

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4635686号  
(P4635686)

(45) 発行日 平成23年2月23日 (2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日 (2010.12.3)

(51) Int.Cl.

F 1

**B 2 1 B 37/18 (2006.01)**

B 2 1 B 37/02 B B P B

**B 2 1 B 37/46 (2006.01)**

B 2 1 B 37/00 1 3 7 A

請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2005-99592 (P2005-99592)  
 (22) 出願日 平成17年3月30日 (2005.3.30)  
 (65) 公開番号 特開2006-272447 (P2006-272447A)  
 (43) 公開日 平成18年10月12日 (2006.10.12)  
 審査請求日 平成20年1月25日 (2008.1.25)

(73) 特許権者 000001258  
 J F E スチール株式会社  
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号  
 (74) 代理人 100066980  
 弁理士 森 哲也  
 (74) 代理人 100075579  
 弁理士 内藤 嘉昭  
 (74) 代理人 100103850  
 弁理士 田中 秀▲てつ▼  
 (72) 発明者 磯川 徹  
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J  
 F E スチール株式会社内

審査官 福島 和幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 板厚制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも3つの圧延スタンドを用いて圧延を行い、且つ特定の圧延スタンドの圧下を操作できない場合の板厚制御装置であって、前記特定の圧延スタンドの出側で板厚を測定する板厚測定手段と、前記板厚測定手段で測定された板厚の目標値に対する差分値を用いて、前記特定の圧延スタンドから1つ前方の圧延スタンドの周速を比例制御及び微分制御の少なくとも何れか一方によって制御する前方スタンド制御手段と、前記板厚測定手段で測定された板厚の目標値に対する差分値を用いて、前記特定の圧延スタンドから2つ前方の圧延スタンドの周速を積分制御する前々方スタンド制御手段とを備えたことを特徴とする板厚制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば冷間圧延工程における鋼板の板厚を制御する板厚制御装置に関し、特に3つ以上の圧延スタンドを用いて圧延を行う場合に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、この種の板厚制御装置では、特に最終圧延スタンドとその1つ前の圧延スタンド（以下、前方圧延スタンドとも示す）との間の張力（以下、スタンド間張力とも示す）を最終圧延スタンドの圧下操作によって制御し、最終圧延スタンド出側の板厚を前方圧延

スタンドの周速操作によって制御している。しかしながら、例えば最終圧延スタンドで、粗度の高い所謂ダル目を圧延ロールから鋼板に転写させる場合には、鋼板の様なダル目確保のために当該最終圧延スタンドの荷重を一定にする必要があり、その結果、最終圧延スタンドの圧下を操作することができない。このような場合に、前方圧延スタンドの周速操作によってスタンド間張力を制御することも可能であるが、そのようにすると前記最終圧延スタンド出側の板厚を制御するための前方圧延スタンドの周速操作と干渉してしまうという問題が発生する。つまり、前方圧延スタンドの周速操作によって、スタンド間張力と最終圧延スタンド出側板厚とを同時に制御することができないという問題である。

【 0 0 0 3 】

そこで、前方圧延スタンド出側に板厚計が設置されていない場合や前方圧延スタンド出側の板厚制御を行っていない場合には、最終圧延スタンド出側板厚制御を、前方圧延スタンドの更に1つ前の圧延スタンド、つまり最終圧延スタンドの2つ前の圧延スタンド（以下、前々方圧延スタンドとも示す）の周速操作によって行うようにする方法や、最終圧延スタンド出側板厚の目標値に対する差分値を、適当な分配比で分けて前方圧延スタンドの制御入力と前々方圧延スタンドの制御入力とし、夫々の制御入力に応じて前方圧延スタンドの周速及び前々方圧延スタンドの周速を個別に制御する方法がある。また、前方圧延スタンド出側に板厚計が設置されている場合には、最終圧延スタンド出側板厚に応じて前方圧延スタンド出側板厚の目標値を変更し、前方圧延スタンド出側板厚を制御することで最終圧延スタンド出側板厚を目標値に近づける方法もある（例えば特許文献1）。これは、

【特許文献1】特開平7 - 68305号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、前記最終圧延スタンド出側板厚制御を前々方圧延スタンドの周速操作によって行うようにする方法や、前記最終圧延スタンド出側板厚の目標値に対する差分値を、適当な分配比で分けて前方圧延スタンドの制御入力と前々方圧延スタンドの制御入力とし、夫々の制御入力に応じて前方圧延スタンドの周速及び前々方圧延スタンドの周速を個別に制御する方法では、前々方圧延スタンドに対する分配比を大きくすると、前方圧延スタンド出側にいたったときに板厚が制御されるので、その前方圧延スタンド出側から最終圧延スタンド出側板厚計までの所要時間が大きなむだ時間となり、フィードバック制御系が不安定になり、ゲインを上げられず、応答性が低くなってしまいう問題がある。逆に、前方圧延スタンドに対する分配比を大きくすると、応答性は向上するものの、前述と同様に、張力制御と干渉してしまいう問題がある。また、最終圧延スタンド出側板厚に応じて前方圧延スタンド出側板厚の目標値を変更し、前方圧延スタンド出側板厚を制御することで最終圧延スタンド出側板厚を目標値に近づける方法は、前方圧延スタンド出側に板厚計があり、且つ前方圧延スタンド出側板厚を精度よく制御できることが前提であるから、それらの条件を満たさない圧延ラインには適用できない。また、前方圧延スタンド出側以後に発生する板厚外乱にはむだ時間が大きく、応答性が悪くなるという問題もある。なお、このような問題は、最終圧延スタンドでのダル目転写圧延に関わらず、特定の圧延スタンドの圧下を操作できない場合に同様に生じる。

本発明は、上記のような問題点に着目してなされたものであり、圧下を操作できない特定の圧延スタンドの入側に板厚計がなくても、無駄時間が小さく、応答性が良好であり、且つ張力制御との干渉を小さくできる板厚制御装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

上記課題を解決するために、本発明のうち請求項1に係る板厚制御装置は、少なくとも

3つの圧延スタンドを用いて圧延を行い、且つ特定の圧延スタンドの圧下を操作できない場合の板厚制御装置であって、前記特定の圧延スタンドの出側で板厚を測定する板厚測定手段と、前記板厚測定手段で測定された板厚の目標値に対する差分値を用いて、前記特定の圧延スタンドから1つ前方の圧延スタンドの周速を比例制御及び微分制御の少なくとも何れか一方によって制御する前方スタンド制御手段と、前記板厚測定手段で測定された板厚の目標値に対する差分値を用いて、前記特定の圧延スタンドから2つ前方の圧延スタンドの周速を積分制御する前々方スタンド制御手段とを備えたことを特徴とするものである。

。なお、この発明の前方とは、圧延対象となる金属板の送給方向（通板方向）の前方（上流）を意味する。

#### 【発明の効果】

##### 【0006】

而して、本発明のうち請求項1に係る板厚制御装置によれば、圧下を操作できない特定の圧延スタンドの出側で板厚を測定し、その測定された板厚の目標値に対する差分値を用いて、特定の圧延スタンドから1つ前方の圧延スタンドの周速を比例制御及び微分制御の少なくとも何れか一方によって制御すると共に、測定された特定の圧延スタンド出側の板厚の目標値に対する差分値を用いて、特定の圧延スタンドから2つ前方の圧延スタンドの周速を積分制御する構成としたため、特定の圧延スタンド出側の板厚に生じる定常的な板厚変動を特定の圧延スタンドから2つ前方の圧延スタンドの周速で抑制しながら、特定の圧延スタンドから1つ前方の圧延スタンド出側の張力変動を当該特定に圧延スタンドから1つ前方圧延スタンドの周速で抑制することが可能となると共に、特定の圧延スタンドの1つ前方の圧延スタンド出側以後に発生する外乱による特定の圧延スタンド出側の板厚変動や特定の圧延スタンド出側の比較的周期の速い板厚変動についても、特定の圧延スタンドの1つ前方の圧延スタンドの周速を比例及び/又は微分制御することにより、応答性よく抑制することができ、その結果、特定の圧延スタンドから板厚測定手段までの所要時間のみがむだ時間となるので、むだ時間を小さくして、応答性を向上することができる。

##### 【0007】

また、1つ前方の圧延スタンドの周速を比例及び/又は微分制御することで周期の速い外乱を制御でき、且つ比例及び/又は微分制御のみであることから、操作量が小さくなるため、張力制御との干渉も小さく、安定した操業が可能である。更に、定常偏差は2つ前方の圧延スタンドの周速を積分制御で行うので、1つ前方の圧延スタンドの周速制御量は小さくてすむ。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0008】

次に、本発明の板厚制御装置の一実施形態について図面を参照しながら説明する。

図1は、本実施形態の板厚制御装置の一実施形態を示す概略構成図である。図中の符号*i*STDは、例えば前述したダル目転写圧延を行う最終圧延スタンドのような、圧下を操作できない特定の圧延スタンド（以下、特定圧延スタンドとも示す）である。また、図中の符号*i*-1STDは、前記特定圧延スタンド*i*STDの1つ前方の圧延スタンド（前方圧延スタンド）、符号*i*-2STDは、前記特定圧延スタンド*i*STDの2つ前方の圧延スタンド（前々方圧延スタンド）である。図中の符号Mは、何れも圧延スタンド*i*-2STD、*i*-2STD。*i*STDを駆動するモータである。また、特定圧延スタンド*i*STDの出側には鋼板などの金属板1の板厚を測定するための板厚測定手段としての板厚計2が設けられており、前方圧延スタンド*i*-1STDの出側には金属板1の張力を測定する張力計3が設けられている。

##### 【0009】

前方圧延スタンド*i*-1STDの周速は、前方圧延スタンド板厚コントローラ*i*-1CTRによって操作され、前々方圧延スタンド*i*-2STDの周速は、前々方圧延スタンド板厚コントローラ*i*-2CTRによって操作される。前方圧延スタンド板厚コントローラ*i*-1CTRは、板厚計2で測定された特定圧延スタンド*i*STDの出側板厚の目標値に

10

20

30

40

50

対する差分値を用い、比例（及び／又は微分）制御によって前方圧延スタンド  $i - 1$  STD の周速を操作する。また、前々方圧延スタンド板厚コントローラ  $i - 2$  CTR は、板厚計 2 で測定された特定圧延スタンド  $i$  STD の出側板厚の目標値に対する差分値を用い、積分制御によって前々方圧延スタンド  $i - 2$  STD の周速を操作する。また、前方圧延スタンド  $i - 1$  STD の周速は、張力コントローラ ATL によっても操作される。即ち、張力計 3 で測定された前方圧延スタンド  $i - 1$  STD の出側張力が、予め設定された閾値を越える場合にのみ、前方圧延スタンド  $i - 1$  STD の周速を操作する、所謂張力バンド制御を行う。

#### 【0010】

この板厚制御装置では、板厚計 2 で測定された特定圧延スタンド  $i$  STD の出側板厚の目標値に対する差分値を用い、積分制御によって前々方圧延スタンド  $i - 2$  STD の周速を操作することにより、例えば特定圧延スタンド  $i$  STD の出側板厚の目標値に対する定常的な板厚変動が、前々方圧延スタンド  $i - 2$  STD の周速によって抑制される。一方、これと同時に、板厚計 2 で測定された特定圧延スタンド  $i$  STD の出側板厚の目標値に対する差分値を用い、比例（及び／又は微分）制御によって前方圧延スタンド  $i - 1$  STD の周速を操作することにより、前方圧延スタンド  $i - 1$  STD 以後の外乱や周期の速い板厚変動を抑制することができる。このとき、前方圧延スタンド  $i - 1$  STD の周速操作の効果は特定圧延スタンド  $i$  STD の出側で発現するので、特定圧延スタンド  $i$  STD から板厚計 2 までの通板所要時間がむだ時間となる。

#### 【0011】

例えば、前述のように前方圧延スタンド  $i - 1$  STD の周速操作による張力制御との干渉を避けるために、前々方圧延スタンド  $i - 2$  STD の周速にのみ特定圧延スタンド  $i$  STD の出側板厚フィードバック制御を行うと、その板厚制御の効果は前方圧延スタンド  $i - 1$  STD の出側で発現し、当該前方圧延スタンド  $i - 1$  STD から板厚計 2 までの通板所要時間がむだ時間となる。これに比して、本実施形態では、特定圧延スタンド  $i$  STD から板厚計 2 までの通板所要時間がむだ時間となるので、むだ時間が小さく、応答性がよい。

#### 【0012】

また、1つ前方の圧延スタンド  $i - 1$  STD の周速を比例及び／又は微分制御することで周期の速い外乱を制御でき、且つ比例及び／又は微分制御のみであることから、操作量が小さくなるため、張力制御との干渉も小さく、安定した操業が可能である。更に、定常偏差は2つ前方の圧延スタンド  $i - 2$  STD の周速を積分制御で行うので、1つ前方の圧延スタンド  $i - 1$  STD の周速制御量は小さくてすむ。ちなみに、板厚計 2 で測定された特定圧延スタンド  $i$  STD の出側板厚の目標値に対する差分値を用い、積分制御によって前々方圧延スタンド  $i - 2$  STD の周速を操作することで定常偏差をとり、比例（及び／又は微分）制御によって前方圧延スタンド  $i - 1$  STD の周速を操作することにより前方圧延スタンド  $i - 1$  STD の操作量が小さくなり、前方圧延スタンド  $i - 1$  STD 出側の張力変動が抑制されるので、前方圧延スタンド  $i - 1$  STD の出側張力は実質的に制御閾値を越えることがなくなる。

#### 【0013】

図 2 は、図 1 の板厚制御装置で、冷間圧延操業中に、時刻  $t_{00}$  で、前方圧延スタンド  $i - 1$  STD の出側板厚変動の外乱として 5 % のステップ信号を、時刻  $t_{01}$  で、特定圧延スタンド  $i$  STD 出側板厚に 5 % のステップ信号を、夫々加えたときの板厚変動及び張力変動をシミュレートしたものである。張力バンド制御のバンド幅を目標値の  $\pm 5$  % とし、制御閾値を張力が越えたときに張力制御が介入するようにした。通板速度は 500 mpm である。同図から明らかなように、板厚変動の収束性に優れ、且つ変動周速後の定常的な偏差（ドリフト）も見受けられない。また、張力変動が制御閾値内に収まっていることから、板厚フィードバック制御と張力フィードバック制御の干渉のないことが分かる。

#### 【0014】

これに対して、図 3 には、単純に特定圧延スタンド  $i$  STD の出側板厚変動を比例積分

制御により前々方圧延スタンド  $i - 2$  S T D の周速にフィードバックしたものである。同図から明らかなように、また前述の説明から明らかなように、張力フィードバック制御との干渉はないものの、板厚外乱に対する収束性が劣っている。また、図 4 には、特定圧延スタンド  $i$  S T D の出側板厚変動を比例積分制御により前方圧延スタンド  $i - 1$  S T D の周速と前々方圧延スタンド  $i - 2$  S T D の周速とに等分にフィードバックしたものである。同図から明らかなように、また前述の説明から明らかなように、板厚外乱に対する収束性は、図 3 のものよりも優れているが、張力フィードバック制御と干渉している。即ち、板厚変動を比例積分制御によって抑制した結果、張力変動が大きく発生し、張力が制御閾値を越えて張力フィードバック制御が介入している。また、張力フィードバック制御が介入した後は、板厚が目標値に収束しきっていない。

10

なお、本発明の板厚制御装置は、ダル目転写圧延に限らず、あらゆる圧延ラインに適用可能である。また、本発明の板厚制御装置は、鋼板に限らず、あらゆる金属板の圧延に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】本発明の板厚制御装置の概略構成図である

【図 2】図 1 の板厚制御装置による板厚変動及び張力変動の説明図である。

【図 3】従来の板厚制御装置による板厚変動及び張力変動の説明図である。

【図 4】従来の異なる板厚制御装置による板厚変動及び張力変動の説明図である。

20

【符号の説明】

【 0 0 1 6 】

1 は金属板

2 は板厚計

3 は張力計

$i$  S T D は特定圧延スタンド

$i - 1$  S T D は前方圧延スタンド

$i - 2$  S T D は前々方圧延スタンド

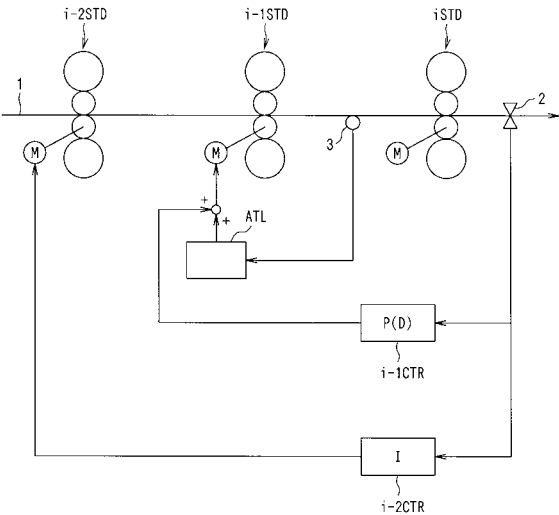
$i - 1$  C R T は前方圧延スタンド板厚コントローラ

$i - 2$  C R T は前々方圧延スタンド板厚コントローラ

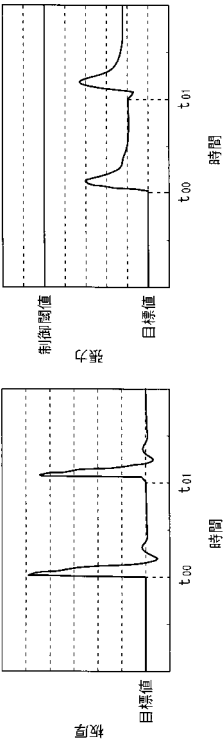
A T L は張力コントローラ

30

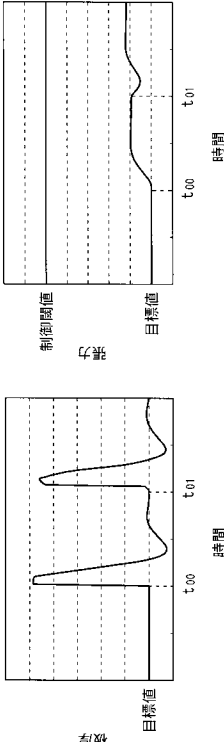
【図 1】



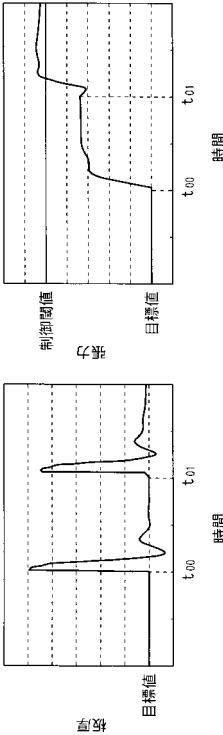
【図 2】



【図 3】



【図 4】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 0 3 - 0 4 7 6 1 3 ( J P , A )  
特開平 1 1 - 2 6 7 7 2 4 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
B 2 1 B 3 7 / 1 8  
B 2 1 B 3 7 / 4 6