

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4449789号  
(P4449789)

(45) 発行日 平成22年4月14日(2010.4.14)

(24) 登録日 平成22年2月5日(2010.2.5)

(51) Int.Cl.

F 1

<b>B21B 37/38</b>	<b>(2006.01)</b>	B 21 B 37/00	1 1 6 B
<b>B21B 37/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 21 B 37/00	B B N
<b>B21B 37/32</b>	<b>(2006.01)</b>	B 21 B 37/00	1 1 6 R
		B 21 B 37/00	1 1 6 S

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2005-63236 (P2005-63236)
(22) 出願日	平成17年3月8日 (2005.3.8)
(65) 公開番号	特開2006-247656 (P2006-247656A)
(43) 公開日	平成18年9月21日 (2006.9.21)
審査請求日	平成19年6月7日 (2007.6.7)

(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
(72) 発明者	服部 哲 茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株式会社 日立製作所 情報制御システム事業部内

審査官 小谷内 章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】圧延装置の制御方法及び制御装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被圧延材が目標形状となるように圧延機におけるベンダーとクーラントを操作端とする制御を実施している圧延機の形状制御方法であって、前記形状制御で制御対象としている範囲よりも板幅方向板端部側の形状という前記形状制御の制御対象とは別な新たな制御対象を制御するために、前記ベンダー制御とクーラント制御の一方の目標形状を変更して前記ベンダー制御とクーラント制御の一方を制御するとともに、その変更に係わる制御と並行的に、前記板幅方向板端部側の形状を制御することによる前記ベンダーおよびクーラントを用いた形状制御が制御対象とする形状への影響が抑制されるように、前記ベンダー制御とクーラント制御の目標形状を互いに異ならせて前記ベンダー制御とクーラント制御の他方を制御する圧延装置の制御方法。

## 【請求項 2】

被圧延材が目標形状となるようにベンダー制御量とクーラント制御量を制御する圧延装置の制御方法であって、前記目標形状は被圧延材の所定の板幅方向端部より内側を含んでおり、前記所定の板幅方向端部の計測値を含んだ計測値に基づいて、前記ベンダー制御における目標形状を、前記クーラント制御における目標形状とは異ならせるように設定し、前記クーラント制御における目標形状も前記ベンダー制御における目標形状と同じであった場合の前記所定の板幅方向端部の張量よりも張量が減少するように前記クーラント制御における目標形状を設定する圧延装置の制御方法。

## 【請求項 3】

被圧延材が目標形状となるようにベンダー制御量とクーラント制御量を制御する圧延装置の制御方法であって、前記目標形状は被圧延材の所定の板幅方向端部より内側を含んでおり、前記所定の板幅方向端部の計測値を含んだ計測値に基づいて、前記ベンダー制御における目標形状を、前記クーラント制御における目標形状とは異ならせるように設定し、前記クーラント制御における目標形状と前記ベンダー制御における目標形状と同じであった場合の前記被圧延材の板幅方向端部のクーラント量よりも多くクーラントが噴射されるように前記クーラント制御における目標形状を設定する圧延装置の制御方法。

#### 【請求項4】

請求項3において、前記ベンダー制御における目標形状と前記クーラント制御における目標形状と同じに設定し、その後前記クーラント制御における目標形状を変更する圧延装置の制御方法。

10

#### 【請求項5】

請求項4において、前記目標形状の変更は、前記被圧延材の板幅方向端部の張量を減少させるものであり、前記変更前の目標形状は、前記被圧延材の所定の板幅方向端部より内側の板厚形状が前記クーラント制御により変動するのを補償するように前記ベンダーを制御するものである圧延装置の制御方法。

#### 【請求項6】

被圧延材が目標形状となるように圧延機におけるベンダーとクーラントを操作端とする制御を実施する圧延機の形状制御装置であって、前記形状制御で制御対象としている範囲よりも板幅方向板端部側の形状という前記形状制御の制御対象とは別な新たな制御対象を制御するために、前記ベンダー制御とクーラント制御の一方の目標形状を変更して前記ベンダー制御とクーラント制御の一方を制御するとともに、その変更に係わる制御と並行的に、前記板幅方向板端部側の形状を制御することによる前記ベンダーおよびクーラントを用いた形状制御が制御対象とする形状への影響が抑制されるように、前記ベンダー制御とクーラント制御の目標形状を互いに異ならせて前記ベンダー制御とクーラント制御の他方を制御することを特徴とする圧延装置の制御装置。

20

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、圧延装置の制御方法及び制御装置に関する。

30

#### 【背景技術】

#### 【0002】

金属の薄板を生産するための冷間圧延機においては、従来より被圧延材の形状（板の波打ち）を制御する形状制御が行われてきた。形状制御は圧延機出側に設置された形状検出器よりの実績信号が、目標形状と一致するように圧延機に設置されているベンダー（作業ロール両端に圧力をかけてたわみを作り、形状を制御する）やクーラントノズル（あるいは、スポットクーラントとも称する。以下同様。）（作業ロールの圧延による熱膨張を用いて形状を制御する）を用いて行われる。このような技術は、例えば、特開2004-66310号公報に知られている。

#### 【0003】

40

【特許文献1】特開2004-66310号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0004】

一方、圧延機における被圧延材の形状は、作業ロールの表面形状により決まるが、圧延材が存在する作業ロールの部分は被圧延材加工の発熱で熱膨張が大きいが、一方、被圧延材が存在しない作業ロールの部分は発熱が無いため、連続的に熱膨張が減少する。そのため、作業ロールの半径が板端部で急激に減少する。そのため、板端部で急激に作業ロール間のギャップ量が増加して圧延による圧下量が小さくなってしまい、板端部の伸びが少なくなるエッジタイト現象が発生する。

50

## 【0005】

エッジタイト現象は板端部の張力が高い状態であり、上工程で極端部にヒビが入つていると、ヒビを起点として板が切れてしまう。いわゆる耳割破断と呼ばれるものが発生しやすくなる。

## 【0006】

この耳割破断防止のためには、形状制御で板端部にかかる張力を下げる（板端部を伸び方向に制御する）必要があるが、板端部の目標形状を変更すると、被圧延材の中央部の形状が影響を受けてしまい、全体として、製品品質の低下を引き起こす。

## 【0007】

本発明の目的は、板幅方向全体としての形状品質を保ちつつ、さらに、板幅方向端部の耳割破断防止を図るものである。 10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

前記目的の少なくとも1つを達成するために、本発明では、目標形状となるようにベンダー制御量とクーラント制御量を制御するもので、目標形状は被圧延材の所定の板幅方向端部より内側を含んでおり、所定の板幅方向端部の計測値に基づいて、ベンダー制御における目標形状を、クーラント制御における目標形状とは異ならせるように設定するように構成した。

## 【0009】

あるいは、目標加工となるように第1の制御量と第2の制御量を制御するもので、目標加工対象とは異なる対象を含んだ加工対象の計測値に基づいて、第1の制御における目標値を、第2の制御における目標値とは異ならせるように設定するように構成した。 20

## 【発明の効果】

## 【0010】

本発明によれば、板幅方向全体としての形状品質を保ちつつ、板幅方向端部の耳割破断防止が図れる。さらには、圧延装置のみならず、所定の部分に対する制御が他の部分に対して影響を及ぼすような加工装置について、該影響を低減することが可能となる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0011】

以下本発明の実施例を図面を用いて説明する。まず、本発明の制御系一般に適用した例を図1を用いて説明する。 30

## 【0012】

制御対象11として制御対象A（例えば後述のセンター部形状）があり、また、制御対象B<sub>1</sub>（後述のWSエッジ部形状に相当）…制御対象B<sub>n</sub>（後述のDSエッジ部形状に相当）がある。これらは例えば圧延材における板幅方向の分布のように分布値であっても良い。それぞれは、測定器（図示せず）により、制御対象A、測定値12、制御対象B<sub>1</sub>、測定値13…制御対象B<sub>n</sub>、測定値14として測定される。目標設定装置15は制御対象Aの目標値17を設定する。制御系-1(16)…制御系-n(17)は、それぞれ、制御対象A測定値12と制御対象A目標値17（後述する制御対象A<sub>1</sub>、目標値変更値22、制御対象A<sub>n</sub>、目標値変更値23が出力されていればその値を減算した値）との偏差がなくなるように、制御操作対象18（例えば、後述のベンダーに相当）及び制御操作対象19（例えば、後述のクーラントに相当）を制御する。 40

## 【0013】

制御対象状態判定装置20は制御対象B<sub>1</sub>、測定値13…制御対象B<sub>n</sub>、測定値14がそれぞれ許容値であるか判定する。許容値でなければ制御目標値変更装置21に許容値でない旨（及びその制御対象）を出力する。制御目標値変更装置21は、前記制御対象が許容値となるように、制御系-1(16)…制御系-n(17)のいずれか（あるいは、一部）に制御目標値変更値（22～23）のいずれか、あるいは、一部）を出力する。更には、制御目標値変更装置21は、その他の制御目標値は変更せずに維持するか、あるいは、前記変更による制御対象Aの影響が低減されるように、制御目標値変更値を出力する。 50

## 【0014】

このように、複数の制御系が適用されている制御対象において、制御系が適用されている状態変数についてはそれを保ちつつ、別の制御変数を制御する。このことは、具体的には、図1に示したように、新たな制御目標となる制御対象状態を判定する制御対象状態判定装置20とその判定結果に基づき各制御系の制御目標値を変更する制御目標値変更装置21を設けたものである。制御対象に対して、複数の制御系が適用されている制御システムでは、ある制御目的を達成するために新たな制御系を適用すると、既に適用されている制御系と干渉してしまう場合があるが、そのような場合に、既に適用されている制御系の制御目標値を変更し制御系間で干渉を発生させることにより制御精度を許容値内に保ちながら新たな制御目標を達成可能となる。

10

## 【0015】

次に、前記説明した制御概念を具体的に圧延装置の制御に適用した例を説明する。図3において、#1スタンド801及び#2スタンド802それぞれは、被圧延材14に直接接触して圧延する上・下一対の作業ロール22(22a, 22b)と、作業ロール22を鉛直方向に支持する上・下一対の中間ロール23(23a, 23b)を設けている。開示していないが中間ロール23は上・下一対の補強ロールによって鉛直方向に支持されている。作業ロールベンディング装置(曲げ力の作用方向の矢印F)を図示しないが、作業ロールベンディング装置で作業ロール22に曲げ力を作用させる。また、中間ロール23を軸方向に移動するロールシフト装置が設けられている。

20

## 【0016】

作業ロール22に対してクーラントを噴射するクーラントノズル24が設けられている。クーラントノズル24(あるいは、スポットクーラントとも称する。)それは板幅範囲に多数のノズルを並設したものであり、個々のノズルに対しそれぞれ流量可変バルブ(図示せず)が備えられ、流量を可変的に噴射できるようになっており、かつ各流量可変バルブは個別に噴射流量を制御可能となっている。被圧延材21の板幅方向において流量分布を持たせて噴射可能となっている。

## 【0017】

作業ロール22の出側には、被圧延材21の形状を測定する形状検出器25が設けられている。

## 【0018】

30

図3において、形状検出器25は板幅方向例えば50mm程の毎の出力をするものあり、図4の符号41で示される出力をする。形状測定手段301は、形状計25の出力を分解して図4に示すようにWSエッジ(操作側エッジ)形状42、センター部形状43及びDSエッジ(駆動側エッジ)形状44として出力する。

## 【0019】

センター部形状43は目標形状設定装置306で設定された目標形状と共に、ベンダー形状制御304及びクーラント形状制御305に入力される。なお、ベンダー形状制御304は作業ロール22のベンダー力Fを制御するものであり、クーラント形状制御305はクーラントノズル24の噴射量を制御するものである。

## 【0020】

40

一般に製品出荷の際には、エッジ部は切除されることも多く製品品質上は、エンドユーザーに対する製品保証についてもセンター部形状43が対象となることが多いため、センター部形状43が重要である。センター部の形状は重要であり、出側板形状を制御するためのベンダー形状制御304およびクーラント形状制御305が適用されるが、これらの制御の制御対象は、図4に示すセンター部形状43である。センター部形状43は、形状検出器での検出形状において、最板端部であるWSエッジ形状42およびDSエッジ形状44を除いた部分となる。本実施例では、最エッジ部の形状は、板の蛇行による誤検出が発生しやすい等から、目標形状設定装置306での目標設定としての制御範囲から外して、センター部形状43を形状制御の対象として制御している。

## 【0021】

50

このように、ベンダー形状制御 304 及びクーラント形状制御 305 によって、薄板を生産するための冷間圧延機の制御として、被圧延材の形状（板の波打ち）を制御する形状制御を行う。すなわち、形状制御は圧延機出側に設置された形状検出器よりの実績信号が、目標形状と一致するように圧延機に設置されているベンダー（作業ロールに圧力をかけてたわみを作り、形状を制御する）やクーラントノズル（スポットクーラント）（作業ロールの圧延による熱膨張を用いて形状を制御する）を用いる。

#### 【0022】

形状制御のためには、ベンダー形状制御 304 およびクーラント形状制御 305 の 2 種類を用いて、ベンダー形状制御 304 では、板幅方向全体にわたって 2 次～4 次関数状に形状を修正し、一方クーラント形状制御 306 では、形状検出器 25 の検出ゾーン幅（約 50 mm 程度）にあわせてクーラントを出すあるいは出さない選択することによって形状を制御するのである。

#### 【0023】

エッジタイト判定装置 302 の詳細を図 5 に示す。エッジタイト判定装置 302 では両エッジ部の形状である WS エッジ部形状 42 及び DS エッジ部形状 44 を取り込み、あらかじめ圧延条件等によって定められた値より小さい場合（形状としては、伸びている方向を正方向と定めているため、タイト方向 = 張っている方向は負方向となるため）、エッジタイトと判定する。このエッジタイトの判定としては WS 側及び DS 側を別個に判定する。

#### 【0024】

エッジタイトについて説明すると、圧延機における被圧延材の形状を図 5 に示す。作業ロール 22 の表面形状と、被圧延材 21 の板幅方向板厚分布により決まる。圧延による発熱により作業ロール 22 は熱膨張するが、被圧延材 21 が存在しない作業ロール 22 の部分においては、圧延による発熱が無いため発熱は無い。発熱部分と非発熱部分間では発熱部分から熱が非発熱部分に逃げるため、連続的に熱膨張が減少する。圧延による発熱が大きい場合は、この熱膨張の減少率が大となり、作業ロール 22 の半径が板端部で急激に減少する。そのため、板端部においては、圧延による圧下量が小さくなってしまい板端部の伸びが少なくなるエッジタイト現象が発生する。

#### 【0025】

上工程での作業中に被圧延材 21 の板端部にヒビが入ると、板を圧延中そこに張力がかかるとヒビを起点として板が切れてしまうものである。この現象が、耳割破断である。これを防止するには板端部で張力が過大にかかるエッジタイト現象を防止する必要がある。

#### 【0026】

図 7 を用いて目標形状変更装置 303 による目標形状の変更によるエッジタイト制御を説明する。エッジタイト制御では、エッジタイト現象は板端部の張力が高い状態であるのだから、耳割破断防止、操業効率向上の観点から、エッジタイト現象を防止するために、板端部にかかる張力を下げる（板端部を伸び方向に制御する）のである。

#### 【0027】

目標形状変更装置においては、図 7 に示すようにクーラント形状制御の目標形状をベンダー形状制御の目標形状より変更する。ベンダー形状制御 304 の目標形状はセンター部目標形状と同じとする。このクーラント形状制御 305 の目標形状変更により、クーラント形状制御 305 は、最エッジ部より内側板端部の形状が伸びていると認識してクーラントを噴射する。このため、下記 1 ) の動作となる。

#### 【0028】

1 ) ロールの熱膨張の板端部における変化率を小さくする。そのためには、クーラントを板端部に集中的に噴射することにより、板端部の温度変化を滑らかにする。

#### 【0029】

また、ベンダー形状制御 304 にとっては、クーラント形状制御 305 がエッジ部の形状を張り方向（伸びが小さい方向）に制御するため、さらに伸ばす必要が有りと判断してベンダーをロールギャップが閉する方向に操作し、下記 2 ) の動作となる。

10

20

30

40

50

## 【0030】

2) 板端部がより圧下（ロールギャップが小さくなる）される様にベンダーをかける。

## 【0031】

ここで、クーラントを効果的に利用できれば、エッジタイト現象の抑制に効果的であるが、板幅方向全体の形状を目標形状からはずすと製品品質が保てなくなる。そこで、目標形状変更装置303は、板幅方向全体の形状を一定レベル（製品として問題無のレベル）に保ちながら同時にエッジタイト現象も抑制するように目標形状を変更する。すなわち、製品品質向上のため同じ目標形状を用いていたクーラント形状制御305およびベンダー形状制御304において、積極的に異なる目標形状を与え、両制御間で干渉を発生させて 10 いるのである。

## 【0032】

目標形状変更装置303はセンター部形状品質が悪化しないように、センター部形状制御においては、圧延操業が容易となるような形状となるよう実績形状を維持するように、目標形状を設定する。そのため、形状実績が目標形状に近ければ近いほど制御精度は良いと考えられるが、ある程度制御精度の許容値を持つので、クーラント形状制御305およびベンダー形状制御304それぞれに目標形状を持たせ、それを前記1)および2)によるエッジタイト抑制が可能となり、かつセンター部形状が許容値内となるように変更するのである。

## 【0033】

このように、クーラント形状制御305とベンダー形状制御304における目標形状を変更することにより、エッジタイト抑制制御が実現できる。 20

## 【0034】

ここで、作業ロール22のベンダーがWS（操作側ベンダー）およびDS（駆動側ベンダー）別個に操作可能である（非対称ベンダーが使用可能）な場合は、エッジタイト判定装置302にて判定した側に対して上記目標形状変更を実施すれば良い。作業ロールベンダーがWSおよびDS別個に操作不能である場合は、エッジタイト判定装置302において、WSおよびDSエッジタイトを両方共判定した場合のみ上記目標形状変更をWS側、DS側について実施すればよい。

## 【0035】

本実施例においては、クーラント形状制御305の側の目標形状を変更したが、ベンダー形状制御304側の目標形状を変更させても良い。また、両方の目標形状を変更しても良い。一般に、制御効果の低い方の目標形状を変化させたほうが、センター部形状43の目標形状からのずれ量は小さく、形状精度としては良好となる。通常の圧延においては、作業ロール22のベンダーの方がクーラントより形状に与える影響が大であるので、実施例においてはクーラント形状制御305の目標形状を変化させている。 30

## 【0036】

本発明の第2の実施例として、同じく圧延機における板厚制御803、張力制御804を考える。なお、第1の実施例を同一符号のものは第1の実施例での説明と同様である。図8に示すような2スタンド連続圧延機においては、スタンド間張力を制御するスタンド間張力制御804および#2スタンド（802）出側板厚を制御する板厚制御803が適用される。板厚制御803の操作端は#1スタンド（801）速度であるが、張力制御804については、低速時は#1スタンド（801）速度、速度が上がってくると#2（802）スタンド圧下を操作する。低速時は圧延が不安定であるため、効果の大きい速度を操作し、操業安定性を優先させるためである。ここで、ある速度から張力制御804は#2スタンド（802）圧下に操作端を変更するため、それまで#1スタンド（801）に出していた速度指令が残ってしまう。速度指令が残ってしまうと、#1スタンド801と#2スタンド802の速度バランスが設定値と異なるため圧延が不安定となる可能性がある。 40

## 【0037】

そこで、#1スタンド801に対する張力制御804の速度指令が残っている場合、そ

10

20

30

40

50

れをスキャンセルするように板厚制御 803 の板厚偏差および張力制御 804 の張力に対して補正を行い、板厚精度の許容範囲で板厚をわざと乱すことにより張力制御 804 の速度指令分をキャンセルし、安定した圧延とする。

【0038】

図9に動作概要を示す。圧延機は速度0から低速、低速から高速という運転をする。低速時、張力制御804は#1スタンド(801)速度を操作端とする。低速から加速すると張力制御は#2スタンド(802)圧下を操作端とする。高速になると圧延状態が変化するため、速度補正量はほぼ0となる。速度設定が、高速において板厚、張力が設定値となるように設定されているためである。逆に言うと、高速時に大きな速度補正量が残っていると言うことは、予測と異なる圧延状態にあるということであり、圧延状態が不安定となりスリップ等が発生する。それを防止するために、#1スタンドへの速度指令を0近辺とする必要がある。

10

【0039】

それを実現するために、高速時となっても#1スタンド速度指令が残っているのを速度補正量判定装置805で認識し、制御指令変更装置806において、板厚、張力への補正量を求め、各制御装置(速度制御装置807、圧下制御装置808)への補正量とする。図9の例の場合は、速度補正量がプラス側に残っているため、これを板厚制御で0とするには、板厚偏差をマイナス側と認識させる必要があるため板厚制御目標値大きくするよう板厚補正量を出力する。一方、張力制御804については、張力偏差をプラス側にさせ、板厚が厚めに出るようにするため、張力制御目標値を小さくするような張力補正量を出力する。なお、補正量については、板厚、張力が制御精度の許容範囲内に入るように設定する。

20

【0040】

板厚制御及び張力制御の目標値を変更することで、両制御系の干渉が発生し、#1(801)速度指令は0に向って減少する。#1(801)速度指令が許容できるレベルまで小さくなったら板厚制御803および張力制御804の目標値をもとに戻す。これにより、板厚精度、張力精度を許容誤差内に保ちながら、圧延の安定性が確保できる。

【0041】

1つの制御対象に対して複数の制御系が適用されている場合において、本発明を用いることにより本来の制御目的とは別の目的が達成可能な制御システムにおいては、本発明は適用できる。

30

【0042】

このように、板幅方向全体としての形状を保ちつつエッジタイト現象を抑制し、形状精度と操業効率向上をはかる事が可能となる。

【0043】

一般的には、本発明を用いることにより、各制御系の制御精度を許容範囲に保ちながら、新たな制御変数に対する制御を追加することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】制御構成図。

40

【図2】全体構成図。

【図3】エッジタイト補正における適用図。

【図4】形状制御のゾーン分けの説明図。

【図5】エッジタイト現象の説明図。

【図6】エッジタイト判定装置の詳細図。

【図7】目標形状変更装置の動作図。

【図8】圧延機における板厚・張力制御の説明図。

【図9】板厚・張力制御における動作図。

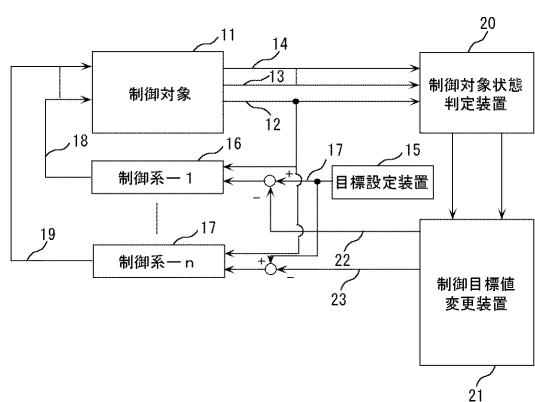
【符号の説明】

【0045】

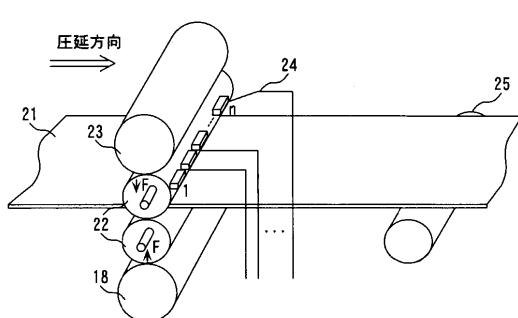
50

2 1 …被压延材、2 2 …作業ロール、2 3 …中間ロール、2 4 …クーラントノズル、  
3 0 2 …エッジタイト判定装置、3 0 3 …目標形状変更装置、3 0 4 …ベンダー形状制御  
、3 0 5 …クーラント形状制御。

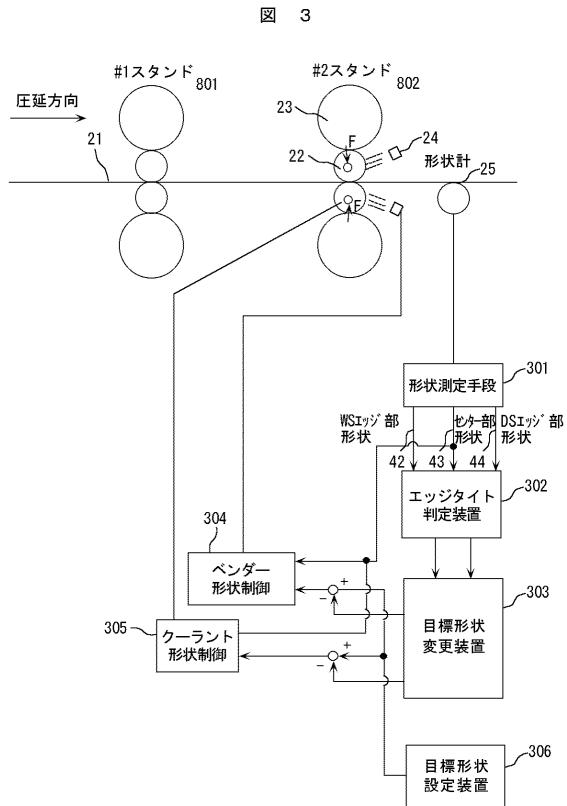
【 四 1 】



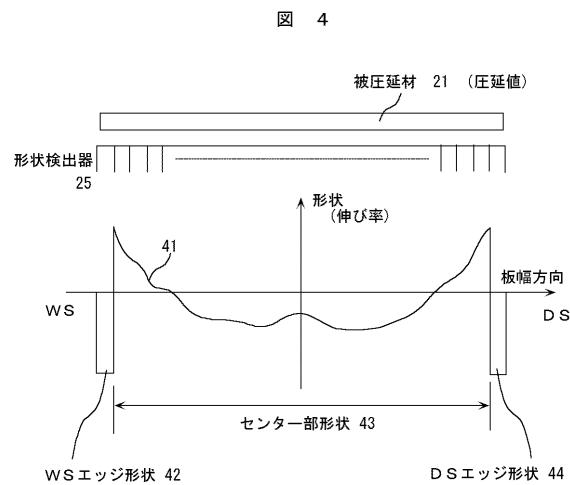
【 図 2 】



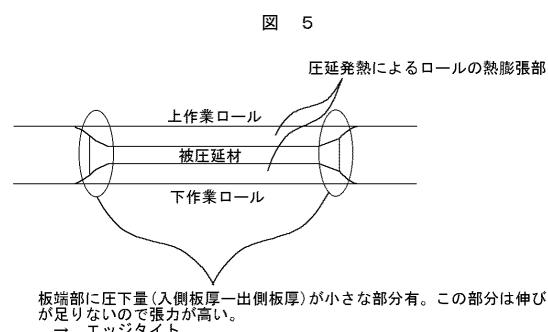
【図3】



【図4】

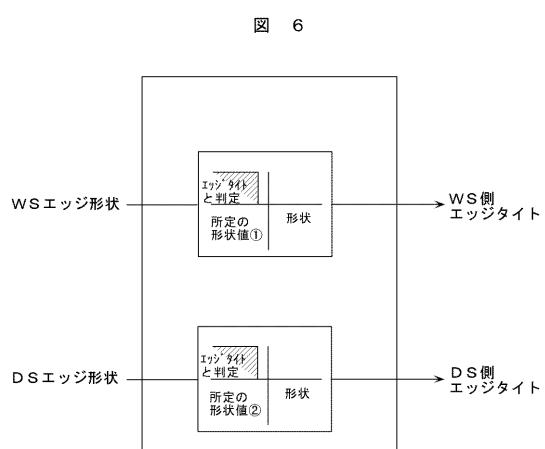


【図5】



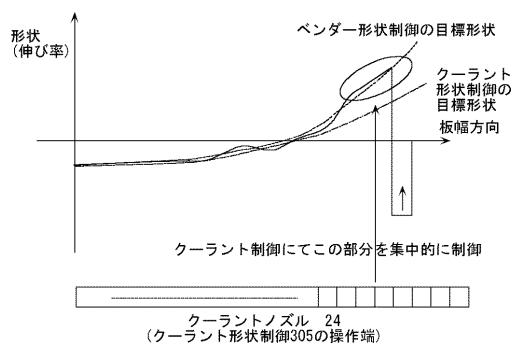
圧延時板破断の最多発要因がエッジ部の傷。  
エッジ部の張力が高いため小さな傷から板破断に発展する。  
→ エッジタイトを制御する必要有。

【図6】



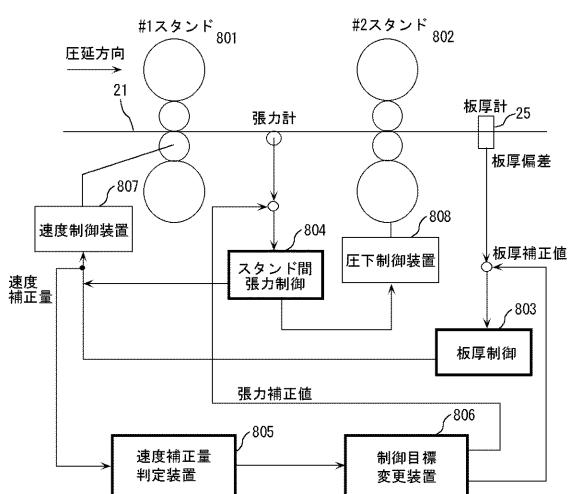
【図7】

図 7



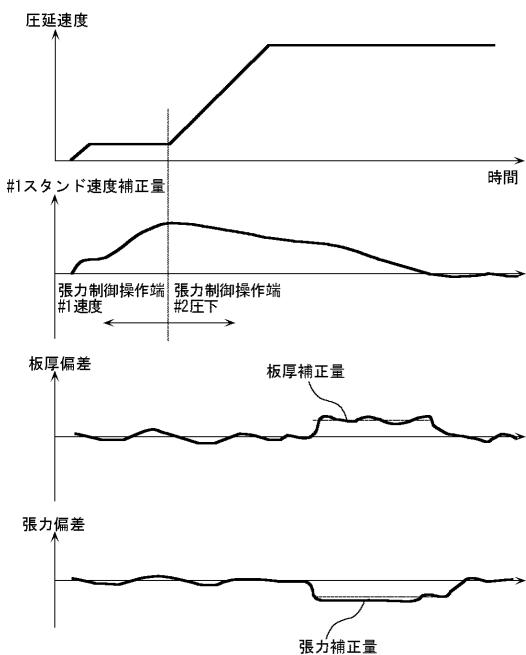
【図8】

図 8



【図9】

図 9



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭50-085543(JP,A)  
特開昭50-092849(JP,A)  
特開昭55-094717(JP,A)  
特開昭52-024967(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21B 37/38  
B21B 37/00  
B21B 37/32