50

【図 1】本発明に係る連続板厚測定装置及び板プロフィール検査装置の構成の概要を示す正面図である。

【図 2】本発明に係る連続板厚測定装置の要部の構成を示す正面図である。

【図 3】本発明に係る連続板厚測定装置の要部の構成を示す平面図である。

【図 4】本発明に係る連続板厚測定装置の要部の構成を示す右側面視での断面図であり、(a)は送りローラの設けられた箇所を示し、(b)はセンサの設けられた箇所を示す。

【図 5】本発明に係る連続板厚測定装置の要部の構成を示す斜視図である。

【図 6】本発明に係る連続板厚測定装置の要部の正面図であって、被測定物の搬送及び板厚の測定方法を説明する模式図である。

【図 7】本発明に係る連続板厚測定装置の要部の正面図を含む板プロフィール検査装置のブロック図であって、被測定物の板厚の測定の原理及び演算処理方法を説明する模式図である。

10

【図 8】本発明に係る連続板厚測定装置によって測定した金属板の板厚の分布を表すプロット図であり、(a)はリップルが発生した金属板の圧延方向における板厚の分布、(b)は圧延方向に直交する方向における板厚の分布を表す。

【図 9】金属板の圧延方向に直交する面における断面図であり、金属板の圧延方向に直交する方向における板厚の均一性の指標を説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

〔連続板厚測定装置〕

20

以下、本発明に係る連続板厚測定装置を、図面を参照して説明する。

なお、本発明の実施形態に係る連続板厚測定装置は、ここではアルミニウム合金等の金属材料を冷間圧延した板厚 0.5 mm 程度以下の薄板の板厚を測定して、後記するように板プロフィール検査装置（クラウン検査装置、リップル検査装置）に使用されるものを説明する。詳しくは、冷間圧延板（コイル）から圧延方向または圧延方向に直交する方向（圧延直角方向、圧延幅方向）を長手方向とする帯状の評価用サンプルを切り出して、長手方向に連続して板厚を測定する装置として説明する。

【0026】

図 1 に示すように、連続板厚測定装置 10 は、振動等のないように、床面に設置されたキャビネット付架台の上に、基台 21 をネジ等で固定させて設置される。連続板厚測定装置 10 は、静電容量式厚さ計（厚さ計）1 と、金属板を切り出した評価用サンプルであるワーク（被測定物）W を載置する載置台 6 と、2 組の送りローラ 4, 5 と、載置台 6 上のワーク W をガイド板（平板状の部材）7（図 2 参照）で上から押さえ付ける押さえ手段 70 と、を備える。そして、連続板厚測定装置 10 は、図 3 及び図 4 (a) に示すように、載置台 6 に沿って背面側に設置された支持壁 23 を隔てて、送りローラ 4, 5 を駆動する送り機構 3 をさらに備える。なお、本明細書において、前後とはワーク W の搬送方向すなわち一方向における向きを指し、図 1、図 2、さらに図 6、図 7 の各正面図においては、前を左に、後を右に示し、左から右へワーク W が搬送されることとする。

30

【0027】

（静電容量式厚さ計）

40

静電容量式厚さ計 1 は、一对のセンサ 11, 12 をケーブル（図示省略）で接続して備え、ワーク W を介してセンサ 11, 12 間の静電容量を、変換器である本体部分がワーク W の板厚に変換することで板厚を計測するものである。センサ 11, 12 は、図 2、図 4 (b)、図 5 ~ 7 に示すように、互いに対向して、かつその間に挿入されるワーク W に接触しないように所定の距離を空けて設置される。このセンサ 11, 12 は、径が数 ~ 数十 mm 程度の円柱形であり、センサ支持アーム 24 で支持壁 23 側に固定されている。

【0028】

ここで、支持壁 23 は、載置台 6 等のワーク W の板厚測定部分と送り機構 3 とを隔てる基台 21 上に垂直に設置された隔壁である。また、支持壁 23 は、後記する押さえ手段 70 のガイド板駆動部 72 を支持している。図 2 に示すように、支持壁 23 は、センサ 11

50

、12及び後記する送りローラ4、5の上部ローラ41、51に合わせて正面視で略T字型（逆凸字型）の貫通孔が形成されている。センサ支持アーム24は、詳しくは図4（b）及び図5に示すように、支持壁23の背面に固定され、支持壁23の貫通孔を通して正面側の載置台6の上下にそれぞれ腕部24a、24aを突き出して形成され、腕部24a、24aでセンサ11、12を把持している。

【0029】

また、静電容量式厚さ計1は、被測定物が金属板すなわち導体であるため、後記するように、導線等の導通手段により当該静電容量式厚さ計1の本体にワークWが電氣的に接続された状態で測定が行われる。また、静電容量式厚さ計1は、後記する載置台6の金属部分とも電氣的に接続される。静電容量式厚さ計1は、その機能や設定等にもよるが、数十ms程度の所定時間（サンプリング時間）毎に計測することができる。静電容量式厚さ計1は、センサ11、12も含めて、それぞれ公知の静電容量式のものを適用することができ、ワークWの板厚及び測定精度、あるいは材料（導体、絶縁体、半導体）等に応じて選択される。また、センサ11、12間距離及びセンサ11、12とワークWとの距離は、当該センサ11、12の仕様に依りて設定される。

10

【0030】

（載置台）

載置台6は、図1に示すように、ワークWを載置して搬送方向に搬送するために延設された平板状の台であり、キャビネット付架台の上に脚部で固定されている。図2、図4（b）に示すように、載置台6は、その長手方向の略中心に、静電容量式厚さ計1のセンサ11、12が設置され、このセンサ11、12の前後に後記する送りローラ4、5が設置されている。載置台6は、下側のセンサ12をワークWの下面に障壁なくかつ近接して対向させるために、センサ12が設置された位置に一回り大きい平面視円形の貫通孔が形成されている。さらに、載置台6は、送りローラ4、5の各下部ローラ42、52が載置面に合わせてワークWの下面に当接するように、平面視矩形の貫通孔が形成されている。ここで、載置台6は、ワークWが常に下側のセンサ12との間隔（距離）を一定に保って搬送されるように、ワークWの当接する載置面が、固定された基準面（平面）となるように設定されている。載置台6におけるこのような基準面は、少なくとも、送りローラ4、5間及びその近傍（図2～5に示される部分）において形成されるようにする。

20

【0031】

また、載置台6は、ワークWがセンサ12からの距離を一定に保つように、ワークWの下面が基準面に固定されて搬送するために、ワークWが載置台6及び下部ローラ42、52のいずれにも接触しない領域を狭くすることが好ましい。そのため、載置台6は、下部ローラ42、52に合わせて形成される貫通孔を、下部ローラ42、52の周面に沿ってテーパ形状としたり段差を設けて上方を狭く形成して（図2参照）、ワークWの載置面を広くしている。なお、ここでは、図4（a）に示すように、載置台6は、送りローラ4、5（下部ローラ42、52）のローラ幅よりも載置面が広くなるように構成されている。

30

【0032】

載置台6は、帯状のワークWを載置するため、幅方向長さはワークWの幅以上に形成されている。また後記するように、載置台6は、第1送りローラ4の前側（図1、図2における左側）にワークWを載置して測定を開始し、測定が完了すると第2送りローラ5の後側（図1、図2における右側）にワークWの全体が搬送される。以下、載置台6の、第1送りローラ4の前側における全域を搬入部、第2送りローラ5の後側における全域を搬出部と称する。載置台6は、その搬入部及び搬出部のそれぞれの長さがここではワークWの長さ（板厚測定方向における全長）以上となるように形成されている。載置台6は、例えばアルミニウム合金の冷間圧延板（コイル）の板幅が、通常900mm程度であるため、これに合わせた長さ形成されている。載置台6は、第1送りローラ4と第2送りローラ5の間（以下、適宜、矯正領域、図6（a）参照）に対して相当に長いワークWを測定する場合、ワークWが傾いてまっすぐ搬送されなかったり、さらには載置面から落下しないように、搬入部または搬出部の幅方向における両縁に、ガイド6a、6a（側壁、図3参

40

50

照)を形成されるようにしてもよい。

【0033】

載置台6は、ここでは、ワークWを載置し、かつ基準面を保持するように十分な強度を有する材質、具体的には金属材料等で形成される。また、載置台6は、ワークWが好適に摺動して搬送されるように、特に後記するガイド板7で押圧される領域で搬送が阻害されたり疵が付くことのないように、ワークWとの接触面である載置面に自己潤滑性を有する樹脂材料が塗布等により設けられる。載置台6の載置面に設けられる樹脂材料は、摩擦係数が0.1以下であることが好ましく、例えばテフロン(登録商標)が挙げられる。

【0034】

(送りローラ)

図2に示すように、第1送りローラ4は、静電容量式厚さ計1のセンサ11, 12が設置された位置(以下、測定部ともいう、図6(a)参照)の前方に設けられ、上部ローラ41と下部ローラ42とからなる。第2送りローラ5は、測定部の後方に設けられ、上部ローラ51と下部ローラ52とからなる。第1送りローラ4及び第2送りローラ5のそれぞれは、上部ローラ41, 51と下部ローラ42, 52とにより、測定部の前後それぞれでワークWを上下から挟持し、同期して回転することで、ワークWを所定速度で搬入部から搬出部へ搬送する。第1送りローラ4、第2送りローラ5の間隔(矯正領域の長さ)、及びそれぞれの測定部からの距離は、特に規定しないが、センサ11, 12が対向する測定部において、ワークWが撓み等の変形が矯正された状態を保持され易いように設定されることが好ましい。また、第1送りローラ4及び第2送りローラ5(41, 42, 51, 52)のそれぞれは、ワークWを十分な強さで挟持することができる径及びローラ幅に形成されていればよく、ローラ幅は、測定部の幅以上、すなわちセンサ11, 12の径以上であればよい。第1送りローラ4及び第2送りローラ5のローラ幅は、ここではワークWの幅よりも短い、ワークWの全幅にわたって完全に挟持するように長く形成されてもよい。

【0035】

下部ローラ42, 52は、図2及び図4(a)に示すように、載置台6に載置したワークWとの当接部である周面の先端が常に基準面に設定されるように設置されている。さらに、下部ローラ42, 52は、対となる上部ローラ41, 51にワークWを挟んで押圧させるため、周面が変形することがないように、十分な強度を有する材質で形成されて、載置台6の下方に設けられた下部ローラ支持フレーム22により回転軸が支持されている。また、下部ローラ42, 52は、当接するワークWが当該下部ローラ42, 52を介して静電容量式厚さ計1の本体に電氣的に接続されるように、導体である金属材料で形成されている。下部ローラ42, 52は、例えば周面にリード板を常に接触させるように設置したり、回転軸部分から、導線(図示省略)で静電容量式厚さ計1の本体と接続するように構成される。ここでは、下部ローラ42, 52は、上部ローラ41, 52がワークWの上面に当接して回転することでワークWを送るときに、そのワークWの移動により従動するように、下部ローラ支持フレーム22に回転自由に支持されている。

【0036】

上部ローラ41, 51は、ワークWが、第1送りローラ4と第2送りローラ5の間(矯正領域)で保持して搬送されるように、下部ローラ42, 52と協働してワークWを挟持して搬送する。また、高強度の金属材料からなる下部ローラ42, 52に対して、上部ローラ41, 51は、搬送されるワークWの微小な板厚の変化に追随可能とする。そのために、上部ローラ41, 51は周面に弾性部材が設けられている。上部ローラ41, 51の周面に設けられる弾性部材は、摩擦係数が0.7以上であることが好ましく、例えばゴムが挙げられる。また、ワークW(金属板)の表面に圧延油が残存する場合があります。送りローラ4, 5がこのようなワークWの搬送性を維持するために、上部ローラ41, 51の弾性部材は耐油性及び吸油性を有することが好ましく、このようなゴムとして発泡ウレタンが挙げられる。

【0037】

上部ローラ41, 51は、ワークWを搬送するために、回転駆動するように構成されている。また、上部ローラ41, 51は、ワークWを下部ローラ42, 52上で所定の荷重で押圧するために、周面の上端が基準面に設定された下部ローラ42, 52に対して、測定されるワークWの板厚に応じて任意の高さ位置に移動することができるように構成されている。さらに、上部ローラ41, 51は、ワークWの測定を開始する際に、後記するように、容易にワークWを上部ローラ41と下部ローラ42との間に挟持させるために、上下に移動自在に構成されている(図6(a)参照)。そのため、上部ローラ41, 51は、当該上部ローラ41, 51を上下移動させて、任意の高さ位置で回転駆動させる送り機構3に支持されている。詳しくは、図3、図4(a)、図5に示すように、上部ローラ41, 51のそれぞれの回転軸が、載置台6の背面側に設置された送り機構3に支持されて、支持壁23の貫通孔を通して、載置台6上の上部ローラ41, 51を支持するように設けられている。このような構成とすることで、上部ローラ41, 51は、当該上部ローラ41, 51間に設けられているセンサ11やガイド板7に妨げられることなく、送り機構3による回転駆動及び上下駆動が可能となる。以下、送り機構3の説明と共に、上部ローラ41, 51の回転駆動及び上下駆動について、詳細に説明する。

10

20

30

40

50

【0038】

(送り機構)

送り機構3は、送りローラ4, 5を支持し、駆動するものである。ここでは、図2、図3、図4(a)に示すように、送り機構3は、第1送りローラ4及び第2送りローラ5のそれぞれの上部ローラ41, 51を支持して回転駆動及び上下駆動させる。

【0039】

図3及び図4(a)に示すように、送り機構3は、支持壁23の背面側(載置台6の背面側)に設置され、第1送りローラ4及び第2送りローラ5の上部ローラ41, 51を回転駆動させる回転駆動手段30と、上部ローラ41, 51の回転軸を回動自在に支持する上部ローラ支持フレーム31と、この上部ローラ支持フレーム31を支持して上下移動させる上下駆動部32と、を備えている。回転駆動手段30は、駆動モータ33と、駆動モータ33によって回転駆動する駆動プーリ36と、上部ローラ41, 51の回転軸に一体に接続した従動プーリ34, 35と、従動プーリ34, 35及び駆動プーリ36に掛け渡されて、駆動プーリ36の回転を従動プーリ34, 35に伝達するプーリベルト37と、を備えている。上部ローラ支持フレーム31は、正面視略正方形の直方体を、センサ支持アーム24を避けるように正面を凹ませて平面視略凹型に形成された筐体で、プーリ34, 35, 36を収容し、また正面が厚板で形成されて上部ローラ41, 51の回転軸を支持する。

【0040】

駆動モータ33は、上部ローラ支持フレーム31の背面に突設されて、減速機構を介して駆動プーリ36と回転軸で接続している。従動プーリ34, 35は、上部ローラ41, 51と共に、駆動モータ33により回転駆動する駆動プーリ36からプーリベルト37を介して回転が伝達されるように構成されている。ここでは、上部ローラ41, 51を駆動プーリ36によりプーリベルト37により同時に回転させているので、駆動モータ33の回転数を調整すれば、上部ローラ41, 51は同じ回転数で回転する。また、ワークWの搬送速度は一定であればよく、所望の板厚測定間隔となるように、静電容量式厚さ計1のサンプリング時間に基づいて設定され、かかる搬送速度を実現するための周速度となるように、上部ローラ41, 51の回転速度が調整されている。

【0041】

上部ローラ41, 51は、それぞれの従動プーリ34, 35に駆動プーリ36からプーリベルト37を介して駆動モータ33の回転が伝達されることにより同期して回転する。また、上部ローラ41, 51はそれぞれ同じ形状(径)に形成され、さらに、従動プーリ34, 35についても、それぞれ同じ形状(径)となるように形成されているため、第1送りローラ4及び第2送りローラ5におけるそれぞれの搬送速度はここでは同一となるように設定されている。

【0042】

上部ローラ支持フレーム31は、回転駆動手段30、上部ローラ41, 51と共に、上下駆動部32によって上下に移動するように構成されている。上下駆動部32は例えばエアシリンダであり(図示省略)、これにより上部ローラ支持フレーム31は上下に移動して、上部ローラ41, 51を所定の圧力でワークWに押し付ける。また、上部ローラ支持フレーム31は、上下駆動部32の上下駆動に伴ってガイドするガイド手段を備えている。このガイド手段は、支持壁23の背面に突設させた上下を長手方向とする2本のLMガイド23a, 23aにそれぞれ係合する、ガイドブック31aが2個ずつ計4個、正面(厚板)に突設されている(図4(a)では、後側の1本のLMガイド23a及び2個のガイドブック31aを示す)。上部ローラ支持フレーム31は、上下駆動部32によって上下に移動し、ガイド手段によってガイドされることにより、上下方向にのみ安定して移動する。

10

【0043】

(押さえ手段)

押さえ手段70は、ワークWの測定部を挟んだ両側を上から押圧して、ワークWが測定部において浮き上がって基準面からずれないように設定するものである。この押さえ手段70は、ワークWに接触する部材であるガイド板7と、ガイド板7を支持するガイド板支持フレーム71と、ガイド板支持フレーム71を上下に移動させるガイド板駆動部72とを備える。

20

【0044】

ガイド板7は、載置台6からワークWの板厚分の距離を空けた上側に設けられる。なお、ガイド板7が設けられる測定部の両側とは、前後でも幅方向におけるものでもよく、ガイド板7は、例えば測定部の前と後に設けた2枚の板で構成されてもよい。ここでは、ガイド板7は、測定部を囲む全方向で押圧するように、測定部(センサ11)に合わせた貫通孔を有する1枚の平面視矩形の平板状に形成されている。さらにガイド板7は、ワークWの矯正領域においてできるだけ広い領域に接触して押圧することが好ましいため、図2に示すように、前後における側面(端面)を上部ローラ41, 51の周面に沿わせてテーパ形状として、ワークWとの接触面を広く形成されている。また、ガイド板7は、ワークWを浮き上がらないように載置台6に十分な荷重で押さえ付けるために十分な板厚及び強度を有し、例えば金属材料で形成され、一方、ワークWの搬送を阻害しないように、ワークWとの接触面すなわち下面に自己潤滑性を有する樹脂材料を設け、摩擦係数が0.1以下であることが好ましい。ガイド板7に設けられる樹脂材料としては、例えばテフロン(登録商標)が挙げられる。

30

【0045】

ガイド板7は、上部ローラ41, 51と同様に、測定されるワークWの板厚に応じて、また測定を開始する際にガイド板7と載置台6との間にワークWを挿入し易くするために、上下に移動させることができる。そのため、ガイド板7を支持するガイド板支持フレーム71は、ガイド板駆動部72により上下に移動自在である。ここで、ガイド板7は、前記したように、センサ支持アーム24で位置が固定されたセンサ11を囲んで設けられている。そこで、ガイド板支持フレーム71は、センサ11に移動が妨げられないように、センサ11を把持する腕部24aを跨いだ前後2箇所載置台6上に支持壁23から突き出すように腕部71a, 71aが形成され、この腕部71a, 71aでガイド板7を支持している。ガイド板駆動部72は、例えば給気チューブ及び排気チューブ(図示省略)を接続したエアシリンダであり、支持壁23の正面(表面)に本体(シリンダ部分)が固定され、ガイド板支持フレーム71に接続されたピストン部分が上下に移動して、ガイド板7を所定の圧力でワークWに押し付けるように移動させる。

40

【0046】

本発明に係る連続板厚測定装置は、静電容量式の厚さ計で計測可能な板厚で、第1送りローラ4と第2送りローラ5のそれぞれの当接部の間(矯正領域)において平坦に矯正することが可能な板材であれば測定することができる。例えば、板材(被測定物)の材料に

50

応じて、静電容量式厚さ計 1 の設定やセンサ 1 1 , 1 2 の仕様を替えたり、ガイド板 7 や送りローラ 4 , 5 の周面の材料、あるいは押圧の強さを調整する。

【 0 0 4 7 】

〔板プロフィール検査装置〕

本発明に係る連続板厚測定装置は、圧延板のクラウン量やクラウン率を算出するクラウン検査装置、あるいは圧延板のリップル検査を行うリップル検査装置に使用することができる。図 1 に示すように、本発明に係る板プロフィール検査装置（クラウン検査装置、リップル検査装置）8 0 は、連続板厚測定装置 1 0 に、さらにデータ処理 P C （演算処理手段、記憶装置）8 及びモニタ（通知手段）9 を備える。

【 0 0 4 8 】

（データ処理 P C ）

データ処理 P C 8 は、図 7 に示すように、演算部（演算処理手段）8 2 として機能する C P U 及び記憶装置 8 1 となる H D D を内蔵した一般的な P C （パーソナルコンピュータ）が適用され、ケーブル（図示省略）等で静電容量式厚さ計 1 の本体に接続されて設けられる。演算部 8 2 は、位置特定部 8 2 a、算出部 8 2 b、判定部 8 2 c を備え、静電容量式厚さ計 1 が測定したワーク W の板厚の値に基づいて、ワーク W の板プロフィールを求める。記憶装置 8 1 は、静電容量式厚さ計 1 から入力される板厚の値を記憶したり、演算部 8 2 が実行する処理のプログラムや合否判定をするための閾値等を予め入力されて記憶している。データ処理 P C 8 によるこれらの処理については、後記する圧延プロフィール検査方法にて詳細に説明する。

【 0 0 4 9 】

（モニタ）

モニタ 9 は、例えば液晶ディスプレイが適用され、データ処理 P C 8 に接続されたり、あるいはデータ処理 P C 8 と一体のノート型 P C としてもよく、データ処理 P C 8 が静電容量式厚さ計 1 から入力されたワーク W の板厚の値に基づく評価結果等を表示する。

【 0 0 5 0 】

〔板厚測定方法〕

本実施形態に係る連続板厚測定装置 1 0 でワーク W の板厚を測定する方法を、図 6 を参照して説明する。なお、図 6、及び後記の図 7 の各正面図においては、載置台 6 及びガイド板 7 は、センサ 1 1 , 1 2 が設置された位置（測定部）における断面で表す。

【 0 0 5 1 】

（測定準備）

はじめに、ワーク W を載置台 6 上の第 1 送りローラ 4 の前側（搬入部）に載置し、図 6（ a ）に示すように、後側の端部（先端）が測定部（センサ 1 1 , 1 2 間）の手前であって、ガイド板 7 の下に配置されるように載置台 6 上を滑らせて移動させる。このとき、送りローラ 4 , 5 の上部ローラ 4 1 , 5 1 及びガイド板 7 は、ワーク W の板面（上面）に対して隙間を有するように、予め、上下駆動部 3 2 及びガイド板駆動部 7 2 により、ある程度高い位置に移動させておく。

【 0 0 5 2 】

次に、この状態で、ワーク W を押圧するようにガイド板駆動部 7 2 を動作させてガイド板 7 を降下させ、同様に、上下駆動部 3 2 を動作させて、上部ローラ支持フレーム 3 1 ごと上部ローラ 4 1 , 5 1 を降下させて、上部ローラ 4 1 が空回りせずにワーク W を押圧するように第 1 送りローラ 4 でワーク W を挟持する（図 6（ b ）参照）。

【 0 0 5 3 】

（測定）

送り機構 3 の駆動モータ 3 3 及び静電容量式厚さ計 1 を起動して、ワーク W の搬送及び板厚の測定を開始する。ワーク W の板厚の測定が開始されると、ワーク W が搬送され、センサ 1 1 , 1 2 間をワーク W の先端が通過し、ワーク W 先端から板厚の測定が開始される。さらにワーク W は、その先端が第 2 送りローラ 5 に到達すると、第 2 送りローラ 5 にも挟持されて、2 組の送りローラ 4 , 5 で搬送されるようになる（図 6（ c ）参照）。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

ワークWは、その前側の端（末端）が第1送りローラ4を通過した後も第2送りローラ5によって引き続き搬送され、末端がセンサ11, 12間を通過すると、ワークWの末端までの板厚の測定の終了となる。さらにワークWは、その末端が第2送りローラ5を通過すると、送りローラ4, 5のいずれにも挟持されなくなるため、載置台6上の第2送りローラ5の後側（搬出部）で静止する（図6（d）参照）。なお、駆動モータ33及び静電容量式厚さ計1は、図示しないセンサにより停止して、ワークWの板厚の測定のための作業を完了する。

【 0 0 5 5 】

〔 圧延プロフィール検査方法 〕

板プロフィール検査装置80は、連続板厚測定装置10が測定したワークWの板厚に基づいて圧延プロフィール（板プロフィール）を検査することができる。リップル検査方法は連続板厚測定工程及びリップル検査工程を行い、クラウン検査方法は連続板厚測定工程及びクラウン算出工程を行う。それぞれの方法を、図7を参照して説明する。

【 0 0 5 6 】

（ 連続板厚測定工程 ）

静電容量式厚さ計1で測定された板厚の値は、随時データ処理PC8へ出力される（例えば図8に示すデータ）。データ処理PC8においては、演算部82が、板厚の値を入力される毎に、ワークWの先端からの距離（測定位置）に関連付けて記憶装置81に記憶する（図7参照）。詳しくは、センサ11, 12間をワークWの先端が通過した時に、静電容量の変化により静電容量式厚さ計1で測定された板厚の値も大きく変化するため、データ処理PC8は、静電容量式厚さ計1から入力されたこの板厚の値の変化した直後の値をワークWの先端における板厚と認識し、同時にこの値が入力された時を測定開始の時とするように、予め設定されている。そして、ワークWの末端がセンサ11, 12間を通過した時も、先端通過時と同様に板厚の値が大きく変化するため、データ処理PC8は、変化する直前の値をワークWの末端における板厚と認識し、同時にこの値が入力された時を測定終了の時とするように、予め設定されている。そして、データ処理PC8に入力された板厚の値は、演算部82の位置特定部82aがワークWにおける測定位置を特定し、この測定位置と関連付けて記憶される。測定位置は、例えば、先端から何回目に入力された値であるかに応じて予め入力されたものを位置特定部82aが順番に割り当ててもよいし、ワークWにおける板厚の測定間隔dを予め入力しておいて、演算部82がN回目に入力された値の測定位置を $(N - 1) d$ と算出することにより特定することもできる。

【 0 0 5 7 】

（ リップル検査工程 ）

ワークWの末端における板厚が測定された後、データ処理PC8は、設定により自動的に、あるいはキーボード等の入力手段（図示省略）で命令を入力されることにより、演算部82の算出部82bが、記憶装置81に記憶されたワークWの測定方向（搬送方向）の全体にわたる板厚から平均値、最小値、最大値、標準偏差等を算出して、モニタ9に表示させる。また、データ処理PC8は、例えばワークWの板厚の測定方向に沿った分布を、横軸に測定位置を示す値（先端からの距離）を、縦軸に板厚の値を表したプロット図（図8参照）として表示させ、あるいは静電容量式厚さ計1から板厚の値が入力される度に、モニタ9にプロット図を描画するように設定されてもよい。

【 0 0 5 8 】

本実施形態に係る連続板厚測定装置10によれば、ワークWを当該ワークWの圧延方向に連続して板厚測定することで、リップル検査を行うことができる。金属板にリップルが発生すると圧延方向に直交する縞模様（リップルマーク）が表面に現れ、その原因の一つとして、圧延速度ムラ等により圧延方向に沿って波状に板厚が変化したことがある。したがって、図8（a）に示すように、板厚の変化を強調したプロット図に表すことで、板厚の周期的な変化を容易に検知することができる。

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

50

また、板厚の変化量の上限値、ならびにこの上限値を超えて板厚が変化した距離や変化の周期のような閾値を設定し、データ処理PC8に予め入力することで、演算部82の判定部82cがリップルの有無を自動的に判定することができ、プロット図でオペレータが目視判定しなくてもよい。さらに演算部82がリップルの発生を検知した場合は、モニター9での表示やスピーカ（図示省略）でオペレータ等、外部へ通知するように設定されてもよい。

【0060】

（クラウン算出工程）

また、本実施形態に係る連続板厚測定装置10によれば、前記の連続板厚測定工程において、ワークWを当該ワークWの圧延方向に直交する方向（圧延直角方向、圧延幅方向）に連続して板厚測定することで、クラウンやウェッジを評価することができる。これらは板厚の圧延直角方向における均一性の指標であり、主にワークロールの圧延荷重の偏りに伴って増大する。クラウンは圧延直角方向の中央部の板厚が厚くなるもので、ウェッジは圧延直角方向の両端で板厚に差を生じるものである。

10

【0061】

詳しくは、図9のワークWの圧延方向に直交する断面図に示すように、圧延幅中心の板厚を t_c 、圧延幅両端の板厚をそれぞれ t_{E1} 、 t_{E2} で表したとき、クラウン量 $= t_c - (t_{E1} + t_{E2}) / 2$ 、クラウン率(%) $= [t_c - (t_{E1} + t_{E2}) / 2] / t_c \times 100$ 、ウェッジ量 $= |t_{E1} - t_{E2}|$ 、ウェッジ率(%) $= |t_{E1} - t_{E2}| / t_c \times 100$ で示される。したがって、データ処理PC8において、演算部82の算出部82bが、記憶装置81に板厚の測定位置と関連付けて記憶された板厚の値から t_c 、 t_{E1} 、 t_{E2} を検出して、前記それぞれの式にしたがいこれらの指標の値を算出することができ、モニター9に表示させること等ができる。さらにこれらの指標の上限値（閾値）を設定し、データ処理PC8に予め入力することで、演算部82の判定部82cが自動的に板厚の圧延直角方向における均一性を判定することができる。なお、演算部82が上限値（閾値）と算出された値とを比較して上限値を超えたと判断し、不合格と判定した場合には、モニター9での表示やスピーカでオペレータ等、外部へ通知するように設定されてもよい。

20

【0062】

（クラウン制御装置、クラウン制御方法）

金属板の圧延において、板プロフィール検査装置（クラウン検査装置）でクラウン量やウェッジ量等を測定して、前記クラウン量等が所定範囲外の場合に、測定した金属板を圧延した圧延機に、制御パラメータを補正させることもできる。

30

【0063】

本発明に係るクラウン制御装置80Aは、前記板プロフィール検査装置80に、さらに補正手段を備えたものである。ここでは、図7に示すように、データ処理PC8Aの演算部82が補正部（補正手段）82dを備える。この補正部82dは、予め記憶装置81に記憶されているクラウンについての設定値と測定された板厚から算出した値との差分を求め、この差分を0にする（減少させる）ような補正值を算出して、圧延機PSに送信する。圧延機PSは、クラウン制御装置80Aでクラウン検査をした金属板を圧延した圧延機であり、受信した補正值に制御パラメータを再設定して補正するように構成されている。

40

【0064】

（圧延機）

圧延機PSは、多段式圧延機等の公知のものであり、オペレータの操作等により各種の制御パラメータが設定される。クラウン量に影響する制御パラメータには、例えばワークロールを支持する中間ロールと、この中間ロールを支持する支持ロールの各変位手段の位置や荷重が挙げられる。さらに圧延機PSは、前記した通り、各種制御パラメータを外部からの信号により再設定可能に構成されている。

【0065】

（補正值算出工程、補正指示工程）

前記のクラウン算出工程にてデータ処理PC8Aの演算部82が算出した金属板のクラ

50

ウン量が、予め入力されたクラウン量の許容範囲外であった場合、その差に基づいて、演算部 8 2 の補正部 8 2 d が補正すべき制御パラメータ及びその補正値を算出する（補正値算出工程）。具体的には、補正部 8 2 d は、金属板の測定位置毎の板厚の絶対値（例えば図 9 に示す t_C 、 t_{E1} 、 t_{E2} ）やクラウン量等を総合的に勘案して、ロールギャップ量を小さくしたり、圧延幅における特定の部位の支持ロールの荷重を大きくする等、圧延機 P S の仕様に応じて予め設定されたプログラムにしたがって算出する。そして、演算部 8 2 は、算出した補正値を補正命令として圧延機 P S へ出力（送信）する（補正指示工程）。補正命令を受信した圧延機 P S は、制御パラメータを再設定して補正する。なお、先行して圧延した金属板の板プロフィールに基づいて、圧延機の各種制御パラメータの補正値を決定する具体的な方法として、例えば特公昭 6 3 - 4 9 5 6 8 号公報や特開 2 0 0 6 - 1 8 1 6 0 9 号公報に記載された制御方法を適用することができる。

【0066】

以上、本発明について、実施の形態を示して詳細に説明したが、本発明の趣旨は前記した内容に限定されることなく、前記した記載に基づいて広く改変・変更等することができることはいうまでもない。以下、それぞれの要素について例示する。

【0067】

連続板厚測定装置 1 0 は、ワーク W が搬送され易くなるように、第 1 送りローラ 4 の前方に回転自由なローラ（いわゆる、ころ）を設けてもよい。

載置台 6 は、送りローラ 4、5 のローラ幅よりも載置面が狭い場合は、下部ローラ 4 2、5 2 が設けられたそれぞれの位置で分断されて形成され、この場合においても、分断された載置台 6 のそれぞれは、上面が一の基準面を有するように設置される。

【0068】

上部ローラ 4 1、5 1 は、同時に上下移動させるだけでなく、個別に移動可能に構成されてもよい。例えば、ワーク W を載置台 6 の搬入部に載置して板厚の測定を開始する際に、上部ローラ 4 1 のみを上方に移動させてワーク W を下部ローラ 4 2 と挟み込んでもよい。

【0069】

また、上部ローラ 4 1、5 1 は同じ回転速度でなくてもよく、例えば従動プーリ 3 5 が従動プーリ 3 4 よりも径を小さく形成されて、上部ローラ 5 1 の方が上部ローラ 4 1 よりも回転速度が速くなるように構成されてもよい。後方の第 2 送りローラ 5 による搬送速度を速くすることで、ワーク W は、第 1 送りローラ 4 と第 2 送りローラ 5 のそれぞれの当接部の間で、前後方向に引っ張られながら搬送されるため、撓み等の変形が矯正された状態で板厚を計測されるために精度が向上する。

【0070】

このとき、上部ローラ 4 1、5 1 の回転速度の差（送りローラ 4、5 による搬送速度の差）は大きいと、ワーク W が前後に過剰に引っ張られて、上部ローラ 4 1、5 1 のいずれかの当接部でスリップする等して搬送速度が不均一となる虞があるため、差が大きくなり過ぎないように設計する。あるいは、前方の上部ローラ 4 1 は、その周面の弾性部材が上部ローラ 5 1 の周面の弾性部材よりも摩擦係数の小さい材料で形成されたり、ワーク W への押圧を上部ローラ 5 1 よりも弱くして、ワーク W が上部ローラ 4 1 で優先的にスリップするようにして、ワーク W が後方の第 2 送りローラ 5 の搬送速度で安定して搬送されるように設計してもよい。また、従動プーリ 3 4、3 5 にギアを介する等により、上部ローラ 4 1、5 1 は回転速度を個別に制御できるように設計されてもよい。

【0071】

下部ローラ 4 2、5 2 は、上部ローラ 4 1、5 1 と同期して駆動モータ 3 3 で回転駆動させる構成としてもよい。この場合、送り機構 3 は、上部ローラ 4 1、5 1 と同様に、下部ローラ 4 2、5 2 の回転軸に従動プーリを設けて、駆動モータ 3 3 の回転を伝達させる。

【0072】

ガイド板 7 は、ガイド板駆動部 7 2 を設けずに、上部ローラ支持フレーム 3 1 にガイド

10

20

30

40

50

板支持フレーム 7 1 を介して固定されて、上下駆動部 3 2 により上部ローラ 4 1 , 5 1 と一体に移動させるように設計されてもよい。また、押さえ手段 7 0 は、平板状のガイド板 7 に代えて、周面が搬送されるワーク W に当接して追従して回転するローラ状の部材を備えてもよい。この場合、前記のローラ状の部材は、上部ローラ 4 1 , 5 1 と同様に周面に弾性部材を設ける。このような構成であれば、押圧してもワーク W の搬送を阻害しない。

【 0 0 7 3 】

連続板厚測定装置 1 0 による板厚の測定において、静電容量式厚さ計 1 は、ワーク W の板厚を正確に測定するために、ワーク W を載置台 6 に載置する前に、板厚が既知の基準サンプルを載置台 6 上の測定部に載置してガイド板 7 で押圧して固定し、静電容量式厚さ計 1 の校正を行うことが好ましい。

10

【 0 0 7 4 】

また、静電容量式厚さ計 1 及び駆動モータ 3 3 は、ワーク W の末端が第 2 送りローラ 5 を通過した後に、手動で停止させてもよい。あるいは、例えばデータ処理 P C 8 が、入力された板厚の値をワーク W の末端の板厚の値であると特定した時に、静電容量式厚さ計 1 を停止させるように設定されてもよく、さらにその指定時間経過後に駆動モータ 3 3 を停止させるように設定されてもよい。

【 0 0 7 5 】

データ処理 P C 8 は、ワーク W の板厚測定の開始と終了の時を、板厚の値の変化以外に、例えば入力された板厚の値が予め設定された所定範囲内になった時及び所定範囲を外れた時で認識するように、予め設定されていてもよい。また、データ処理 P C 8 は、ワーク W における板厚の測定位置を、例えば当該板厚の測定時（開始時からの経過時間）とワーク W の搬送速度とから算出してもよく、あるいは搬送速度に代えて、入力されたワーク W の測定方向長さと同様の測定時から末端の測定時までの経過時間とを用いて算出するように設定されていてもよい。

20

【 0 0 7 6 】

クラウン検査において、データ処理 P C 8 は、連続板厚測定装置 1 0 が出力したワーク W の板厚のすべてを記憶しなくてもよく、最初と最後に、及びその中間の時点に入力された板厚の値のみを用いてクラウン率やウェッジ率等を算出することができる。

【 0 0 7 7 】

板プロフィール検査装置 8 0 及びクラウン制御装置 8 0 A は、モニター 9 以外の通知手段として、さらにプリンタやスピーカをデータ処理 P C 8 , 8 A に接続して設けて、評価結果等を出力したり警告音を発生させてもよい（図示省略）。

30

【 0 0 7 8 】

クラウン制御装置 8 0 A は、補正手段（補正部 8 2 d ）をデータ処理 P C 8 A に内蔵せず、例えば圧延機の制御パラメータを設定する制御盤に備える構成であってもよい。この場合、クラウン制御装置 8 0 A のデータ処理 P C 8 A は、先行して圧延した金属板について、クラウン量や板厚分布等の圧延機の補正手段に対応した値を圧延機に出力する（図示省略）。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

40

- 1 0 連続板厚測定装置
- 1 静電容量式厚さ計（厚さ計）
- 1 1 , 1 2 センサ
- 2 2 下部ローラ支持フレーム
- 2 3 支持壁
- 2 4 センサ支持アーム
- 3 送り機構
- 3 1 上部ローラ支持フレーム
- 3 2 上下駆動部
- 3 3 駆動モータ

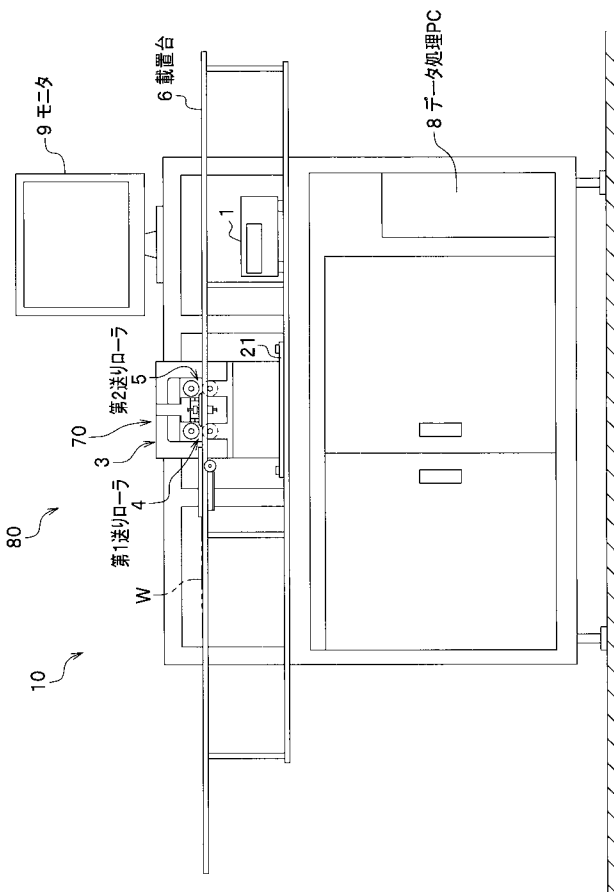
50

- 4 第1送りローラ（前方の送りローラ）
- 4 1 上部ローラ
- 4 2 下部ローラ
- 5 第2送りローラ（後方の送りローラ）
- 5 1 上部ローラ
- 5 2 下部ローラ
- 6 載置台
- 7 0 押さえ手段
- 7 ガイド板（平板状の部材）
- 7 1 ガイド板支持フレーム
- 7 2 ガイド板駆動部
- 8 0 板プロフィール検査装置（クラウン検査装置、リップル検査装置）
- 8 0 A クラウン制御装置
- 8 , 8 A データ処理PC
- 8 1 記憶装置
- 8 2 演算部（演算処理手段）
- 8 2 a 位置特定部
- 8 2 b 算出部
- 8 2 c 判定部
- 8 2 d 補正部（補正手段）
- 9 モニタ（通知手段）
- W ワーク（被測定物、金属板）
- P S 圧延機

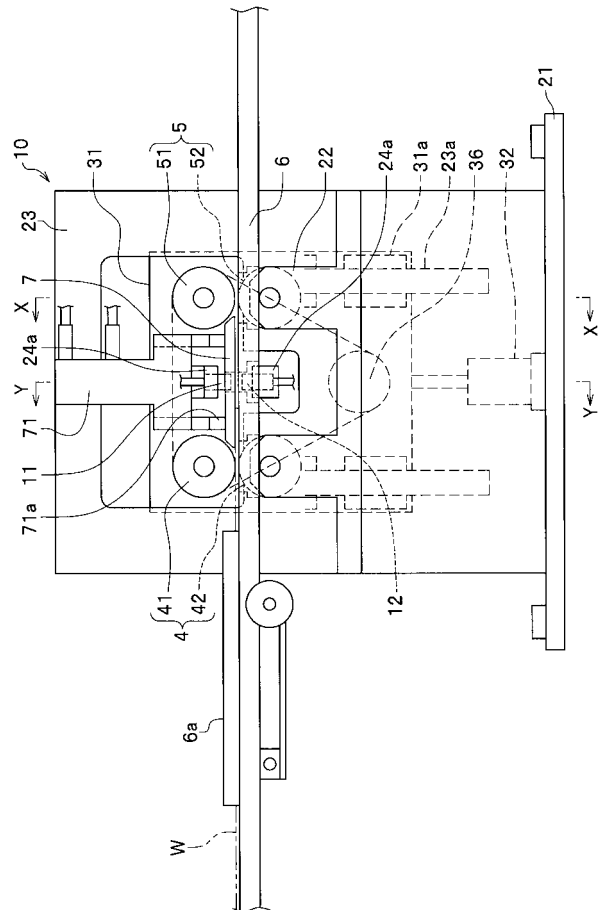
10

20

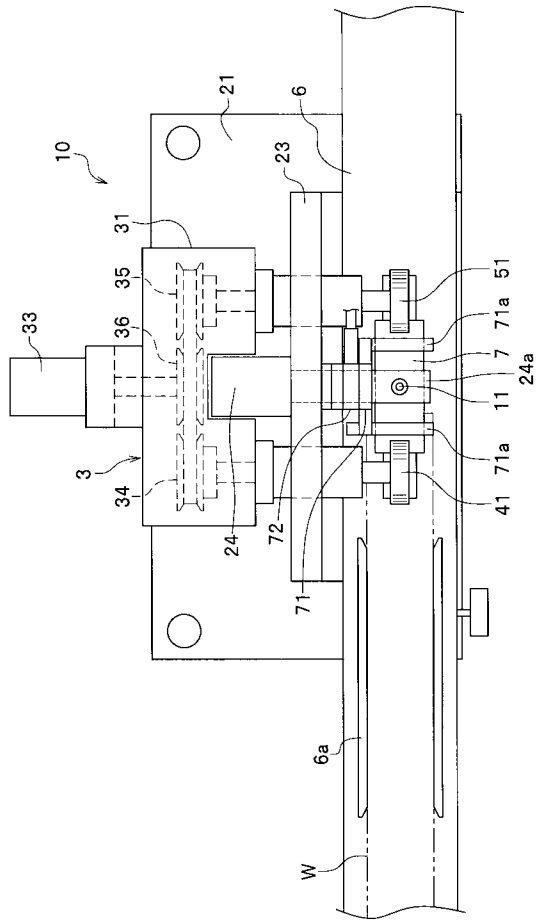
【図1】



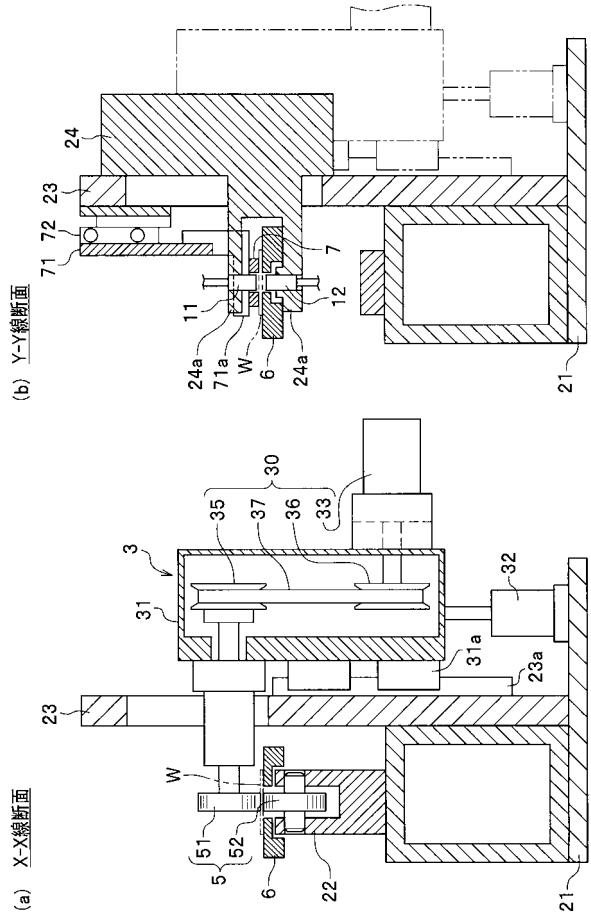
【図2】



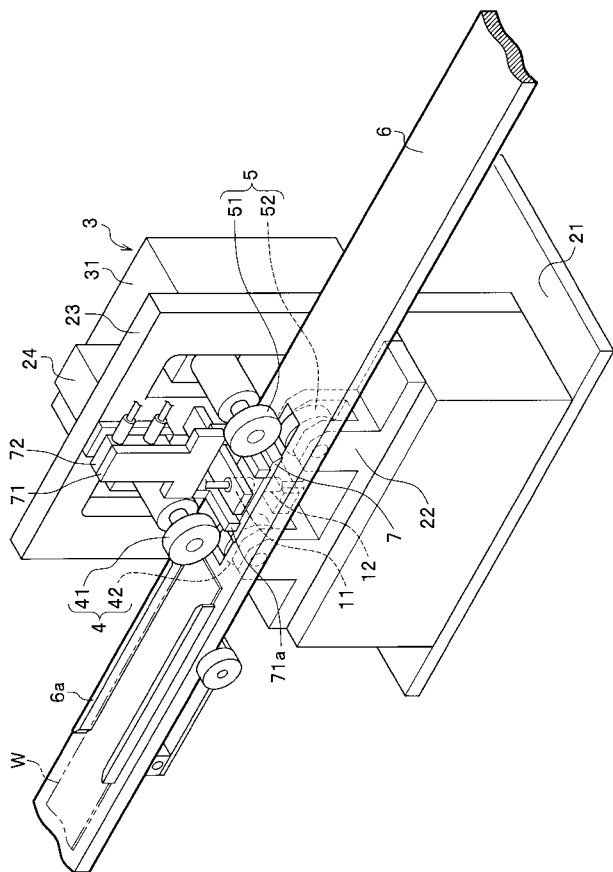
【図3】



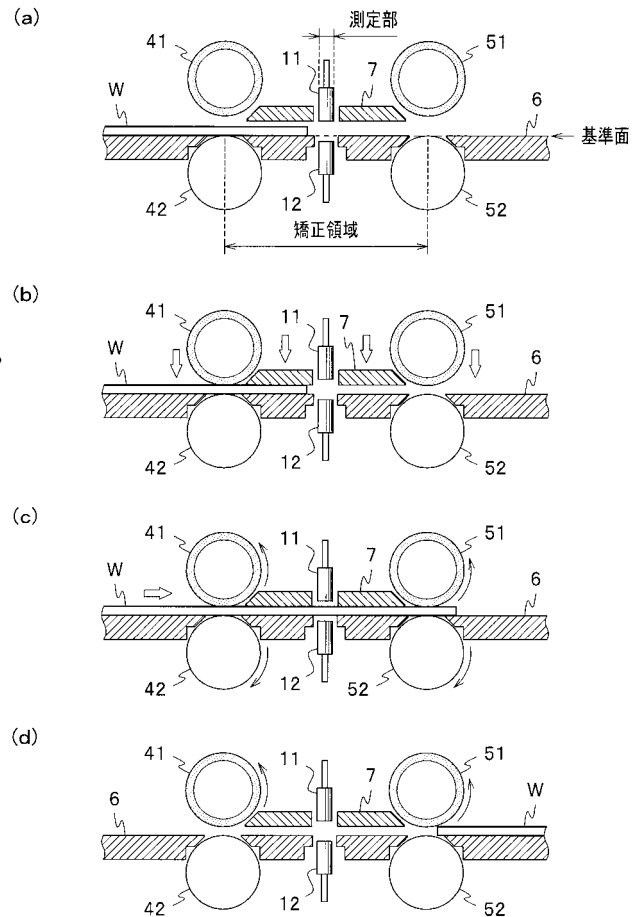
【図4】



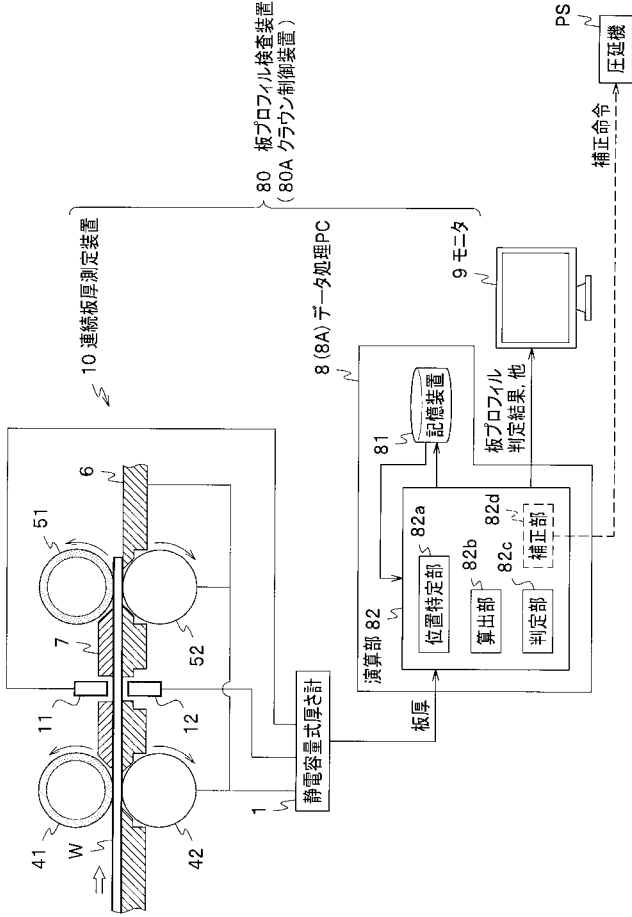
【図5】



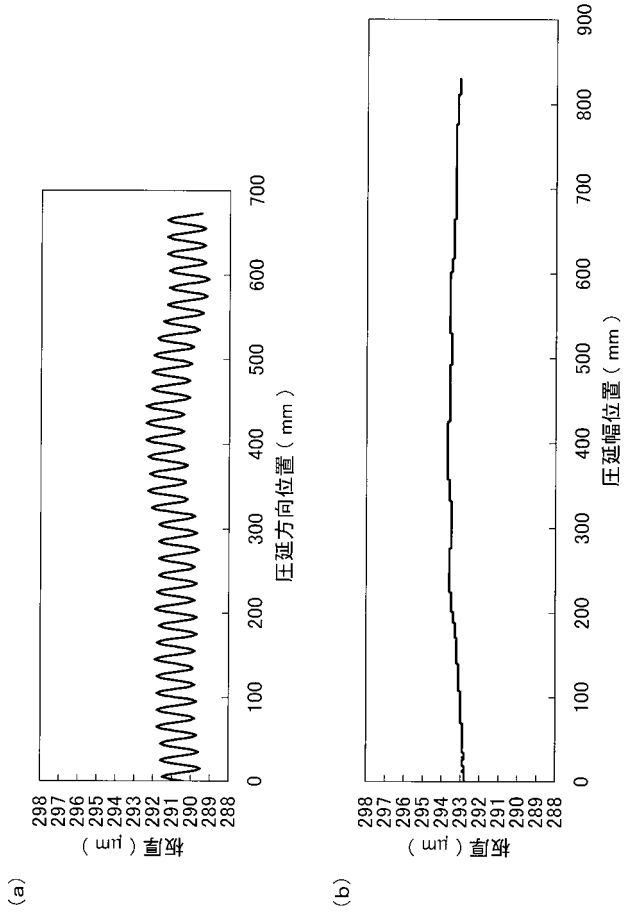
【図6】



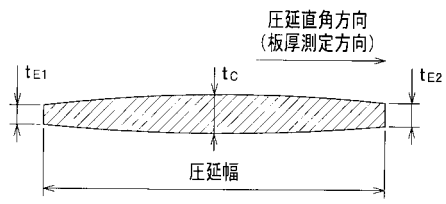
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 阿久津 公一
栃木県真岡市鬼怒ヶ丘 1 5 番地 株式会社神戸製鋼所真岡製造所内
- (72)発明者 鶴見 敏彦
栃木県小山市花垣町 2 丁目 3 番 2 1 号 株式会社エスピーテック内
- (72)発明者 野口 茂
栃木県真岡市鬼怒ヶ丘 1 5 番地 株式会社神戸製鋼所真岡製造所内
- Fターム(参考) 2F063 AA16 BA23 BB02 BB05 BC05 DA14 HA03 ZA02
4E024 AA03 AA07 BB10 DD01 GG10