

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 9 月 29 日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/151855 A1

- (51) 国際特許分類:
B21B 37/58 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/059434
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 26 日(26.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 東芝三菱電機産業システム株式会社
(TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL
SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1040031 東京
都中央区京橋三丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 敦(SUZUKI, Atsushi); 〒1040031 東京
都中央区京橋三丁目 1 番 1 号 東芝三菱電機
産業システム株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 高田 守, 外(TAKADA, Mamoru et al.); 〒
1040045 東京都中央区築地 1 丁目 1 2 番 2 2 号
コンワビル 7 階 特許業務法人 高田・高橋国
際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

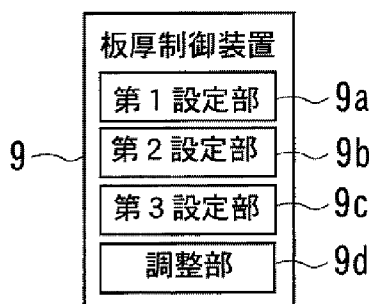
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PLATE THICKNESS CONTROL DEVICE FOR ROLLED MATERIAL

(54) 発明の名称: 圧延材の板厚制御装置

[図2]



- 9... PLATE THICKNESS CONTROL DEVICE
9a... FIRST SETTING UNIT
9b... SECOND SETTING UNIT
9c... THIRD SETTING UNIT
9d... ADJUSTMENT UNIT

(57) Abstract: Provided is a plate thickness control device for rolled material that can increase precision in the thickness of rolled material at the output side of a rolling mill. The thickness control device for rolled material is provided with: a first setting unit for setting a first amount of change for a roll gap on the basis of a first deviation between a measured value and a reference value for the thickness of the rolled material at the input side of the rolling mill; a second setting unit for setting a second amount of change for the roll gap on the basis of a second deviation between an estimated value and a reference value for thickness of the rolled material at the output side of the rolling mill, said estimated value being calculated by the measured value for the thickness of the rolled material and a measured value for speed of the rolled material at the input side of the rolling mill and a measured value for speed of the rolled material at the output side of the rolling mill; a third setting unit for setting a manipulation amount for the roll gap in the rolling mill on the basis of the first amount of change set by the first setting unit and the second amount of change set by the second setting unit; and an adjustment unit for adjusting the gain of the first setting unit on the basis of the results of a comparison of the first deviation at the input side of the rolling mill and the second deviation at the output side of the rolling mill.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2016/151855 A1



圧延機の出側における圧延材の厚さの精度を高めることができる圧延材の板厚制御装置を提供する。圧延材の板厚制御装置は、圧延機の入側における圧延材の厚さの実測値と基準値との第1偏差に基づいてロールギャップの第1変化量を設定する第1設定部と、前記圧延機の入側における圧延材の厚さの実測値と速度の実測値と前記圧延機の出側における圧延材の速度の実測値とにより算出される前記圧延機の出側における圧延材の厚さの推定値と基準値との第2偏差に基づいてロールギャップの第2変化量を設定する第2設定部と、前記第1設定部により設定された第1変化量と前記第2設定部により設定された第2変化量とに基づいて前記圧延機におけるロールギャップの操作量を設定する第3設定部と、前記圧延機の入側における第1偏差と前記圧延機の出側における第2偏差との比較結果に基づいて前記第1設定部のゲインを調整する調整部と、を備えた。

明 細 書

発明の名称： 圧延材の板厚制御装置

技術分野

[0001] この発明は、圧延材の板厚制御装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 は、圧延材の板厚制御装置を開示する。当該板厚制御装置は、入側板厚計の実測値と入側の基準値との第 1 偏差を算出する。当該板厚制御装置は、出側板厚計の実測値と出側の基準値との第 2 偏差を算出する。当該板厚制御装置は、第 1 偏差と第 2 偏差とに基づいてフィードフォワード A G C のゲインを調整する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本特開 2 0 0 3 - 1 7 0 2 1 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献 1 に記載のものにおいては、圧延材は、圧延機から出側板厚計に到達するまでに時間がかかる。その結果、フィードフォワード A G C のゲインの調整が遅れる。このため、圧延機の出側における圧延材の厚さの精度を高めることができない。

[0005] この発明は、上述の課題を解決するためになされた。この発明の目的は、圧延機の出側における圧延材の厚さの精度を高めることができる圧延材の板厚制御装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] この発明に係る圧延材の板厚制御装置は、圧延機の入側における圧延材の厚さの実測値と基準値との第 1 偏差に基づいて前記圧延機におけるロールギャップの第 1 変化量を設定する第 1 設定部と、前記圧延機の入側における圧延材の厚さの実測値と速度の実測値と前記圧延機の出側における圧延材の速

度の実測値とにより算出される前記圧延機の出側における圧延材の厚さの推定値と基準値との第2偏差に基づいて前記圧延機におけるロールギャップの第2変化量を設定する第2設定部と、前記第1設定部により設定された第1変化量と前記第2設定部により設定された第2変化量とに基づいて前記圧延機におけるロールギャップの操作量を設定する第3設定部と、前記圧延機の入側における第1偏差と前記圧延機の出側における第2偏差との比較結果に基づいて前記第1設定部のゲインを調整する調整部と、を備えた。

発明の効果

[0007] この発明によれば、第1設定部のゲインは、圧延機の入側における第1偏差と圧延機の出側における第2偏差との比較結果に基づいて調整される。このため、圧延機の出側における圧延材の厚さの精度を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]この発明の実施の形態1における圧延材の板厚制御装置が適用された圧延システムである。

[図2]この発明の実施の形態1における圧延材の板厚制御装置のブロック図である。

[図3]この発明の実施の形態1における圧延材の板厚制御装置のハードウェア構成図である。

[図4]この発明の実施の形態1における圧延材の板厚制御装置の第1設定部のブロック線図である。

[図5]この発明の実施の形態1における圧延材の板厚制御装置の第2設定部のブロック線図である。

[図6]この発明の実施の形態1における圧延材の板厚制御装置の動作を説明するためのフローチャートである。

[図7]この発明の実施の形態1における圧延材の板厚制御装置による制御のシミュレーション結果を示す図である。

[図8]この発明の実施の形態1における圧延材の板厚制御装置の調整部により第1設定部のゲインを調整しない場合のシミュレーション結果を示す拡大図

である。

[図9]この発明の実施の形態1における圧延材の板厚制御装置の調整部により第1設定部のゲインを調整する場合のシミュレーション結果を示す拡大図である。

発明を実施するための形態

[0009] この発明を実施するための形態について添付の図面に従って説明する。なお、各図中、同一又は相当する部分には同一の符号が付される。当該部分の重複説明は適宜に簡略化ないし省略する。

[0010] 実施の形態1.

図1はこの発明の実施の形態1における圧延材の板厚制御装置が適用された圧延システムである。

[0011] 図1において、圧延機1は、上ワークロール2と下ワークロール3と駆動装置4と圧下装置5とを備える。

[0012] 上ワークロール2と下ワークロール3とは、鉛直方向に並ぶ。例えば、駆動装置4は、モータとドライブ装置とからなる。駆動装置4の出力部は、上ワークロール2の入力部と下ワークロール3の入力部とに接続される。圧下装置5は、上ワークロール2の上方に設けられる。

[0013] 入側板速度計6は、圧延機1の入側に設けられる。入側板厚計7は、圧延機1と入側板速度計6との間に設けられる。出側板速度計8は、圧延機1の出側に設けられる。

[0014] 板厚制御装置9は、P L C等からなる。板厚制御装置9の第1入力部は、入側板速度計6の出力部に接続される。板厚制御装置9の第2入力部は、入側板厚計7の出力部に接続される。板厚制御装置9の第3入力部は、出側板速度計8の出力部に接続される。板厚制御装置9の第1出力部は、駆動装置4の入力部に接続される。板厚制御装置9の第2出力部は、圧下装置5の入力部に接続される。

[0015] 圧延システムにおいて、上ワークロール2と下ワークロール3とは、圧延材10を挟み込む。入側板速度計6は、圧延機1の入側においてレーザ等を

用いて圧延材 10 の送り速度を実測する。入側板厚計 7 は、圧延機 1 の入側において X 線、 γ 線等を用いて圧延材 10 の厚さを実測する。出側板速度計 8 は、圧延機 1 の出側においてレーザ等を用いて圧延材 10 の送り速度を実測する。

[0016] 板厚制御装置 9 は、入側板速度計 6 と入側板厚計 7 と出側板速度計 8 との実測値に基づいて、駆動装置 4 と圧下装置 5 とを制御する。その結果、圧延機 1 の入側および出側において、圧延材 10 にかかる張力が制御される。上ワークロール 2 と下ワークロール 3 との間の距離が制御される。

[0017] 具体的には、入側板速度計 6 は、圧延材 10 の送り速度の実測値 v_{in}^{res} (mm/s) を出力する。入側板厚計 7 は、圧延材 10 の厚さの実測値 H^{res} (mm) を出力する。出側板速度計 8 は、圧延材 10 の送り速度の実測値 v_{out}^{res} (mm/s) を出力する。

[0018] 板厚制御装置 9 は、実測値 v_{in}^{res} と実測値 H^{res} と実測値 v_{out}^{res} とに基づいて角速度の基準値 ω_{roll}^{ref} (rad/s) を算出する。駆動装置 4 は、基準値 ω_{roll}^{ref} に基づいて上ワークロール 2 と下ワークロール 3 とを回転させる。

[0019] 板厚制御装置 9 は、実測値 H^{res} を用いて圧延機 1 におけるロールギャップの第 1 変化量の基準値 ΔS_{FF}^{ref} (mm) を設定する。板厚制御装置 9 は、データシフトレジスタによって入側板厚計 7 から圧下点までトラッキングする。この際、板厚制御装置 9 は、実測値 H^{res} と実測値 v_{in}^{res} と実測値 v_{out}^{res} と用いて圧延機 1 におけるロールギャップの第 2 変化量の基準値 ΔS_{MF}^{ref} (mm) を設定する。

[0020] 圧下装置 5 は、基準値 ΔS_{FF}^{ref} と基準値 ΔS_{MF}^{ref} との合計値に基づいて上ワークロール 2 と下ワークロール 3 との間の距離を変化させる。

[0021] 次に、図 2 を用いて、板厚制御装置 9 の一例を説明する。

図 2 はこの発明の実施の形態 1 における圧延材の板厚制御装置のブロック図である。

[0022] 図 2 に示すように、板厚制御装置 9 は、第 1 設定部 9 a と第 2 設定部 9 b

と第3設定部9cと調整部9dとを備える。

[0023] 第1設定部9aは、圧延機1の入側における圧延材10の厚さの実測値 H^{res} と基準値 H_n (mm) との第1偏差 ΔH (mm) に基づいて圧延機1におけるロールギャップの第1変化量の基準値 ΔS_{FF}^{ref} を設定する。第2設定部9bは、圧延機1の入側における圧延材10の厚さの実測値 H^{res} と速度の実測値 v_{in}^{res} と圧延機1の出側における速度の実測値 v_{out}^{res} とにより圧延材10の出側における圧延材10の厚さの推定値 h^{res} (mm) を算出する。第2設定部9bは、推定値 h^{res} と基準値 h_n (mm) との第2偏差 Δh (mm) に基づいて圧延機1におけるロールギャップの第2変化量の基準値 ΔS_{MF}^{ref} を設定する。第3設定部9cは、第1設定部9aにより設定された第1変化量の基準値 ΔS_{FF}^{ref} と第2設定部9bにより設定された第2変化量の基準値 ΔS_{MF}^{ref} とに基づいて圧延機1におけるロールギャップの操作量を設定する。調整部9dは、圧延機1の入側における第1偏差と圧延機1の出側における第2偏差との比較結果に基づいて第1設定部9aのゲインを自動的かつ逐次的に調整する。

[0024] 次に、図3を用いて、板厚制御装置9のハードウェア構成の一例を説明する。

図3はこの発明の実施の形態1における圧延材の板厚制御装置のハードウェア構成図である。

[0025] 図3に示すように、板厚制御装置9は、処理回路11を備える。処理回路11は、プロセッサ11aとメモリ11bとを備える。図2の板厚制御装置9の各部の動作は、少なくとも一つのプロセッサ11aが少なくとも一つのメモリ11bに記憶されたプログラムを実行することにより実現される。

[0026] 次に、図4を用いて、第1設定部9aに基づいた制御を説明する。

図4はこの発明の実施の形態1における圧延材の板厚制御装置の第1設定部のブロック線図である。

[0027] 図4に示すように、第1設定部9aは、フィードフォワードAGC制御器12aを備える。フィードフォワードAGC制御器12aの伝達関数 C_{FF} は

、 K_{P_FF} に設定される。フィードフォワードAGC制御器12aの出力部は、油圧圧下位置制御系13の入力部に接続される。油圧圧下位置制御系13は、圧下装置5のサーボ弁と油圧配管系とを含む。油圧圧下位置制御系13の伝達関数は、 G_p で表される。油圧圧下位置制御系13の出力部は、第1変換ブロック14の入力部に接続される。第1変換ブロック14の出力部は、第2変換ブロック15の入力部に接続される。

[0028] 圧延機1の入側において、圧延材10の厚さの第1偏差 ΔH は、次の(1)式で表される。

[0029] [数1]

$$\Delta H = H_n - H^{res} \quad (1)$$

[0030] 第1偏差 ΔH は、フィードフォワードAGC制御器12aに入力される。フィードフォワードAGC制御器12aは、ロールギャップの第1変化量の基準値 ΔS_{FF}^{ref} を算出する。基準値 ΔS_{FF}^{ref} は、上ワークロール2と下ワークロール3とが間が狭くなる方向が負となるように算出される。

[0031] 油圧圧下位置制御系13は、基準値 ΔS_{FF}^{ref} に基づいて上ワークロール2と下ワークロール3との間の距離を変化させる。

[0032] 第1変換ブロック14は、上ワークロール2と下ワークロール3との間の距離の変化量 ΔS_{FF} (mm)を圧延荷重の変化量 ΔP_{FF} (kN)に変換する。圧延荷重の変化量 ΔP_{FF} は、次の(2)式で表される。

[0033] [数2]

$$\Delta P_{FF} = -\frac{MQ}{M+Q} \Delta S_{FF} = -\frac{MQ}{M+Q} \Delta H K_{P_FF} \quad (2)$$

[0034] (2)式において、Mは圧延荷重によるミル伸びを表すミル定数 (kN/mm)である。Qは圧延荷重による厚み変化を表す塑性係数 (kN/mm)である。

[0035] 第2変換ブロック15は、圧延荷重の変化量 ΔP_{FF} をミル伸びの変化量 $\Delta P_{FF}/M$ に変換する。

[0036] 圧延機1の出側において、圧延材10の厚さの変化量 Δh_{FF} (mm)は、

次の（３）式で表される。

[0037] [数3]

$$\Delta h_{FF} = \Delta S_{FF} + \frac{\Delta P_{FF}}{M} \quad (3)$$

[0038] 次に、図５を用いて、第２設定部９ｂに基づいた制御を説明する。

図５はこの発明の実施の形態１における圧延材の板厚制御装置の第２設定部のブロック線図である。

[0039] 図５に示すように、第２設定部９ｂは、推定器１２ｂとマスフローＡＧＣ制御器１２ｃとを備える。推定器１２ｂの出力部は、マスフローＡＧＣ制御器１２ｃの入力部に接続される。マスフローＡＧＣ制御器１２ｃの伝達係数 C_{MF} は、 $K_{P_MF} + K_{I_MF}/s$ に設定される。ただし、 s はラプラス演算子である。マスフローＡＧＣ制御器１２ｃの出力部は、油圧圧下位置制御系１３の入力部に接続される。油圧圧下位置制御系１３は、圧下装置５のサーボ弁と油圧配管系とを含む。油圧圧下位置制御系１３の伝達関数は、 G_p で表される。油圧圧下位置制御系１３の出力部は、第１変換ブロック１４の入力部に接続される。第１変換ブロック１４の出力部は、第２変換ブロック１５の入力部に接続される。

[0040] 推定器１２ｂは、マスフロー一定側により圧延機１の出側における圧延材１０の厚さの推定値 h^{res} を算出する。具体的には、推定値 h^{res} は、次の（４）式で表される。

[0041] [数4]

$$h^{res} = \frac{v_{in}^{res}}{v_{out}^{res}} H^{res} \quad (4)$$

[0042] 圧延機１の出側において、圧延材１０の厚さの第２偏差 Δh は、次の（５）式で表される。

[0043] [数5]

$$\Delta h = h_n - h^{res} \quad (5)$$

[0044] 第２偏差 Δh は、マスフローＡＧＣ制御器１２ｃに入力される。マスフロ

—A G C制御器 1 2 c は、ロールギャップの第 2 変化量の基準値 ΔS_{MF}^{ref} を算出する。基準値 ΔS_{MF}^{ref} は、上ワークロール 2 と下ワークロール 3 とが間が狭くなる方向が負となるように算出される。

[0045] 油圧圧下位置制御系 1 3 は、基準値 ΔS_{MF}^{ref} に基づいて上ワークロール 2 と下ワークロール 3 との間の距離を変化させる。

[0046] 第 1 変換ブロック 1 4 は、上ワークロール 2 と下ワークロール 3 との間の距離の変化量 ΔS_{MF} (mm) を圧延荷重の変化量 ΔP_{MF} (kN) に変換する。圧延荷重の変化量 ΔP_{MF} は、次の (6) 式で表される。

[0047] [数6]

$$\Delta P_{MF} = -\frac{MQ}{M+Q} \Delta S_{MF} = -\frac{MQ}{M+Q} \Delta h \left(K_{P_MF} + \frac{K_{I_MF}}{s} \right) \quad (6)$$

[0048] (6) 式において、M は圧延荷重によるミル伸びを表すミル定数 (kN/mm) である。Q は圧延荷重による厚み変化を表す塑性係数 (kN/mm) である。

[0049] 第 2 変換ブロック 1 5 は、圧延荷重の変化量 ΔP_{MF} をミル伸びの変化量 $\Delta P_{MF}/M$ に変換する。

[0050] 圧延機 1 の出側において、圧延材 1 0 の板厚の変化量 Δh_{MF} (mm) は、次の (7) 式で表される。

[0051] [数7]

$$\Delta h_{MF} = \Delta S_{MF} + \frac{\Delta P_{MF}}{M} \quad (7)$$

[0052] 次に、図 6 を用いて、調整部 9 d の動作を説明する。

図 6 はこの発明の実施の形態 1 における圧延材の板厚制御装置の動作を説明するためのフローチャートである。

[0053] ステップ S 1 では、調整部 9 d は、第 1 偏差 ΔH と第 2 偏差 Δh との積が 0 か否かを判定する。

[0054] ステップ S 1 で第 1 偏差 ΔH と第 2 偏差 Δh との積が 0 の場合は、ステップ S 2 に進む。ステップ S 2 では、第 1 設定部 9 a のゲインの調整量 ΔK_p

を0とする。その後、動作が終了する。

[0055] ステップS 1で第1偏差 ΔH と第2偏差 Δh との積が0でない場合は、ステップS 3に進む。ステップS 3では、調整部9 dは、第1偏差 ΔH と第2偏差 Δh との正負の符号が同じか否かを判定する。具体的には、調整部9 dは、第1偏差 ΔH と第2偏差 Δh との積が0よりも大きいかなんかを判定する。

[0056] ステップS 3で第1偏差 ΔH と第2偏差 Δh との正負の符号が同じ場合、第1偏差 ΔH と第2偏差 Δh との積は0よりも大きくなる。この場合は、ステップS 4に進む。ステップS 4では、調整部9 dは、第1設定部9 aのゲインの調整量 ΔK_p を0よりも大きい値とする。その後、動作が終了する。

[0057] ステップS 3で第1偏差 ΔH と第2偏差 Δh との正負の符号が異なる場合、第1偏差 ΔH と第2偏差 Δh との積は0よりも小さくなる。この場合は、ステップS 5に進む。ステップS 5では、調整部9 dは、第1設定部9 aのゲインの調整量 ΔK_p を0よりも小さい値とする。その後、動作が終了する。

[0058] 次に、図7を用いて、板厚制御装置9による制御のシミュレーション結果を説明する。

図7はこの発明の実施の形態1における圧延材の板厚制御装置による制御のシミュレーション結果を示す図である。

[0059] 図7の最上段の図は、ライン速度を示す図である。ライン速度は、上ワークロール2と下ワークロール3との周速度である。図7の上から2段目の図は、圧延機1の入側および出側において圧延材10にかかる張力を示す図である。図7の上から3段目の図は、圧延機1の入側および出側における圧延材10の厚さを示す図である。図7の最下段の図は、圧延荷重を示す図である。

[0060] 図7の最上段の図において、ライン速度の目標値は、100 (m p m) である。図7の上から2段目の図において、圧延機1の入側および出側で圧延材10にかかる張力の目標値は、100 (M P a) である。図7の上から3段目の図において、圧延機1の入側における圧延材10の厚さの実測値 H_{res}

の平均値は、2.69 (mm) である。圧延機 1 の出側における圧延材 10 の厚さの目標値 (基準値) h_n は、2.228 (mm) である。この際、圧延機 1 の圧下率は、17.2% である。

[0061] 圧延機 1 の入側において、圧延材 10 の厚さの実測値 h_{res} は変動する。例えば、当該変動は、sin 波に対応する。当該変動の振幅は、0.0015 (mm) である。時刻 T が 2 (s) となるまでには、ストール張力が圧延材 10 にかかる。当該ストール張力は、目標値の 40% に設定される。その後、ライン速度を上げることにより、圧延材 10 の圧延が開始される。

[0062] 時刻 T が 3.7 (s) になると、ライン速度が目標値に達する。この際、板厚制御装置 9 は、圧延材 10 の厚さの制御を開始する。当該制御により、圧延機 1 の出側における圧延材 10 の厚さの実測値 h_{res} は、変動を繰り返す。

[0063] 実測値 h_{res} が目標値 h_n となる回数が予め設定された回数に到達した時点において、板厚制御装置 9 は、図 6 のフローに沿って第 1 設定部 9a のゲインを調整する。例えば、実測値 h_{res} が目標値 h_n となる回数が 6 回となった時点において、板厚制御装置 9 は、図 6 のフローに沿って第 1 設定部 9a のゲインを調整する。

[0064] 次に、図 8 と図 9 とを用いて、板厚制御装置 9 による制御の有効性を説明する。

図 8 はこの発明の実施の形態 1 における圧延材の板厚制御装置の調整部により第 1 設定部のゲインを調整しない場合のシミュレーション結果を示す拡大図である。図 9 はこの発明の実施の形態 1 における圧延材の板厚制御装置の調整部により第 1 設定部のゲインを調整する場合のシミュレーション結果を示す拡大図である。

[0065] 図 8 においては、圧延機 1 の出側における圧延材 10 の厚さの実測値 h_{res} は、目標値 h_n を基準として変動を繰り返す。当該変動は収束しない。

[0066] 図 9 においては、時刻 T が 4.2 (s) になると、調整部 9d が第 1 設定部 9a のゲインの調整を開始する。圧延機 1 の出側における圧延材 10 の厚

さの実測値 h^{res} は、目標値 h_n を基準として変動を繰り返す。当該変動は収束する。

[0067] 以上で説明した実施の形態 1 によれば、第 1 設定部 9 a のゲインは、圧延機 1 の入側における第 1 偏差 ΔH と圧延機 1 の出側における第 2 偏差 Δh との比較結果に基づいてサンプリング毎に調整される。その結果、第 1 設定部 9 a のゲインが最適化される。このため、圧延機 1 の出側における圧延材 10 の厚さの精度を高めることができる。

[0068] また、調整部 9 d は、第 1 偏差 ΔH と第 2 偏差 Δh との正負の符号が同じ場合は第 1 設定部 9 a のゲインを大きくし、第 1 偏差 ΔH と第 2 偏差 Δh との正負の符号が異なる場合は第 1 設定部 9 a のゲインを小さくする。このため、圧延機 1 の出側における圧延材 10 の厚さの精度を簡単な制御で高めることができる。

[0069] なお、第 1 偏差 ΔH と第 2 偏差 Δh との積の絶対値が予め設定された閾値よりも小さい場合は、調整部 9 d による第 1 設定部 9 a のゲインの調整を行わなくてもよい。この場合、マスフロー一定側による推定値 h^{res} の誤差の影響を取り除くことができる。入側板速度計 6 と入側板厚計 7 と出側板速度計 8 との計測ノイズの影響を取り除くことができる。

産業上の利用可能性

[0070] 以上のように、この発明に係る圧延材の板厚制御装置は、圧延機の出側における圧延材の厚さの精度を高めるシステムに利用できる。

符号の説明

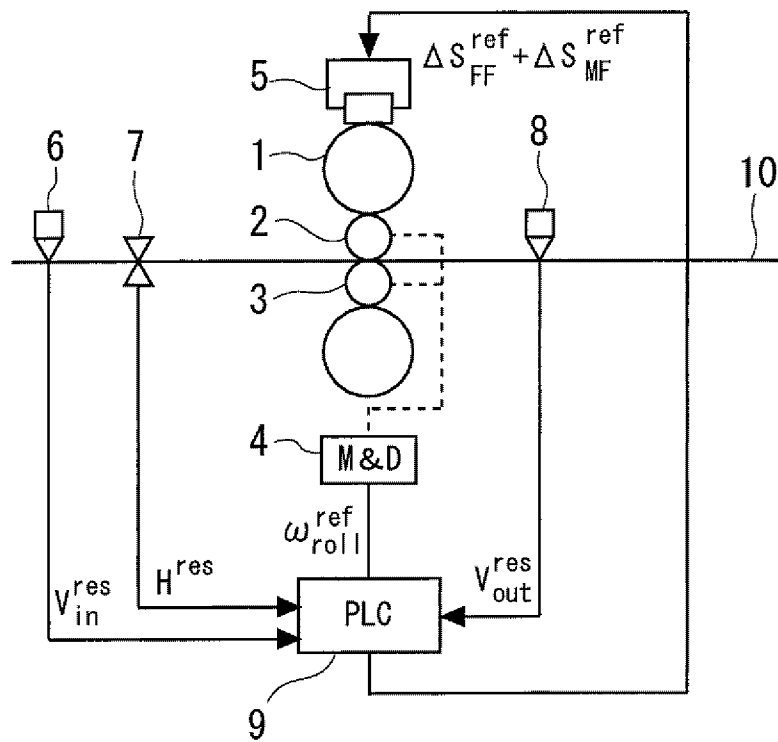
[0071] 1 圧延機、 2 上ワークロール、 3 下ワークロール、 4 駆動装置、 5 圧下装置、 6 入側板速度計、 7 入側板厚計、 8 出側板速度計、 9 板厚制御装置、 9 a 第 1 設定部、 9 b 第 2 設定部、 9 c 第 3 設定部、 9 d 調整部、 10 圧延材、 11 処理回路、 11 a プロセッサ、 11 b メモリ、 12 a フィードフォワード AGC 制御器、 12 b 推定器、 12 c マスフロー AGC 制御器、 13 油圧圧下位置制御系、 14 第 1 変換ブロック、 15 第 2

変換ブロック

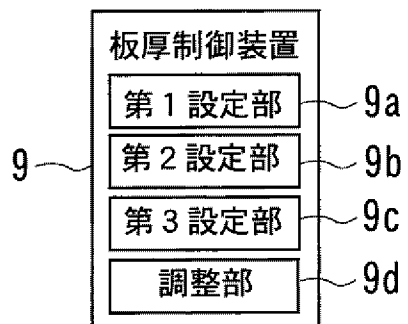
請求の範囲

- [請求項1] 圧延機の入側における圧延材の厚さの実測値と基準値との第1偏差に基づいて前記圧延機におけるロールギャップの第1変化量を設定する第1設定部と、
- 前記圧延機の入側における圧延材の厚さの実測値と速度の実測値と前記圧延機の出側における圧延材の速度の実測値とにより算出される前記圧延機の出側における圧延材の厚さの推定値と基準値との第2偏差に基づいて前記圧延機におけるロールギャップの第2変化量を設定する第2設定部と、
- 前記第1設定部により設定された第1変化量と前記第2設定部により設定された第2変化量とに基づいて前記圧延機におけるロールギャップの操作量を設定する第3設定部と、
- 前記圧延機の入側における第1偏差と前記圧延機の出側における第2偏差との比較結果に基づいて前記第1設定部のゲインを調整する調整部と、
- を備えた圧延材の板厚制御装置。
- [請求項2] 前記調整部は、前記第1偏差と前記第2偏差との正負の符号が同じ場合は前記第1設定部のゲインを大きくし、前記第1偏差と前記第2偏差との正負の符号が異なる場合は前記第1設定部のゲインを小さくする請求項1に記載の圧延材の板厚制御装置。
- [請求項3] 前記調整部は、前記第1偏差と前記第2偏差との積の絶対値が予め設定された閾値よりも小さい場合は、前記第1設定部のゲインを調整しない請求項1または請求項2に記載の圧延材の板厚制御装置。

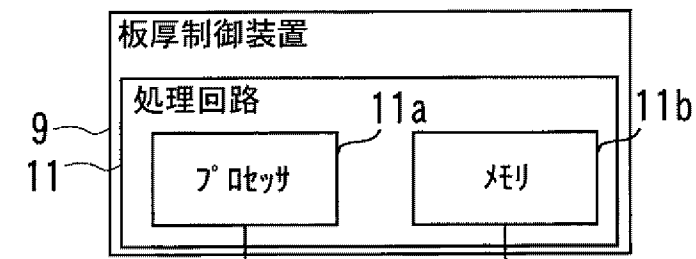
[図1]



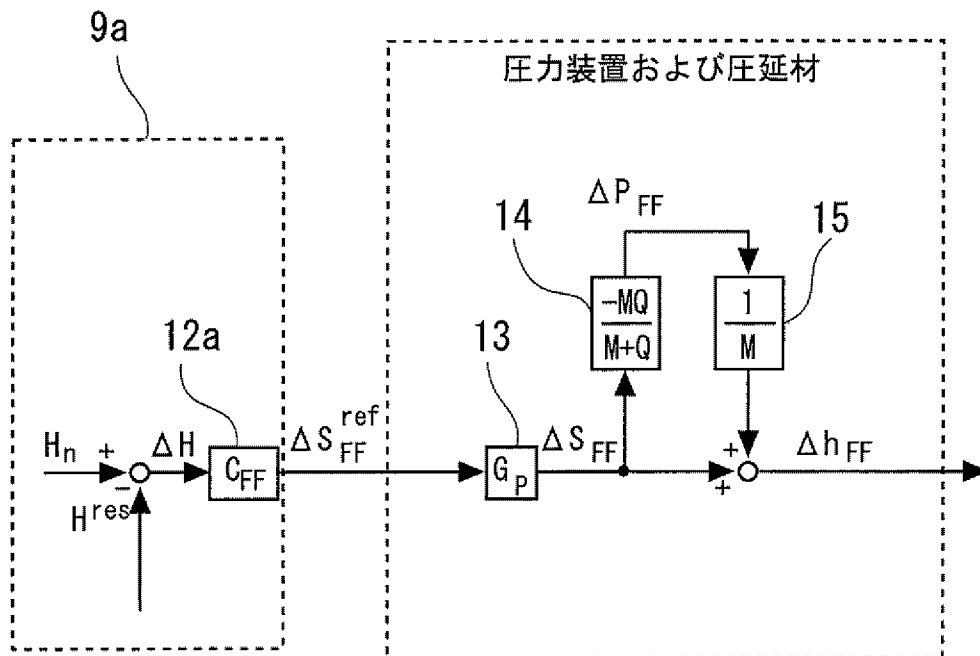
[図2]



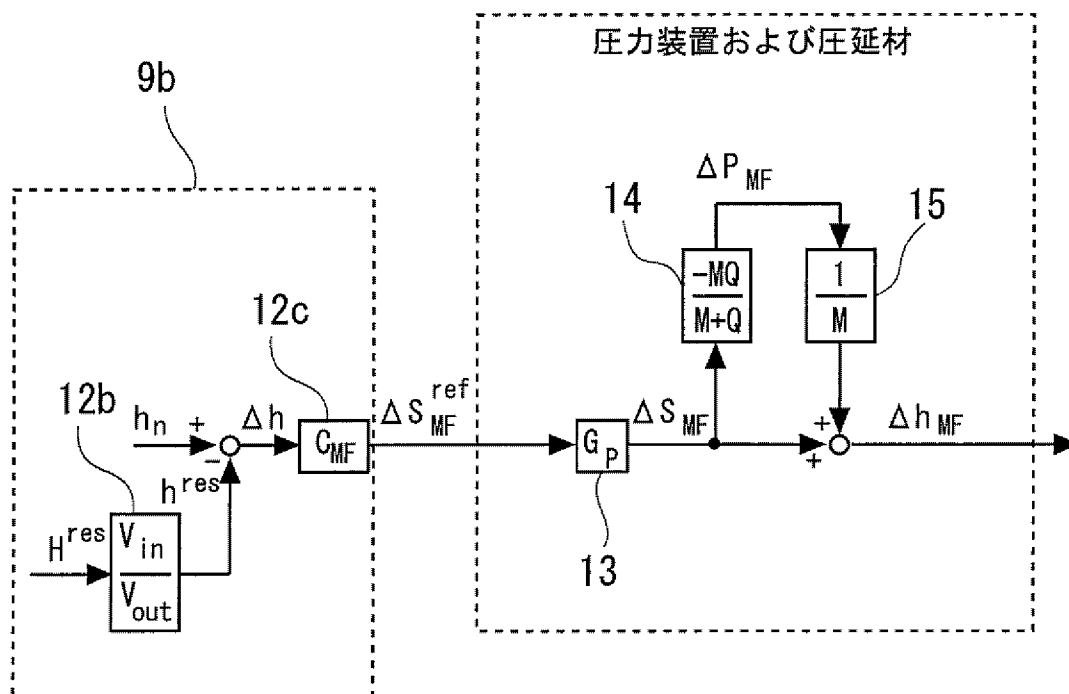
[図3]



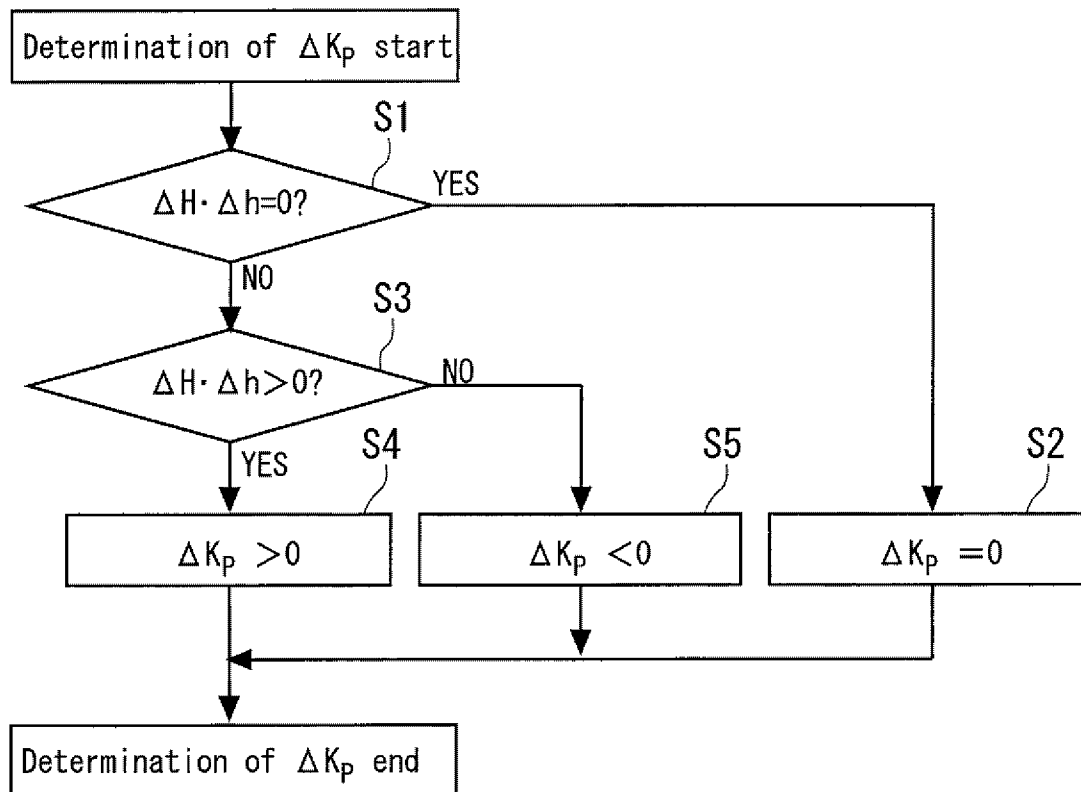
[図4]



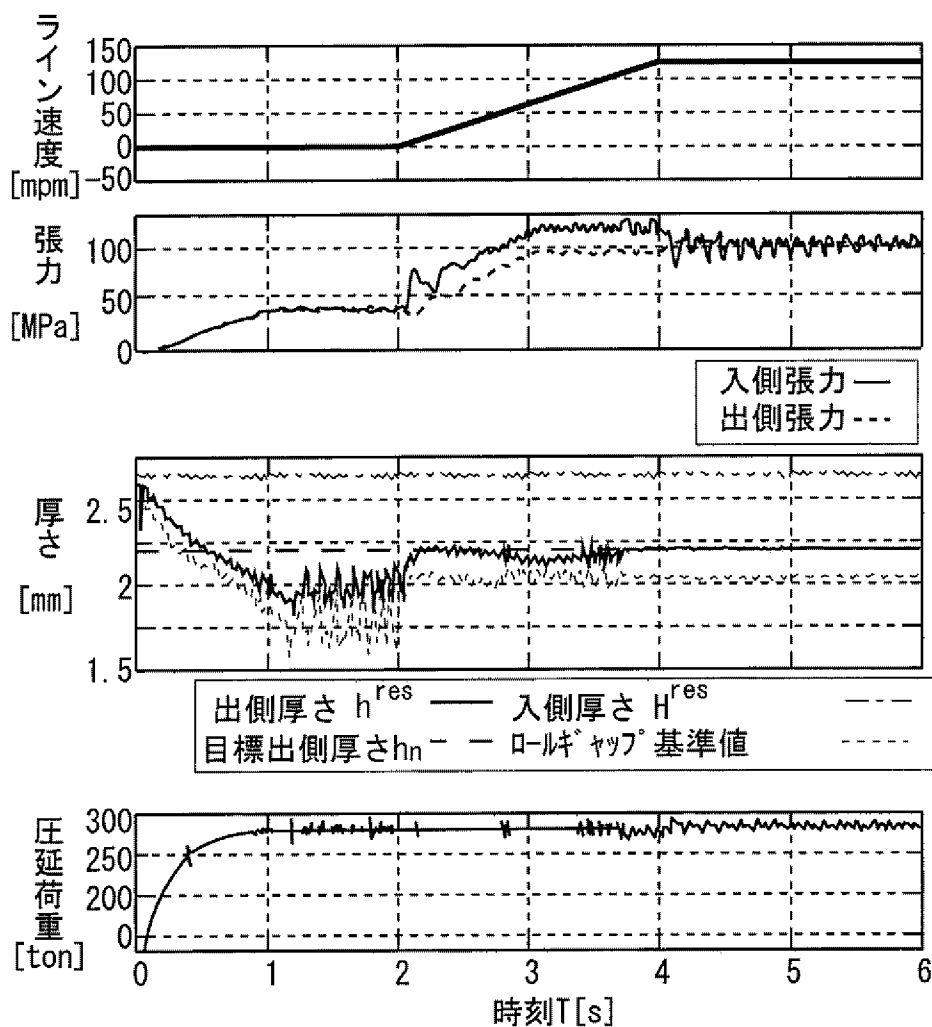
[図5]



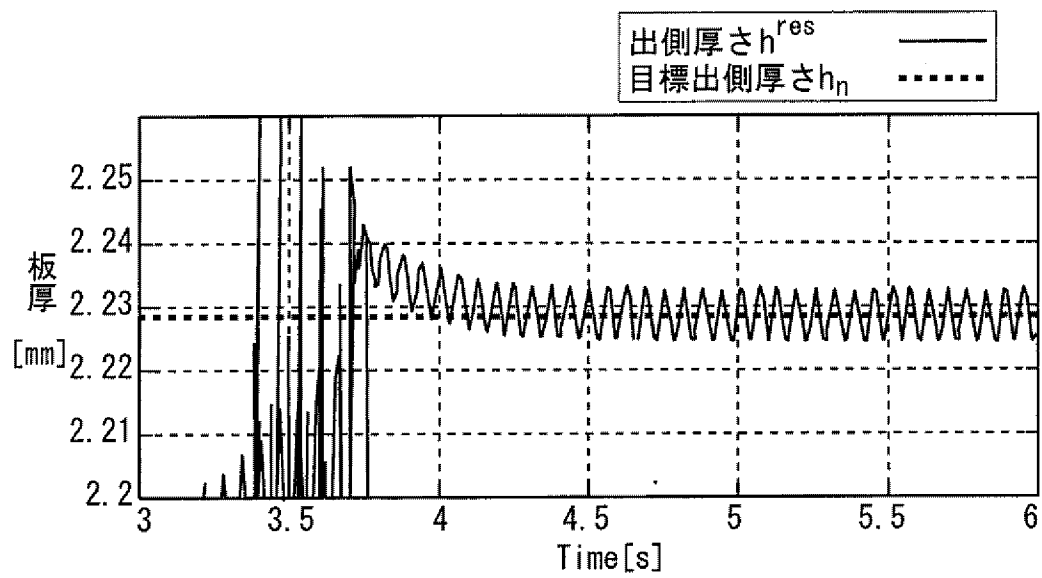
[図6]



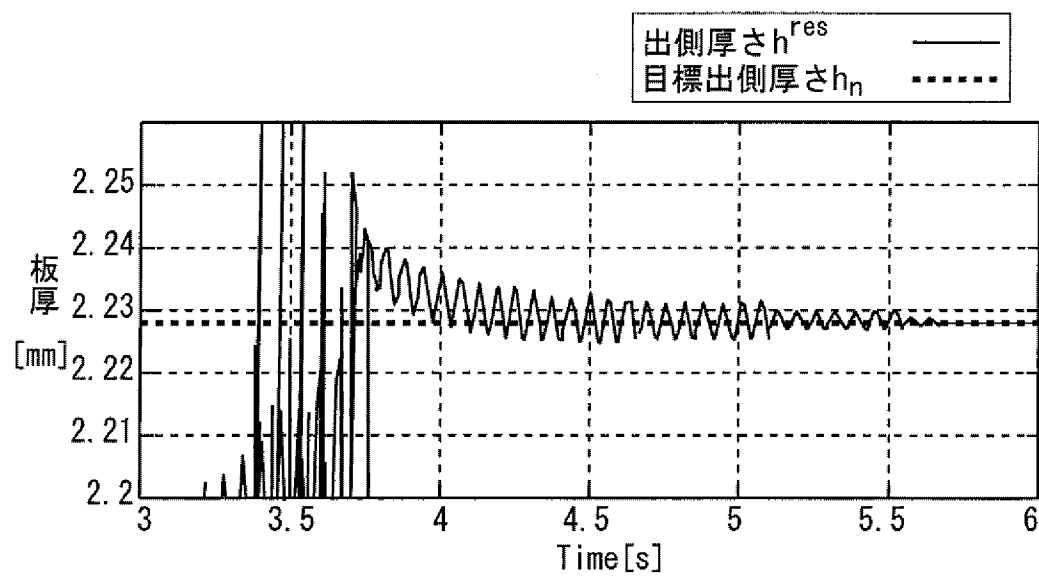
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/059434

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21B37/58(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B21B37/58

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-172406 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 18 June 2002 (18.06.2002), paragraphs [0015] to [0067]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-3
A	JP 10-211512 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 11 August 1998 (11.08.1998), paragraphs [0009] to [0061]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 June 2015 (22.06.15)

Date of mailing of the international search report
30 June 2015 (30.06.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/059434

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 62-259609 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 12 November 1987 (12.11.1987), Detailed Explanation of the Invention; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-3
A	JP 54-128966 A (Hitachi, Ltd.), 05 October 1979 (05.10.1979), Detailed Explanation of the Invention; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B21B37/58(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B21B37/58

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2002-172406 A（三菱重工業株式会社）2002.06.18, [0015]-[0067], 図 1-6（ファミリーなし）	1-3
A	JP 10-211512 A（住友金属工業株式会社）1998.08.11, [0009]-[0061], 図 1-7（ファミリーなし）	1-3
A	JP 62-259609 A（住友金属工業株式会社）1987.11.12, 発明の詳細 な説明, 第 1-9 図（ファミリーなし）	1-3

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 2 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

3 0 . 0 6 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

川崎 良平

4 E

4 6 6 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 54-128966 A (株式会社日立製作所) 1979. 10. 05, 発明の詳細な説明, 第 1-4 図 (ファミリーなし)	1-3