

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2008年2月7日 (07.02.2008)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2008/015747 A1

- (51) 国際特許分類:  
B21B 37/00 (2006.01) H02P 5/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/315387
- (22) 国際出願日: 2006年8月3日 (03.08.2006)
- (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 (米国を除く全ての指定国について): 東芝三菱電機産業システム株式会社 (TOSHIBA MITSUBISHI-ELECTRIC INDUSTRIAL SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080073 東京都港区三田三丁目13番16号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森 隆三 (MORI, Ryuzo) [JP/JP]; 〒1080073 東京都港区三田三丁目

13番16号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 福島 航 (FUKUSHIMA, Wataru) [JP/JP]; 〒1080073 東京都港区三田三丁目13番16号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 福岡 勝彦 (FUKUMA, Katsuhiko) [JP/JP]; 〒1080073 東京都港区三田三丁目13番16号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP). 石田 尚 (ISHIDA, Takashi) [JP/JP]; 〒1080073 東京都港区三田三丁目13番16号 東芝三菱電機産業システム株式会社内 Tokyo (JP).

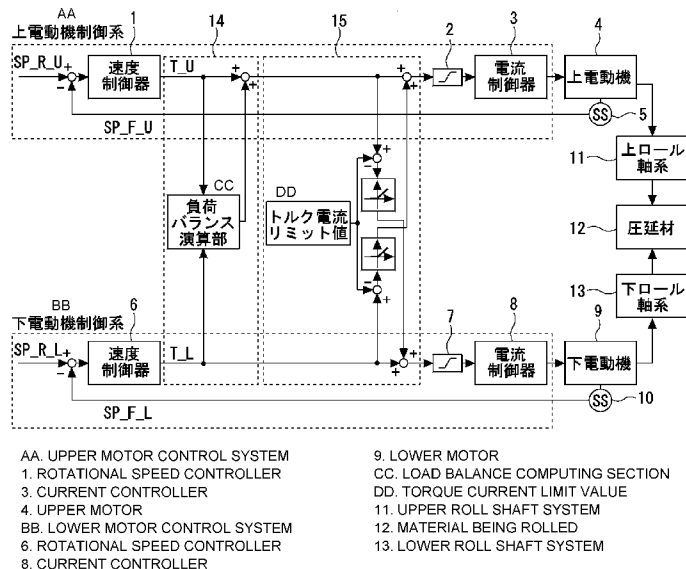
(74) 代理人: 高田 守, 外 (TAKADA, Mamoru et al.); 〒1600007 東京都新宿区荒木町20番地 インテック 88ビル5階 特許業務法人 高田・高橋国際特許事務所 Tokyo (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN,

[続葉有]

(54) Title: ROLLING ROLL MOTOR DRIVER

(54) 発明の名称: 圧延ロール用電動機の駆動装置



(57) **Abstract:** A rolling roll motor driver enabling maximization of rolling ability and improvement of the amount of speed drop by making most of the torques which the motors can output when a material is bitten. The driver comprises an upper motor speed controller for acquiring an upper motor torque current reference from the difference between the upper motor actual rotational speed and an upper motor speed reference, an upper motor torque current limiter and a current controller for controlling the torque of the upper motor, a lower motor rotational speed controller for acquiring a lower motor torque current reference from the difference between the lower motor actual rotational speed and a lower motor rotational speed reference, a lower motor torque current limiter and a current controller for controlling the torque of the lower motor, and a torque distribution control section which is provided between the upper and lower motor rotational speed controllers and the upper and lower motor torque current limiters, compares the upper and lower motor torque current references with the torque current limit value, and adds, if the upper or lower torque current reference exceeds the torque current limit value, the excess amount to the other torque current reference.

[続葉有]

WO 2008/015747 A1



HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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, LS, MW, MZ, NA, SD, 添付公開書類:  
— 国際調査報告書

(57) 要約: 材料噛み込み時に各々の電動機の出し得るトルクを最大限活用し、圧延能力の最大化と速度降下量を改善できる圧延ロール用電動機の駆動装置を得る。上電動機実速度と上電動機速度基準の偏差から上電動機トルク電流基準を得る上電動機速度制御器と、上電動機のトルクを制御する上電動機トルク電流リミッタ及び電流制御器と、下電動機実速度と下電動機速度基準の偏差から下電動機トルク電流基準を得る下電動機速度制御器と、下電動機のトルクを制御する下電動機トルク電流リミッタ及び電流制御器と、上下電動機速度制御器と上下電動機トルク電流リミッタとの間に設けられ、上下電動機トルク電流基準とトルク電流リミット値を比較し、上下どちらかのトルク電流基準がトルク電流リミット値を超えた場合、その超えた分はもう片方のトルク電流基準へ加算するトルク分配制御部とを備える。

## 明 細 書

### 圧延ロール用電動機の駆動装置

#### 技術分野

- [0001] この発明は、上下圧延ロールを別々の電動機で駆動する圧延機において、材料噛み込み時に各々の電動機の出し得るトルクを最大限活用することにより圧延能力の最大化と速度降下量を改善できる機能を有する圧延ロール用電動機の駆動装置に関するものである。

#### 背景技術

- [0002] 従来の上下圧延ロールを各々上電動機及び下電動機で駆動するツインドライブ方式圧延機においては、各々独立した制御系を持つ上下電動機の負荷を均一化するために、電動機に供給する上下負荷電流値の差または負荷電流自乗値の差を比例積分制御 (PI制御) し、速度制御ループ前段または電流制御ループ前段へフィードバックさせる負荷バランス制御を付加しているものが多かった (例えば、特許文献1参照)。

しかしながら、圧延時に噛み込み状態や圧延材形状等により上下負荷のアンバランス量が多くなると、従来の負荷バランス制御では制御しきれず、高負荷側のロールを駆動する電動機のトルク電流基準がリミット値に張り付く一方、軽負荷側のロールを駆動する電動機のトルク電流基準には多くの余裕が残される場合があり、圧延トルクが不足し、噛み込み時の速度降下量が大きくなるという課題がある。特に圧延材先端部を上反りさせ圧延材のテーブルロールへの突っかかりを防止する目的で材料噛み込み時に積極的に上下ロールに速度差を与える異周速制御を実施した場合、噛み込み時の高負荷とアンバランス量の増大とによりこの現象が顕著に現れる。

- [0003] 特許文献1：日本特開平9-295016号公報

#### 発明の開示

#### 発明が解決しようとする課題

- [0004] 一般に、圧延スケジュールにおいて計算された予測トルクは上下電動機トルクの総和であり、従って上下電動機トルクのアンバランス量が多く、片方の電動機がトルクリ

ミットに掛かった場合、所望の圧延トルクが得られず、圧延スケジュール自体に支障を来す場合もある。特に熱間圧延ラインの粗圧延機や厚板圧延ラインの粗・仕上圧延機のような1パス当たりの圧延時間が比較的短い圧延機の場合は、材料噛み込み時の速度降下からの回復時間を短くすることが望まれるが、従来の負荷バランス制御では噛み込み時の過大な上下負荷アンバランスには対処できず、片方の電動機がトルクリミットに掛かった場合圧延トルク不足により速度降下量が大きくなってしまふ。

従来の負荷バランス制御では、上下電動機の揃速性や長時間での熱的保護を重視しているためそのトルク補正の即応性には重点を置いておらず、上下負荷電流値の差または上下負荷電流自乗値の差をPI制御することによってアンバランス補正量を得て、速度制御器前段または電流制御器前段までフィードバックし、速度制御器、電流制御器を経て電動機に電流が供給されるため時間遅れが多い。また、材料噛み込み時のアンバランス量が大きい場合は、負荷バランス制御自身が持つ積分項により、速度降下から回復後の通常圧延時にも噛み込み時のアンバランス補正量が残る、上下電動機トルクがバランスされないなどの課題があった。

[0005] この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、材料噛み込み時の過大なロール負荷アンバランスと電動機のトルクリミットの制約に起因する圧延トルク不足を解決し、速度降下量を最小限に抑えると共に、速度降下から回復後の通常圧延時における上下負荷のアンバランスを早急、且つ安定的に補正する機能を有する圧延ロール用電動機の駆動装置を提供するものである。

#### 課題を解決するための手段

[0006] この発明に係る圧延ロール用電動機の駆動装置は、上電動機実速度と上電動機速度基準の偏差を入力し、上電動機トルク電流基準を得る上電動機速度制御器と、上電動機実速度と上電動機速度基準の偏差が0になるように上電動機のトルクを制御する上電動機トルク電流リミッタ及び上電動機電流制御器と、下電動機実速度と下電動機速度基準の偏差を入力し、下電動機トルク電流基準を得る下電動機速度制御器と、下電動機実速度と下電動機速度基準の偏差が0になるように下電動機のトルクを制御する下電動機トルク電流リミッタ及び下電動機電流制御器と、上下電動機

速度制御器と上下電動機トルク電流リミッタとの間に設けられ、上下電動機トルク電流基準とトルク電流リミット値とを比較し、上下どちらかのトルク電流基準がトルク電流リミット値を超えた場合、その超えた分はもう片方のトルク電流基準へ加算することにより、所望の圧延トルクを得て、材料噛み込み時の速度降下量を最小限に抑えるトルク分配制御部とを備えたものである。

### 発明の効果

- [0007] この発明によれば、材料噛み込み時の過大なロール負荷アンバランスと電動機のトルクリミットの制約に起因する圧延トルク不足を解決し、速度降下量を最小限に抑えると共に、速度降下から回復後の通常圧延時における上下負荷のアンバランスを早急、且つ安定的に補正することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0008] [図1]図1はこの発明の圧延ロール用電動機の駆動装置を示す概略制御ブロック図である。

[図2]図2はこの発明の圧延ロール用電動機の駆動装置の負荷バランス演算部を示すブロック図である。

### 符号の説明

- [0009] 1 上電動機速度制御器  
2 上電動機トルク電流リミッタ  
3 上電動機電流制御器  
4 上電動機  
5 上電動機速度センサ  
6 下電動機速度制御器  
7 下電動機トルク電流リミッタ  
8 下電動機電流制御器  
9 下電動機  
10 下電動機速度センサ  
11 上ロール軸系  
12 圧延材

- 13 下ロール軸系
- 14 負荷バランス演算部
- 15 トルク分配制御部
- 16 負荷バランス演算リミッタ
- 17 負荷バランス演算レート
- 18 負荷バランス演算P制御

発明を実施するための最良の形態

[0010] この発明をより詳細に説述するために、添付の図面に従ってこれを説明する。

#### 実施例 1

[0011] 図1はこの発明の圧延ロール用電動機の駆動装置を示す概略制御ブロック図、図2は負荷バランス演算部を示すブロック図である。図1において、上電動機制御系は、上電動機速度制御器1、上電動機トルク電流リミッタ2、及び上電動機電流制御器3から構成されている。4は上電動機、5は上電動機速度センサである。下電動機制御系は、下電動機速度制御器6、下電動機トルク電流リミッタ7、及び下電動機電流制御器8から構成されている。9は下電動機、10は下電動機速度センサである。11は上ロール軸系、12は圧延材、13は下ロール軸系である。上電動機4と下電動機9は速度制御器及び電流制御器から成る各々独立した制御系を持ち、それぞれの電動機から出力される圧延トルクは各々上ロール軸系11及び下ロール軸系13を介して圧延材12へと伝達される。14は上電動機速度制御器1及び下電動機速度制御器6と、上電動機トルク電流リミッタ2及び下上電動機トルク電流リミッタ7との間の前段部に設けられた負荷バランス演算部、15は上電動機速度制御器1及び下電動機速度制御器6と、上電動機トルク電流リミッタ2及び下上電動機トルク電流リミッタ7との間の後段部に設けられたトルク分配制御部である。

負荷バランス演算部14は、図2に示すように、負荷バランス演算リミッタ16、負荷バランス演算レート17、負荷バランス演算比例制御18から構成されている。

[0012] 次に、動作について説明する。上電動機速度センサ5により検出される上電動機実速度SP\_F\_Uを上電動機速度制御器1の前段までフィードバックし、上電動機速度基準SP\_R\_Uとの偏差を上電動機速度制御器1に入力することにより上電動機トルク電

流基準 $T_U$ を得る。さらに上電動機トルク電流リミッタ2、上電動機電流制御器3を経て上電動機4へ電力が供給される。これにより上電動機実速度 $SP_{F_U}$ と上電動機速度基準 $SP_{R_U}$ との偏差が0になるように上電動機4のトルクを制御している。

同様に、下電動機速度センサ10により検出される下電動機実速度 $SP_{F_L}$ を下電動機速度制御器6の前段までフィードバックし、下電動機速度基準 $SP_{R_L}$ との偏差を下電動機速度制御器6に入力することにより下電動機トルク電流基準 $T_L$ を得る。さらに下電動機トルク電流リミッタ7、下電動機電流制御器8を経て下電動機9へ電力が供給される。これにより下電動機実速度 $SP_{F_L}$ と下電動機速度基準 $SP_{R_L}$ との偏差が0になるように下電動機9のトルクを制御している。

上電動機4及び下電動機9から供給される圧延トルクは各々上ロール軸系11、下ロール軸系13を介して圧延材12に伝達される。逆に、圧延材12からは上下ロール軸系11、13を介して各々上電動機4及び下電動機9へ負荷トルクとして伝達されるが、圧延材12を噛み込んだ時の材料の状態や材形状等により上下各々のロールの負荷がアンバランスになると、上電動機実速度 $SP_{F_U}$ と下電動機実速度 $SP_{F_L}$ とのアンバランスとなって現れ、延いては上下のトルク電流がアンバランスとなる。また、圧延材先端部の反りを制御する目的で上電動機速度基準 $SP_{R_U}$ と下電動機速度基準 $SP_{R_L}$ との間に速度差を設けた場合、材料噛み込み時の上下トルク電流にアンバランスを生じてしまう。

これらの様々な要因により上下トルク電流に過大なアンバランスが発生すると、片方の電動機のトルク電流基準がトルクリミットに張り付き、もう片方の電動機のトルク電流基準には多くの余裕が残されているにも拘らず圧延トルクが不足してしまい、速度降下量が増大してしまう。

そこで、上下電動機の出し得るトルクを最大限活用する為に、上記トルク分配制御部15において、上下電動機トルク電流基準 $T_U$ 、 $T_L$ とトルク電流リミット値を比較し、上下どちらかのトルク電流基準がトルク電流リミット値を超えた場合、その超えた分はもう片方のトルク電流基準へ加算することにより、所望の圧延トルクを得て、速度降下量を最小限に抑えるようにしたものである。

[0013] また、負荷バランス演算部14により、上下各々のトルク電流基準 $T_U$ 及び $T_L$ を負

荷バランス演算部14へ入力し、アンバランス補正量を上トルク電流基準 $T_U$ へ直接加算することにより、従来の負荷バランス制御より応答性の良いアンバランス補正を行う。図2に負荷バランス演算部14の概略制御ブロック図を示す。上下のトルク電流基準 $T_U$ 、 $T_L$ の偏差に負荷バランス演算リミッタ16及び負荷バランス演算レート17を掛け、P制御(比例制御)18を行い上電動機電流基準 $T_U$ へ加算することにより補正を行っている。従来の負荷バランス制御のようにPI制御を行うと、材料噛み込み時の負荷アンバランス量が大きい場合は、積分項により速度降下から回復後の通常圧延時にも噛み込み時のアンバランス補正量が残ри、トルクがバランスされない場合があるため、P制御のみを使用している。尚、この例では下電動機をマスターとして上電動機へ補正量を加算することで制御を行っているが、補正量を上下のトルク電流基準へ2分の1ずつ振り分けても同様な効果が得られる。

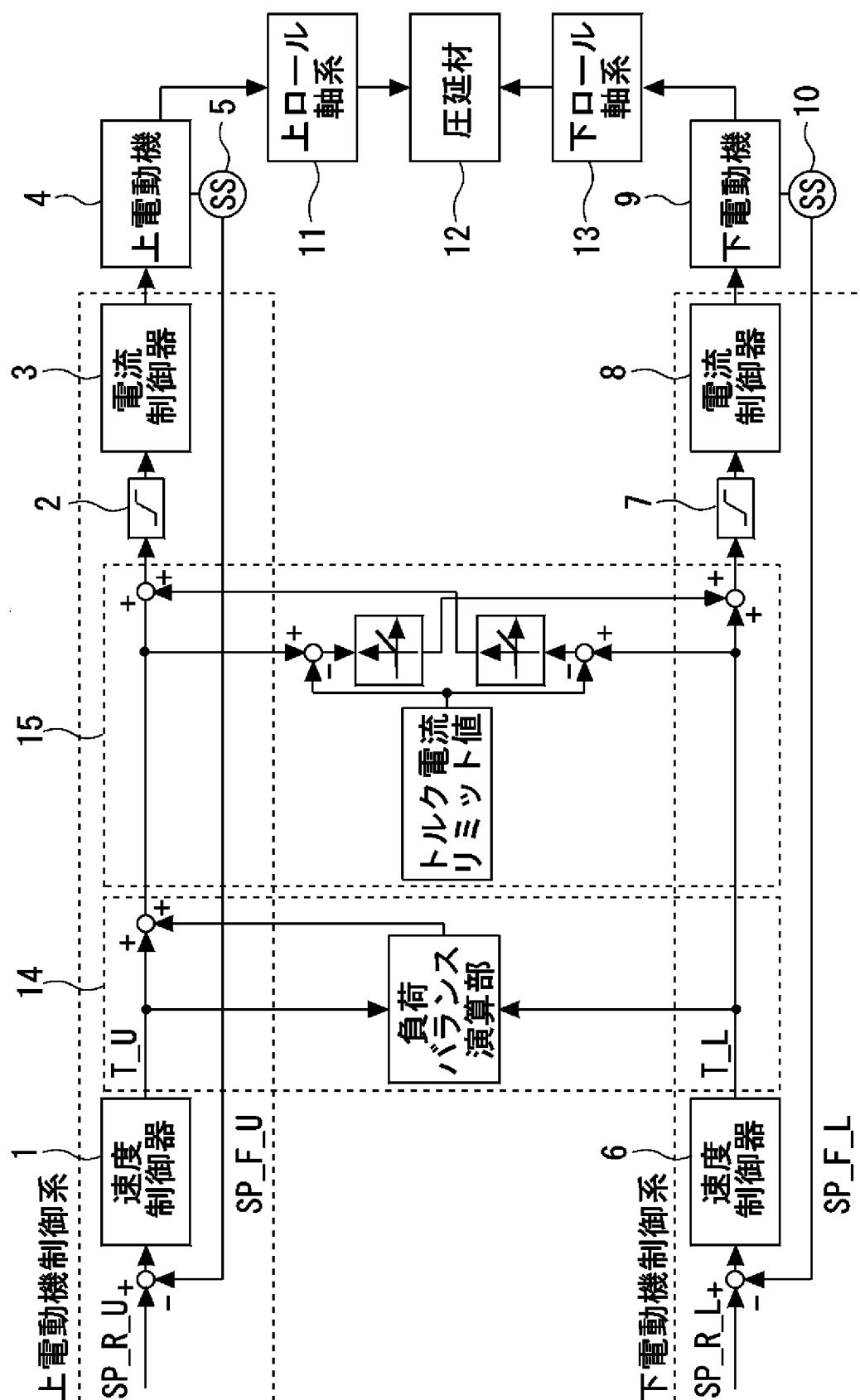
#### 産業上の利用可能性

- [0014] この発明の圧延ロール用電動機の駆動装置は、上下圧延ロールを各々上電動機及び下電動機で駆動するツインドライブ方式圧延機において、上下負荷アンバランスと電動機トルクリミットによる制約に起因する圧延トルク不足を解消すると共に、上下電動機トルクを応答性良くバランスさせることができる。

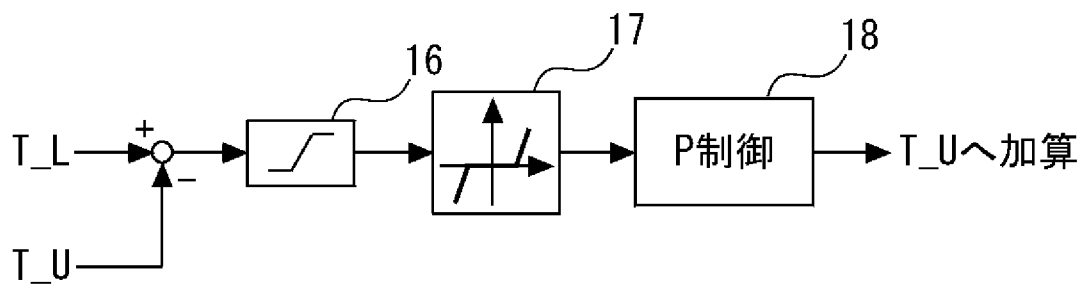
### 請求の範囲

- [1] 上下圧延ロールを各々上電動機及び下電動機で駆動するツインドライブ式圧延機において、
- 上電動機実速度と上電動機速度基準の偏差を入力し、上電動機トルク電流基準を得る上電動機速度制御器と、
- 前記上電動機実速度と上電動機速度基準の偏差が0になるように前記上電動機のトルクを制御する上電動機トルク電流リミッタ及び上電動機電流制御器と、
- 下電動機実速度と下電動機速度基準の偏差を入力し、下電動機トルク電流基準を得る下電動機速度制御器と、
- 前記下電動機実速度と下電動機速度基準の偏差が0になるように前記下電動機のトルクを制御する下電動機トルク電流リミッタ及び下電動機電流制御器と、
- 前記上下電動機速度制御器と上下電動機トルク電流リミッタとの間に設けられ、上下電動機トルク電流基準とトルク電流リミット値とを比較し、上下どちらかのトルク電流基準がトルク電流リミット値を超えた場合、その超えた分はもう片方のトルク電流基準へ加算することにより、所望の圧延トルクを得て、材料噛み込み時の速度降下量を最小限に抑えるトルク分配制御部と、
- を備えたことを特徴とする圧延ロール用電動機の駆動装置。
- [2] 上下電動機トルク電流基準を入力し、演算されるアンバランス補正量を上電動機トルク電流基準へ直接加算することにより、上下ロールの負荷アンバランスを補正する負荷バランス演算部を備えたことを特徴とする請求項1記載の圧延ロール用電動機の駆動装置。

[図1]



[図2]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/315387

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B21B37/00(2006.01) i, H02P5/00(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)

B21B37/00-37-78, H02P5/00

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 | 1996-2006 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2006 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2006 |

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 63-11082 A (Hitachi, Ltd.),<br>18 January, 1988 (18.01.88),<br>(Family: none)   | 1, 2                  |
| A         | JP 1-133607 A (Hitachi, Ltd.),<br>25 May, 1989 (25.05.89),<br>(Family: none)       | 1, 2                  |

☐ 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  
30 October, 2006 (30.10.06)

Date of mailing of the international search report  
07 November, 2006 (07.11.06)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B21B37/00(2006.01)i, H02P5/00(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. B21B37/00-37-78, H02P5/00

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   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2006年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2006年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2006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<br>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<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------|------------------|
| A               | JP 63-11082 A（株式会社日立製作所）<br>1988.01.18（ファミリーなし） | 1, 2             |
| A               | JP 1-133607 A（株式会社日立製作所）<br>1989.05.25（ファミリーなし） | 1, 2             |

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

30.10.2006

国際調査報告の発送日

07.11.2006

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100-8915  
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）

國方 康伸

4 E

9 4 4 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3425