

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4109407号
(P4109407)

(45) 発行日 平成20年7月2日(2008.7.2)

(24) 登録日 平成20年4月11日(2008.4.11)

(51) Int.Cl.		F I	
B 2 1 B 37/28	(2006.01)	B 2 1 B 37/00	1 1 8
B 2 1 B 37/00	(2006.01)	B 2 1 B 37/00	B B L
B 2 1 B 37/76	(2006.01)	B 2 1 B 37/00	1 3 2 B
B 2 1 C 51/00	(2006.01)	B 2 1 C 51/00	E

請求項の数 7 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2000-234717 (P2000-234717)	(73) 特許権者	390022873 日鐵プラント設計株式会社 福岡県北九州市戸畑区大字中原4 6 番地の 5 9
(22) 出願日	平成12年8月2日(2000.8.2)	(73) 特許権者	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(65) 公開番号	特開2002-45907 (P2002-45907A)	(74) 代理人	100077517 弁理士 石田 敬
(43) 公開日	平成14年2月12日(2002.2.12)	(74) 代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
審査請求日	平成18年9月4日(2006.9.4)	(74) 代理人	100082898 弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属板の平坦度制御方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

熱間タンデムミルである仕上げ圧延機の間で、または仕上げ圧延機出側において、金属ストリップの表面温度を測定し、前記表面温度に基づき常温時に発生する熱応力残留応力を推定し、その残留応力が波形状を発生させないように仕上げ圧延機によって幅方向に付与する残留応力の制御を行うことを特徴とする金属板の平坦度制御方法。

【請求項2】

熱間リバーシングミルである仕上げ圧延機入側或いは出側において、金属板の表面温度を測定し、前記表面温度に基づき常温時に発生する熱応力残留応力を推定し、その残留応力が波形状を発生させないように仕上げ圧延機によって幅方向に付与する残留応力の制御を行うことを特徴とする金属板の平坦度制御方法。

【請求項3】

ストリップ或いは金属板の冷却後の熱応力残留応力推定値に対し、最終パスの圧延機にて制御する残留応力を重ね合わせた合応力を本来の残留応力とし、前記合応力を使って座屈計算し、座屈しないように最終パスの残留応力を制御することを特徴とする請求項1または2に記載の金属板の平坦度制御方法。

【請求項4】

板幅センターからエッジ間の前記合応力に対し、2次～6次の何れかからなる近似式を用い、その近似式の最大と最小の差が極小値となるように制御することを特徴とする請求項3に記載の金属板の平坦度制御方法。

【請求項 5】

ストリップ又は金属板の仕上げ圧延機入側又は出側に幅方向の温度測定手段と、前記幅方向の測定温度に基づき常温時に発生する熱応力残留応力を計算し、前記熱応力残留応力が波形状を発生させないように仕上げ圧延機によって付与する幅方向の残留応力を計算する演算手段と、前記幅方向の残留応力を仕上げ圧延機に付与する制御手段を有することを特徴とする金属板の平坦度制御装置。

【請求項 6】

前記仕上げ圧延機入側又は出側に幅方向の形状測定手段を有し、前記制御手段は前記熱応力残留応力と幅方向の測定形状に基づき仕上げ圧延機によって付与する幅方向の残留応力を計算することを特徴とする請求項 5 記載の金属板の平坦度制御装置。

10

【請求項 7】

前記演算手段は熱応力残留応力推定値を計算する際に前記幅方向の測定温度と最終パスの圧延機にて制御する残留応力に基づいて計算することを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の金属板の平坦度制御装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、鉄、アルミニウム、チタン等金属板のトップ部（長さ方向先端）巾方向エッジ部において、巾方向の温度偏差が原因となって発生する耳波を、圧延最終段に付与する幅方向残留応力の制御により防止し、かつ金属板の平坦度を制御する方法及び装置に関し、特に熱延鋼板や厚板鋼板の平坦度制御方法及び装置に関するものである。

20

【0002】**【従来の技術】**

従来、金属材料特に鋼材は、圧延工程から次工程の冷却工程を経て冷却後に発生する鋼板波（耳波）は、熱間圧延機、或いは圧延後の熱間矯正機で幅方向中央部に若干の鋼板波（中波）を発生させることにより、鋼板波を過補償して防止する方法を採用していた。また、この方法でも鋼板波制御が十分でない場合は、別途精整工程で矯正加工を施すことが必要であった。このようなことから、これまで鋼板波を防止するための方法が種々提案されている。

【0003】

例えば、特開平 5 - 269527 号公報では金属ストリップの平坦度形状制御方法として、冷却完了後に金属ストリップを巻き取る前にテンションレベラーを設置して平坦度矯正を行う方法に於いて、テンションレベラーの最終ロール直前のロールを金属ストリップの張力の巾方向分布が測定可能な形状検出ロールとし、形状検出ロールからの金属ストリップの平坦度情報を基に形状検出ロールの押し込み量設定を変更して金属ストリップの平坦度形状を制御する方法が提案されている。また、特開平 10 - 263658 号公報では熱間仕上げ圧延機の出側に設置した平坦度計による平坦度情報と巻き取り機前に設置した平坦度計によって測定される巻き付く前の平坦度情報より、伸び率差を求めて仕上げ圧延機のベンダー制御にフィードバックすることによって金属ストリップの平坦度形状を制御する方法が提案されている。

30

40

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上述した特開平 5 - 269527 号公報或いは特開平 10 - 263658 号公報記載の金属ストリップの平坦度形状制御方法では、平坦度形状制御の基準となる情報が平坦度或いは伸び歪み差であり、板巾方向にわたる温度分布情報に基づいたものではない。圧延工程で常温近くまで冷却すれば板巾方向にわたる温度分布はフラットであるが、通常、殆どの材料は材質の作り込みのために高温で巻き取るために、板巾方向に亘る温度分布は板端部が中央部に比べて低くなる温度偏差が発生する。従って、一旦このような方法で伸び歪み差が解消されたとしても、この時点での温度偏差が常温になる熱応力として残留してしまうため、平坦度の改善には結びつかない。

50

【 0 0 0 5 】

本発明は、上述した従来技術の有する問題点を解決するもので、金属材料のトップ部に対し、冷却後の金属板の巾方向エッジ部に発生する耳波を防止し、平坦度を向上させる方法及び装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上述した課題を解決するためになされたもので、その要旨とするところは以下のとおりである。

(1) 熱間タンデムミルである仕上げ圧延機の間で、または仕上げ圧延機出側において、金属ストリップの表面温度を測定し、前記表面温度に基づき常温時に発生する熱応力残留応力を推定し、その残留応力が波形状を発生させないように仕上げ圧延機によって幅方向に付与する残留応力の制御を行うことを特徴とする金属板の平坦度制御方法。

10

(2) 熱間リバーシングミルである仕上げ圧延機入側或いは出側において、金属板の表面温度を測定し、前記表面温度に基づき常温時に発生する熱応力残留応力を推定し、その残留応力が波形状を発生させないように仕上げ圧延機によって幅方向に付与する残留応力の制御を行うことを特徴とする金属板の平坦度制御方法。

(3) ストリップ或いは金属板の冷却後の熱応力残留応力推定値に対し、最終パスの圧延機にて制御する残留応力を重ね合わせた合応力を本来の残留応力とし、前記合応力を使って座屈計算し、座屈しないように最終パスの残留応力を制御することを特徴とする前記(1) または(2) に記載の金属板の平坦度制御方法。

20

(4) 板幅センターからエッジ間の前記合応力に対し、2次～6次の何れかからなる近似式を用い、その近似式の最大と最小の差が極小値となるように制御することを特徴とする前記(3) に記載の金属板の平坦度制御方法。

(5) ストリップ又は金属板の仕上げ圧延機入側又は出側に幅方向の温度測定手段と、前記幅方向の測定温度に基づき常温時に発生する熱応力残留応力を計算し、前記熱応力残留応力が波形状を発生させないように仕上げ圧延機によって付与する幅方向の残留応力を計算する演算手段と、前記幅方向の残留応力を仕上げ圧延機に付与する制御手段を有することを特徴とする金属板の平坦度制御装置。

(6) 前記仕上げ圧延機入側又は出側に幅方向の形状測定手段を有し、前記制御手段は前記熱応力残留応力と幅方向の測定形状に基づき仕上げ圧延機によって付与する幅方向の残留応力を計算することを特徴とする前記(5) に記載の金属板の平坦度制御装置。

30

(7) 前記演算手段は熱応力残留応力推定値を計算する際に前記幅方向の測定温度と最終パスの圧延機にて制御する残留応力に基づいて計算することを特徴とする前記(5) 又は(6) に記載の金属板の平坦度制御装置。

にある。

【 0 0 0 7 】

【発明の実施の形態】

本発明者らは、平坦度悪化のメカニズム及び平坦度を向上させるための方策について種々の検討を行った。以下、図面に基づいて、本発明の原理について説明する。

本発明者らは熱延鋼板の製造工程において金属板の平坦度悪化のメカニズムを把握するために実機実験を実施した。図1は熱延鋼板の製造工程における仕上げ圧延機以降の製造設備概要図である。まず、熱延鋼板は仕上げ圧延機1を経て所定の製造サイズに圧延され、ランアウトテーブル(ROT)2によって通板され、所定の材質に作り込むためにROT冷却装置3によって所定の板温度まで冷却され、コイラー4によってコイル状に巻き取られる。

40

【 0 0 0 8 】

巻き取る板温度は材質によって色々異なるが100～750 まであり、本発明において問題としている平坦度は、このコイル温度が室温まで下がった時点で巻き解くとトップ部(長手方向先端)のエッジ部に耳波と呼ばれる波状の面外変形を起こした場合である。多くの熱延鋼板において起る平坦度悪化は耳波であり、本発明は、この耳波を改善すること

50

を意図している。それ以外の場合は、コイラー 4 の軸やピンチロール (P R) が凸で、巻き取り張力が異常に大きい場合は、エッジではなくセンター部に波の出る中波が発生する可能性があるが、これは本発明の対象外である。

【 0 0 0 9 】

図 2 に耳波の定義を示す。エッジ部の波高さ H を波のピッチ L で割り、100 倍して、パーセント表示で表す。

本発明は、圧延機によって波形状を隆起させないように積極的に板断面内の長手方向の塑性歪み (残留応力) を加えることにある。本発明者らの検討では高温時のクリープ歪みが小さいもの、ストリップで言えば巻き取り張力が掛からない部分或いは厚鋼板等はそのまま圧延機で加えた、塑性歪みは残留することが判っている。また、前述のように板の波形状は基本的に圧延終了後、冷却前の温度分布にほぼ相関があることが判っており、そういった意味で温度分布によって計算される冷間状態での熱歪み (冷間残留応力) を用いて形状を評価することが可能である。測温に基づく常温時ユニットテンションの無い場合の各温度測定点の熱残留応力は下記 (1) ~ (4) 式により計算できる。

【 0 0 1 0 】

$$f (x) = x E \times T (x) \quad \dots (1)$$

$$F = (f (x) \times b b (x) \times t) \dots (2)$$

$$ave = F / (B \times t) \quad \dots (3)$$

$$f' (x) = f (x) - ave \quad \dots (4)$$

また、測定点以外でも応力分布を必要とする場合は温度測定点の間の値は内挿する。

(記号、単位の説明)

f (x) [kg/mm²] : 幅方向位置 x における常温時の熱歪みによる予測発生応力

[1 /] : 熱膨張係数 = 1 1 . 6 × 1 0⁻⁶

E [kg/mm²] : ヤング率 = 2 1 0 0 0

T [] : 幅方向位置 x における温度

t [mm] : 金属材料の板厚

F [kg] : 板幅方向断面に働く力の総和

b b (x) [mm] : 幅方向位置 x における温度測定点のピッチ

ave [kg/mm²] : 板幅方向断面に働く平均応力

B [mm] : 板幅

f' (x) [kg/mm²] : ユニットテンション無し時の各温度測定点の予測熱残留応力

従って、この温度分布から推定される冷間残留応力に最終パスの圧延機による残留応力を加え、熱残留応力に重ね合わせることで圧延機によって波形状を隆起させないように積極的に板断面内の長手方向の塑性歪み (残留応力) を加える方法が有効であることが判明した。前述のものは最終圧延機によって残留応力を加えるが、その残留応力の見積もりには圧延機出側板形状計で形状を測り、残留応力を 2 ~ 6 次のべき乗関数に置き換えることで残留応力を定義し、制御を行う。(1) の発明はこの原理をストリップに適用したものである。

【 0 0 1 1 】

ストリップの表面温度の測定は、冷却後の金属材料の残留応力は圧延後の温度分布に依存するため、正確な平坦度予測をするために仕上げ圧延機最終スタンド前後の冷却前、タンデムミルである仕上げ圧延機間で実施し、好ましくは最終圧延機とその 1 段前の圧延機間で実施する。また、設備の取り合いや既に設置しているなら、仕上げ圧延機出側で測温しても良い。測温は放射温度計、サーモビューア等により実施できる。

【 0 0 1 2 】

本発明は、R O T 冷却前の鋼板幅方向表面温度分布を板厚の 0 . 5 ~ 1 0 倍のピッチ等間隔で測定することが好ましく、その測定ピッチに対応する冷間時の熱歪みを板長手方向の残留応力として推定する。以下は図 3 ~ 図 5 を対比しながら説明する。

< モデル >

$$1 . 制御用の固有応力は、 K(x) = - f' (B) \times (x / B) ^ 4 \dots (5)$$

で定義し、その際の ϵ を制御パラメータと置く。一般に圧延機において、式で示したように制御固有歪みを $K(x)$ [kg/mm²] を 2 ~ 6 次の形で与えることは圧延機のベンダー機能やベアクロスミルによる圧延の制御によって可能である（非対称成分を加えてもよい）。ここで、 B は圧延時の板幅サイズの半幅長であり、 x は板センター部を 0 とした幅方向の位置を示しており、鋼板の板幅温度測定点と同じ位置を代入して計算する。また $f'(B)$ [kg/mm²] は前述の式 (4) に示すように測温したポイント B [mm] (板幅最エッジ部) でのユニットテンション無し時の各温度測定点の予測熱残留応力である。図 3 に例としてユニットテンション無し時の各温度測定点の予測熱残留応力を示す。

2. 圧延機で加える制御歪みは幅方向に分布のある歪みは加えても幅方向に積分すれば $\epsilon = 0$ となるような歪みしか金属材料の圧延方向には掛けられないため、上述の制御用の固有応力 $K(x)$ [kg/mm²] についてはその板幅方向の応力の積分が 0 となるように書き換えて制御の評価操作を進める（オフセット分を除く）。 $K'(x)$ [kg/mm²] は巾方向で積分すると 0 となる圧延機から加わる制御用の固有応力 $K(x)$ である。制御用の固有応力を単位巾当たりで定義するとすれば、

$$F F = \int_0^B K(x) \times t \quad \dots (6)$$

$$K_{ave} = F F / (B \times t) \quad \dots (7)$$

$$K'(x) = K(x) - K_{ave} \quad \dots (8)$$

$F F$ [kg] : 板幅方向断面に働く力の総和

K_{ave} [kg/mm²] : 板幅方向断面に働く平均応力

例として、制御用の固有応力分布 $K'(x)$ を図 4 に示す。

3. 圧延後温度測温によって予測される冷却完了後の熱残留応力 $f'(x)$ に対し、冷却完了後の熱残留応力の応力偏差を小さくするために制御用の固有応力を重ね合わせることで制御が加わった最終的な残留応力分とする。 $\epsilon'(x)$ [kg/mm²] は形状制御された結果、予測される冷却完了後の熱残留応力である。

【 0 0 1 3 】

$$\epsilon'(x) = f'(x) + K'(x) \quad \dots (9)$$

4. 上述の $\epsilon'(x)$ を 3 次元 FEM によって波形状の座屈解析を行い、合応力と波形状の評価から波形状が発生しない又は最小となるように加える制御固有応力 $K(x)$ を決定する。例えば、制御パラメータを ϵ として上下に振らせることにより制御固有応力 $K(x)$ を任意に決定することができる。例として、その際の合応力が冷却して予測される最終的な熱残留応力例を図 5 を示す。

5. また実際に固有応力は実ライン上では判らず、形状として表れるので形状計で実際に加わった歪みを推定する。形状計はレーザー変位計で直接 3 次元的な測定し、幅方向の伸び歪み差として固有応力とするのが B E S T であり、具体的には下記のように計算する。

【 0 0 1 4 】

例えばフラットな板平面に対し、3 次元的に測定した板形状は図 8 のようになっている。この板形状に対し、板巾センターを基準位置 0 [mm] と置いた場合、各板巾方向位置 x [mm] で圧延方向に断面で切り取ると波になる図 9 の波を線積分し、フラット板の圧延方向長さ L [mm] に対する線積分長さ L' [mm] を用いて巾方向位置 x [mm] での歪みを表す。

【 0 0 1 5 】

$$\epsilon(x) = (L' - L) / L \quad \dots (10)$$

$$\epsilon'(x) = \epsilon(x) \times E(x) \quad \dots (11)$$

ここで $E(x)$ は温度に依存したヤング率 [kg/mm²] , $\epsilon'(x)$ [kg/mm²] は実際に加わった制御歪みの値。

しかし、一般的にはセンターと両エッジの 3 点の金属材料移動速度と変位を測ることによって長手方向に対してセンターを基準にした波高さ或いはエッジ部を基準にした波高さを計測することが出来る。この状態が計測できれば、センターを基準にしたエッジ部の伸び歪み差或いはエッジ部を基準にしたセンター部の伸び歪み差を計算し、その 3 点の結果から 2 次以上のべき乗で近似することも可能である。この場合原理的には例えば耳波の場合

10

20

30

40

50

、移動速度と経過時間より、板圧延方向位置 y [mm] が決まり、それに合わせて板の変位が観測される。これはあたかも巾方向位置をエッジ部を示す $x = B$ と置いたときの図 9 のようになる。これを式 (8) のように $x = B$ として計算し、その値から導き出される $(B) = (L' - L) / L$ を使って、歪み分布を例えば 2 次で仮定すれば式 (12) のようになると仮定できる。応力は (9) 式から導かれる。

【0016】

$$(x) = (B) \times (x/B)^2 \quad \dots (12)$$

6. 実際はこの形状計の結果である全巾に渡る (x) を受けて計算して出した (x) の差異を無くすようにフィードバック制御で最終圧延機で形状を加える。

個々の内容は以上説明したとおりであるが、制御のアルゴリズムを図 6 に、その構成となる機器の配置の例を図 7 にそれぞれ示した。

【0017】

上記により計算した残留応力 $K(x)$ を圧延機のベンダー装置により付与することにより、常温に冷却されたとき波形状が発生しない金属ストリップを得ることができる。

(2) の発明は厚板等のシート圧延に (1) の発明を適用した場合である。

(3) の発明は精度良く形状を制御するために座屈解析をして圧延機で加える塑性歪みを導き出す方法を示したものである。座屈解析は例えば FEM により計算できる。

【0018】

座屈しないように、圧延機のベンダー装置により最終仕上げ圧延の残留応力を制御しなければ FEM の結果では耳波となる場合は中波となるように制御する (制御固有歪みをセンター部を圧縮、エッジ部を引張応力とするような 2 ~ 6 次の応力分布の大きさを制御する。

(4) の発明は座屈解析をしなくても合力の近似式を用いその最大と最小の差をミニマムとする制御を加えることで簡易的且つ迅速に対応するものである。

【0019】

合応力の 2 ~ 6 次の近似式は応力分布が巾方向に等ピッチで把握出来る前提としてセンターからエッジ部までを最小二乗法で決定することができる。この合応力の最大と最小の差が極小値となるように制御するには前述の制御パラメータを上下に振りその際に応力の最大と最小の値が極値を持つので極値を持ったパラメータを形状改善の制御値として決定する。

【0020】

(5) ~ (7) の発明は上記 (1) ~ (4) の方法を実施するための装置に関するものである。

温度測定手段は、例えば、測温は放射温度計、サーモビューア等を使用することができる。所定の幅方向の残留応力を仕上げ圧延機に付与する制御手段として、例えば、ベンダー、ペアクロス等を使用することができる。また、形状測定手段は、例えば、変位計や CCD カメラによる画像処理等を使用することができる。センター及び両エッジの 3 点測定による幅方向の測定形状に基づき計算される仕上げ圧延機に付与する幅方向の残留応力は、前述の (9) と式 (10) により求めることができる。

【0021】

【実施例】

本実施例について図を用いて説明する。ROT 冷却前の鋼板幅方向表面温度分布を板厚の 0.5 ~ 1.0 倍のピッチ等間隔で測定し、その測定ピッチに対応する冷間時の熱歪みを板長手方向の残留応力として推定した。制御のアルゴリズムを図 6 に示し、その構成となる機器の配置を図 7 に示す。以下は図 3 と図 6 を対比しながら説明する。

<モデル>

1. 制御用の固有応力は $K(x) = -f'(B) \cdot (x/B)^4$ で定義し、その際の f' を制御パラメータとして、0 ~ 1 と置いた。板巾の半幅 B は圧延サイズによって変わる値であるが例えば $B = 600$ とし、板厚 $t = 2$ 、 x は板センター部を 0 とした幅方向の位置を示しており、鋼板の板幅温度測定点と同じ位置を代入して計算した。

10

20

30

40

50

2. 上述の制御用の固有応力 $K(x)$ についてはその板幅方向の応力の積分が 0 となるようになるように書き換えて操作する (オフセット分を加える)。

【0022】

$$F F = (K (x) \times 2)$$

$$K_{ave} = F F / (2 \times 6 0 0)$$

$$K' (x) = K (x) - K_{ave}$$

3. 従来の残留応力 $f'(x)$ に対し、制御用の固有応力を重ね合わせることによって制御が加わった最終的な残留応力分とした。

【0023】

$$f'(x) = f'(x) + K'(x)$$

10

4. 上述の $f'(x)$ を 3 次元 FEM によって波形状の座屈解析を行い、合応力と波形状の評価から波形状が発生しない又は最小となるように加える制御固有応力 $K(x)$ を決定した。今回は制御パラメータを α として 0.4 ~ 0.6 に振らせた。その際の合応力図を図 5 に示す。

5. また、実際に固有応力は実ライン上では判らず、形状として表れるので形状計で実際に加わった歪みを推定した。センターと両エッジの 3 点の速度と変位を測ることによって長手方向に波形状測定して急峻度を計算し、その散点の結果から 2 次以上のべき乗で近似した。この形状計の結果を受けて最終圧延機で形状を加えた。

【0024】

個々の内容は以上のようなが、以上の発明の結果を実際のラインに適用して実施したところ、図 10、図 11 に示すようになった。図 10 はエッジ部の長手方向に対する高さ方向の変位図である。図 11 は板幅センター部の長手方向に対する高さ方向の変位図である。このことより、本発明を適用しなければエッジ部に波が発生する耳波を 0.8 以上にすればセンター部が波を発生させてしまう中波になってしまい、板形状をフラットにするためには α を 0.2 ~ 0.6 の間に制御すれば良いことが判る。この方法を適用することで平坦度 1.0% の耳波の発生率は 1000 コイル中ゼロであった。

20

【0025】

【発明の効果】

本発明により、金属材料のトップ部に対し、冷却後の金属板の巾方向エッジ部に発生する耳波を防止し、平坦度を向上させることができた。

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】熱延鋼板の製造工程概略図及び本発明の実施例を示した図である。

【図 2】平坦度の定義を説明するための図である。

【図 3】各巾方向位置で測温した温度をもとに予測した予測熱残留応力図である。

【図 4】圧延機から加わる制御用の固有応力分布図である。

【図 5】予測熱残留応力と制御用の固有応力分布を重ね合わせた合応力図である。

【図 6】制御のアルゴリズムを示した図である。

【図 7】構成となる機器の配置の例を示した図である。

【図 8】3 次元的に板形状を測定した場合の形状図である。

【図 9】3 次元的に板形状を測定した形状図を所定の巾方向位置で圧延方向断面で切り取った図である。

40

【図 10】エッジ部の板形状を測定した場合の形状図である。

【図 11】センター部の板形状を測定した場合の形状図である。

【符号の説明】

1 ... 圧延機

2 ... ランアウトテーブル

3 ... ROT 冷却装置

4 ... コイラー

5 ... 温度計

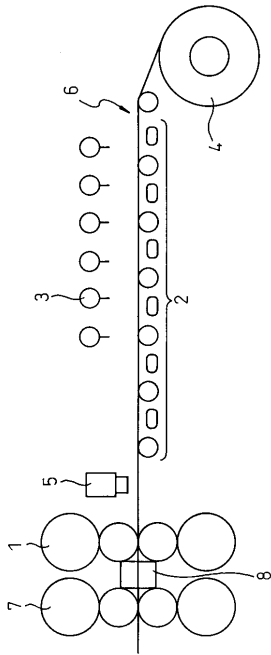
7 ... 鋼板

50

H ... 波高さ
L ... 波のピッチ

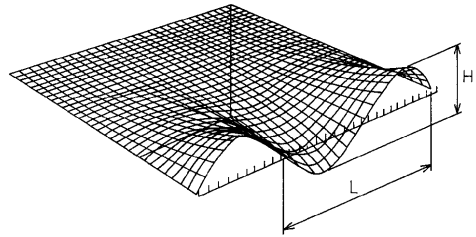
【図 1】

図 1



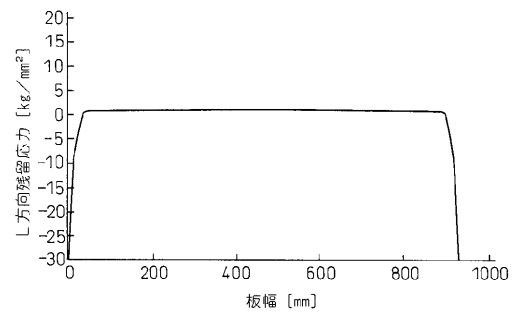
【図 2】

図 2

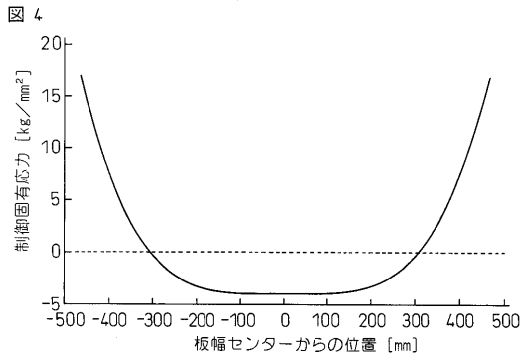


【図 3】

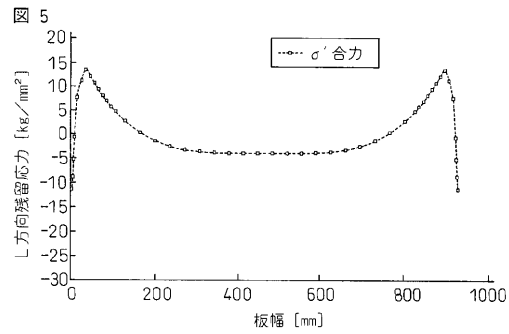
図 3



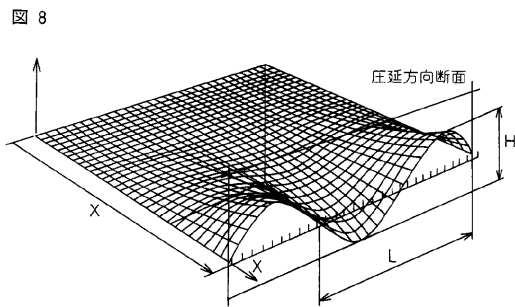
【 図 4 】



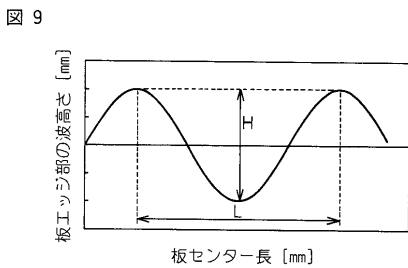
【 図 5 】



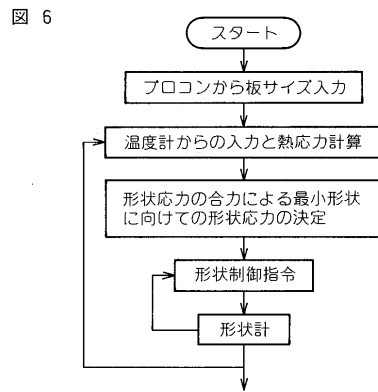
【 図 8 】



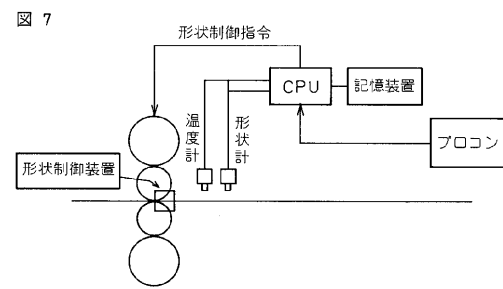
【 図 9 】



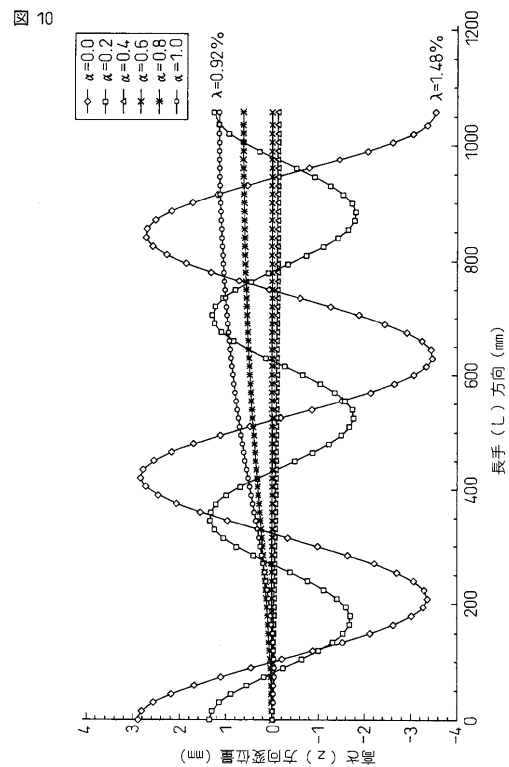
【 図 6 】



【 図 7 】



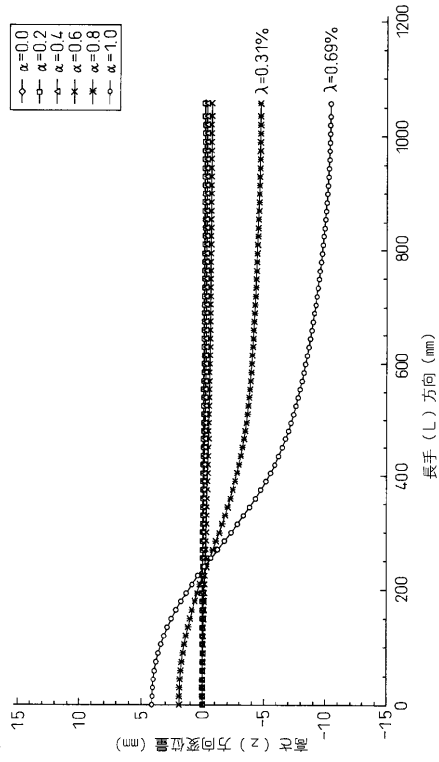
【 図 10 】



【 図 1 1 】

図 11

内側 Z 方向変位量



フロントページの続き

(72)発明者 明石 透

千葉県富津市新富 20 - 1 新日本製鐵株式会社 技術開発本部内

(72)発明者 是枝 源一

福岡県北九州市戸畑区大字中原 46 番地の 59 日鐵プラント設計株式会社内

審査官 國方 康伸

(56)参考文献 特開平 04 - 100618 (JP, A)

特開平 09 - 057347 (JP, A)

特開平 10 - 249419 (JP, A)

特開平 10 - 263658 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B21B 37/00-37/78