

(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  
2018年2月8日(08.02.2018)



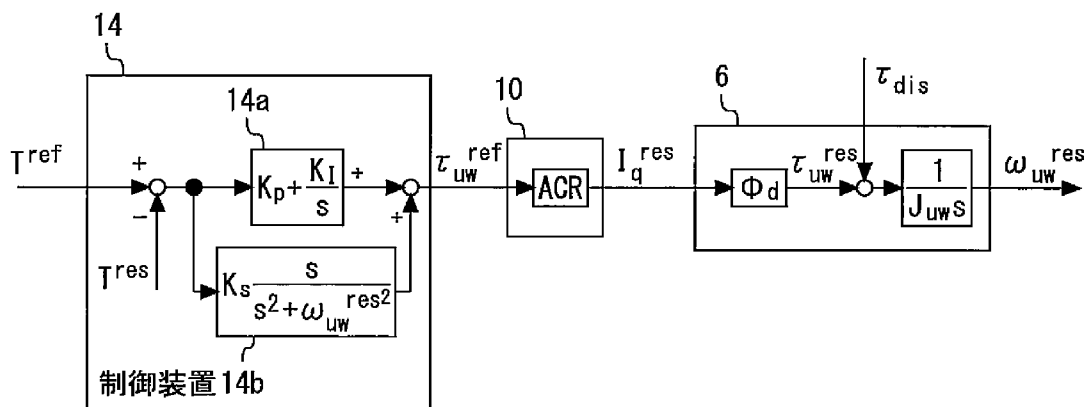
(10) 国際公開番号

WO 2018/025326 A1

- (51) 国際特許分類:  
*B65H 23/185* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/072658
- (22) 国際出願日: 2016年8月2日(02.08.2016)
- (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12番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,

(54) Title: UNWINDER CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: アンワインダの制御装置



14b Control device

(57) **Abstract:** Provided is an unwinder control device capable of keeping constant the tension applied to a sheet material without measuring the diameter of the unwinder. This unwinder control device for winder equipment which is equipped with an unwinder for unwinding the sheet material and a winder for winding the sheet material, comprises a PI controller and a model controller. The PI controller registers an input of the deviation between a tension reference value and the tension response value of the unwinder, and calculates a candidate for the torque reference value of the unwinder by performing PI control on the deviation. The model controller registers an input of the deviation between the tension reference value and the tension response value of the unwinder, calculates, with the deviation as an input, a compensation value for a sinusoidal transfer function having a resonant frequency corresponding to the frequency of periodic disturbances caused by eccentricities of the sheet material wound on the unwinder, and obtains the torque reference value of the unwinder

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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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))

---

by adding the compensation value to the candidate for the torque reference value of the unwinder as calculated by the PI controller.

(57) 要約: アンワインダの径を測定することなく、シート材に作用する張力を一定に保持することができるアンワインダの制御装置を提供する。アンワインダの制御装置は、シート材を巻き戻すアンワインダとシート材を巻き取るワインダとを備えたワインダ設備において、前記アンワインダの張力基準値と張力応答値との偏差の入力を受け付け、当該偏差にPI制御を行うことにより前記アンワインダのトルク基準値の候補を算出するPI制御器と、前記アンワインダの張力基準値と張力応答値との偏差の入力を受け付け、前記アンワインダに巻き付けられたシート材の偏心による周期的な外乱の周波数に対応した共振周波数を持つ正弦波伝達関数において当該偏差を入力とした補償値を算出し、前記PI制御器により算出された前記アンワインダのトルク基準値の候補に当該補償値を加算することで前記アンワインダのトルク基準値とするモデル制御器と、を備えた。

## 明 細 書

発明の名称： アンワインダの制御装置

### 技術分野

[0001] この発明は、アンワインダの制御装置に関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献 1 は、アンワインダの制御装置を開示する。当該制御装置によれば、アンワインダの径を実測値に基づいてシート材に作用する張力を一定に保持し得る。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0003] 特許文献1：日本特開平 8－2 4 5 0 2 9 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 に記載の制御装置においては、アンワインダの径を測定する必要がある。

[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、アンワインダの径を測定することなく、シート材に作用する張力を一定に保持することができるアンワインダの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] この発明に係るアンワインダの制御装置は、シート材を巻き戻すアンワインダとシート材を巻き取るワインダとを備えたワインダ設備において、前記アンワインダの張力基準値と張力応答値との偏差の入力を受け付け、当該偏差に P I 制御を行うことにより前記アンワインダのトルク基準値の候補を算出する P I 制御器と、前記アンワインダの張力基準値と張力応答値との偏差の入力を受け付け、前記アンワインダに巻き付けられたシート材の偏心による周期的な外乱の周波数に対応した共振周波数を持つ正弦波伝達関数において当該偏差を入力とした補償値を算出し、前記 P I 制御器により算出された

前記アンワインダのトルク基準値の候補に当該補償値を加算することで前記アンワインダのトルク基準値とするモデル制御器と、を備えた。

### 発明の効果

[0007] この発明によれば、アンワインダのトルク基準値は、PI制御器により算出されたアンワインダ1のトルク基準値の候補に補償値を加算することで算出される。このため、アンワインダの径を測定することなく、シート材に採用する張力を一定に保持することができる。

### 図面の簡単な説明

[0008] [図1]この発明の実施の形態1におけるアンワインダの制御装置が適用されるワインダ設備の構成図である。

[図2]この発明の実施の形態1におけるアンワインダの制御装置が適用されるワインダ設備のアンワインダの偏心のモデリング図である。

[図3]この発明の実施の形態1におけるアンワインダの制御装置によるアンワインダの張力制御を説明するためのブロック図である。

[図4]この発明の実施の形態1におけるアンワインダの制御装置による張力制御の有効性を示すシミュレーション結果の図である。

[図5]この発明の実施の形態1におけるアンワインダの制御装置の伝達関数のボード線図である。

[図6]この発明の実施の形態1におけるアンワインダの制御装置の動作の概要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におけるアンワインダの制御装置のハードウェア構成図である。

[図8]この発明の実施の形態2におけるアンワインダの制御装置による張力制御を説明するためのブロック図である。

[図9]この発明の実施の形態2におけるアンワインダの制御装置による調整パラメータの決定方法を説明するための図である。

[図10]この発明の実施の形態2におけるアンワインダの制御装置による外乱の周期の計測方法を説明するための図である。

## 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、同一また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 におけるアンワインダの制御装置が適用されるワインダ設備の構成図である。

[0011] 図 1 において、アンワインダ 1 は、ワインダ設備の最上流に設けられる。中間ロール 2 は、アンワインダ 1 の下流側に設けられる。スリッタ 3 は、中間ロール 2 の下流側に設けられる。ワインダ 4 は、スリッタ 3 の下流側に設けられる。

[0012] 張力計 5 は、スリッタ 3 とワインダ 4 との間に設けられる。

[0013] アンワインダ駆動用モータ 6 は、アンワインダ 1 に対応して設けられる。中間ロール駆動用モータ 7 は、中間ロール 2 に対応して設けられる。スリッタ駆動用モータ 8 は、スリッタ 3 に対応して設けられる。ワインダ駆動用モータ 9 は、ワインダ 4 に対応して設けられる。

[0014] アンワインダ駆動用ドライブ装置 10 は、アンワインダ 1 に対応して設けられる。中間ロール駆動用ドライブ装置 11 は、中間ロール 2 に対応して設けられる。スリッタ駆動用ドライブ装置 12 は、スリッタ 3 に対応して設けられる。ワインダ駆動用ドライブ装置 13 は、ワインダ 4 に対応して設けられる。

[0015] 制御装置 14 の入力部は、張力計 5 の出力部に接続される。制御装置 14 の入力部は、アンワインダ駆動用ドライブ装置 10 の出力部に接続される。制御装置 14 の出力部は、アンワインダ駆動用ドライブ装置 10 の入力部に接続される。制御装置 14 の出力部は、中間ロール駆動用ドライブ装置 11 の入力部に接続される。制御装置 14 の出力部は、スリッタ駆動用ドライブ装置 12 の入力部に接続される。制御装置 14 の出力部は、ワインダ駆動用ドライブ装置 13 の入力部に接続される。

[0016] ワインダ設備において、シート材15は、親巻取り製品としてアンワインダ1に巻き付けられる。例えば、シート材15は、紙である。例えば、シート材15は、金属である。例えば、シート材15は、フィルムである。親巻取り製品において、シート材15の外径は、大きい。シート材15の幅は、広い。シート材15は、重い。シート材15は、アンワインダ1から巻き戻される。シート材15は、中間ロール2を介してスリッタ3において予め設定された巻取り幅に裁断される。シート材15は、予め設定された外径となるようにワインダ4に巻き取られる。その結果、小型の巻取り製品が製造される。

[0017] 張力計5は、シート材15に作用する張力を検出する。

[0018] 制御装置14は、張力計5からシート材15の張力応答値 $T^{res}$  (MPa)の入力を受け付ける。制御装置14は、アンワインダ駆動用モータ6からアンワインダ1の回転速度応答値 $\omega_{uw}^{res}$  (rad/s)の入力を受け付ける。

[0019] 制御装置14は、アンワインダ駆動用ドライブ装置10にアンワインダ1のトルク基準値 $\tau_{uw}^{ref}$  (N・m)を出力する。アンワインダ駆動用ドライブ装置10は、トルク基準値 $\tau_{uw}^{ref}$  (N・m)に基づいてアンワインダ駆動用モータ6の回転速度を制御する。

[0020] 制御装置14は、中間ロール駆動用ドライブ装置11に中間ロール2の回転速度基準値 $\omega_{int}^{ref}$  (rad/s)を出力する。中間ロール駆動用ドライブ装置11は、回転速度基準値 $\omega_{int}^{ref}$  (rad/s)に基づいて中間ロール駆動用モータ7の回転速度を制御する。

[0021] 制御装置14は、スリッタ駆動用ドライブ装置12にスリッタ3の回転速度基準値 $\omega_{sl}^{ref}$  (rad/s)を出力する。スリッタ駆動用ドライブ装置12は、回転速度基準値 $\omega_{sl}^{ref}$  (rad/s)に基づいてスリッタ駆動用モータ8の回転速度を制御する。

[0022] 制御装置14は、ワインダ駆動用ドライブ装置13にワインダ4の回転速度基準値 $\omega_w^{ref}$  (rad/s)を出力する。ワインダ駆動用ドライブ装置13は、回転速度基準値 $\omega_w^{ref}$  (rad/s)に基づいてワインダ駆動用モータ9の回転速度を制御する。

タ 9 の回転速度を制御する。

[0023] 次に、図 2 を用いて、アンワインダ 1 に作用する外乱トルクを説明する。

図 2 はこの発明の実施の形態 1 におけるアンワインダの制御装置が適用されるワインダ設備のアンワインダの偏心のモデリング図である。図 2 の横軸は、アンワインダ 1 の回転軸に直交する x 軸である。図 2 の縦軸は、アンワインダ 1 の回転軸と x 軸とに直行する y 軸である。

[0024] 図 2 において、A は、アンワインダ駆動用モータ 6 のトルクである。A の単位は、N・m である。B は、負荷トルクである。B の単位は、N・m である。θ は、偏心したアンワインダ 1 の重心の位置に対応した角度である。θ の単位は、rad/s である。r<sub>d</sub> は、偏心したアンワインダ 1 の重心の位置の軌跡に対するアンワインダ 1 の半径である。r<sub>d</sub> の単位は、mm である。m は、アンワインダ 1 の質量である。m の単位は、kg である。g は、重力加速度である。g の単位は、N/kg である。

[0025] シート材 15 は、アンワインダ 1 に巻き付けられる前に一時的に保管される。例えば、シート材 15 は、巻き芯に巻き付けられた状態で保管される。巻き芯は、保管架台に架けられる。この際、シート材 15 の重力により、シート材 15 の中央部は垂下する。その結果、シート材 15 は、偏心する。アンワインダ 1 は、偏心したシート材 15 により周期的な外乱トルク τ<sub>dis</sub> (N・m) の影響を受ける。周期的な外乱トルク τ<sub>dis</sub> (N・m) は、次の (1) 式で表される。

[0026] [数 1]

$$\tau_{dis} = -mgr_d \sin \theta = -mgr_d \sin \omega_{uw}^{res} t \quad (1)$$

[0027] 次に、図 3 を用いて、制御装置 14 によるアンワインダ 1 の張力制御を説明する。

図 3 はこの発明の実施の形態 1 におけるアンワインダの制御装置によるアンワインダの張力制御を説明するためのブロック図である。図 3 において、正方向は、ワインダ 4 によるシート材 15 の巻取り方向とは反対方向に設定される。

[0028] 図3に示されるように、制御装置14は、PI制御器14aとモデル制御器14bとを備える。

[0029] PI制御器14aは、アンワインダ1の張力基準値 $T^{ref}$  (Mpa)と張力応答値 $T^{res}$  (Mpa)との偏差の入力を受け付ける。PI制御器14aは、当該偏差にPI制御を行うことによりアンワインダ1のトルク基準値 $\tau_{uw}^{ref}$  (N・m)の候補を算出する。PI制御器14aの伝達関数は、次の(2)式で表される。

[0030] [数2]

$$K_p + \frac{K_I}{s} \quad (2)$$

[0031] ただし、 $K_p$ は、比例ゲインである。 $K_I$ は、積分ゲインである。 $s$ は、ラプラス演算子である。

[0032] モデル制御器14bは、PI制御器14aに対して並列に適用される。モデル制御器14bは、アンワインダ1の張力基準値 $T^{ref}$  (Mpa)と張力応答値 $T^{res}$  (Mpa)との偏差の入力を受け付ける。モデル制御器14bは、アンワインダ1に巻き付いたコイルの偏心による周期的な外乱トルク $\tau_{dis}$  (N・m)の周波数に対応した共振周波数を持つ正弦波伝達関数において当該偏差を入力とした補償値を算出する。モデル制御器14bの伝達関数は、cos関数のラプラス変換式で表される。具体的には、モデル制御器14bの伝達関数は、次の(3)式で表される。

[0033] [数3]

$$K_s + \frac{s}{s^2 + \omega_{uw}^{res2}} \quad (3)$$

[0034] ただし、 $K_s$ は、比例ゲインである。 $s$ は、ラプラス演算子である。

[0035] モデル制御器14bは、PI制御器14aにより算出されたトルク基準値 $\tau_{uw}^{ref}$  (N・m)の候補に当該補償値を加算することによりアンワインダ1のトルク基準値 $\tau_{uw}^{ref}$  (N・m)とする。この際、共振周波数は、サンプリング毎に更新される。

[0036] アンワインダ駆動用ドライブ装置10は、トルク基準値 $\tau_{uw}^{ref}$  (N・m)に基づいて電流制御を行う。その結果、Q軸電流応答値 $i_q^{res}$  (A)が得られる。

[0037] アンワインダ駆動用モータ6は、Q軸電流応答値 $i_q^{res}$  (A)に基づいて回転する。その結果、トルク応答値 $\tau_{uw}^{res}$  (N・m)が得られる。トルク応答値 $\tau_{uw}^{res}$  (N・M)は、アンワインダ駆動用モータ6のd軸磁束 $\phi_d$  (Wb)に基づいて決まる。

[0038] この際、周期的な外乱トルク $\tau_{dis}$  (N・m)は、トルク応答値 $\tau_{uw}^{res}$  (N・M)に加算される。その結果、実際の回転速度応答値 $\omega_{uw}^{res}$  (rad/s)が得られる。実際の回転速度応答値 $\omega_{uw}^{res}$  (rad/s)は、トルク応答値 $\tau_{uw}^{res}$  (N・M)と外乱トルク $\tau_{dis}$  (N・m)とアンワインダ1の慣性モーメント $J_{uw}$  (kg m<sup>2</sup>)とラプラス演算子sで決まる。

[0039] アンワインダ1の張力応答値 $T^{res}$  (MPa)は、ワインダ4の回転速度応答値 $\omega_w^{res}$  (rad/s)とアンワインダ1の回転速度応答値 $\omega_{uw}^{res}$  (rad/s)との差分を時間積分した値に比例する。具体的には、張力応答値 $T^{res}$  (MPa)は、次の(4)式で表される。

[0040] [数4]

$$T^{res} = \frac{E}{L} \int (v_w^{res} - v_{uw}^{res}) dt = \frac{E}{L} \int (R_w \omega_w^{res} - R_{uw} \omega_{uw}^{res}) dt \quad (4)$$

[0041] ただし、Eは、シート材15のヤング率である。Eの単位は、MPaである。Lは、アンワインダ1とワインダ4との距離である。Lの単位は、mmである。 $v_w^{res}$ は、ワインダ4の周速応答値である。 $v_w^{res}$ の単位は、mm/sである。 $v_{uw}^{res}$ は、アンワインダ1の周速応答値である。 $v_{uw}^{res}$ の単位は、mm/sである。 $R_w$ は、ワインダ4の半径である。 $R_w$ の単位は、mmである。 $R_{uw}$ は、ワインダ4の半径である。 $R_{uw}$ の単位は、mmである。

[0042] この際、周期的な外乱トルク $\tau_{dis}$  (N・m)は、回転速度応答値 $\omega_{uw}^{res}$  (rad/s)を変動させ得る。その結果、張力応答値 $T^{res}$  (MPa)は、変動し得る。

[0043] しかしながら、トルク基準値  $\tau_{uw}^{ref}$  (N・m) は、周期的な外乱トルク  $\tau_{dis}$  (N・m) の周波数に対応した共振周波数に対応した補償値で補償される。このため、張力応答値  $T^{res}$  (MPa) の変動は、抑制される。

[0044] 次に、図4を用いて、制御装置14による張力制御の有効性を説明する。

図4はこの発明の実施の形態1におけるアンワインダの制御装置による張力制御の有効性を示すシミュレーション結果の図である。図4の横軸は、時間 (s) である。図4の上段の縦軸は、ライン速度 (m p m) である。図4の下段の縦軸は、張力応答値 (MPa) である。

[0045] 図4の上段に示されるように、ライン速度は、0 m p m から 1 2 0 0 m p m に加速される。

[0046] モデル制御器 1 4 b が適用されない場合、張力応答値は、アンワインダ1の偏心の影響を受ける。その結果、張力応答値は、変動する。この際、周期的な外乱の周波数は、アンワインダ1の回転速度に対応した周波数となる。このため、ライン速度が上がるについて、張力応答値の変動の周波数も高くなる。

[0047] これに対し、モデル制御器 1 4 b が適用される場合、モデル制御器 1 4 b のゲインは、周期的な外乱の周波数において無限大となる。この際、周期的な外乱の周波数において、外乱を抑制する性能が向上する。このため、張力応答値は、アンワインダ1の偏心の影響を受けにくい。その結果、張力応答値の変動は、抑制される。

[0048] 次に、図5を用いて、制御装置14のゲインを説明する。

図5はこの発明の実施の形態1におけるアンワインダの制御装置の伝達関数のボード線図である。図5の横軸は、アンワインダ1の回転速度である。図5の上段の縦軸は、ゲイン (dB) である。図5の下段の縦軸は、アンワインダ1の位相 (deg) である。図5においては、共振周波数は、2 0 r a d / s に設定される。

[0049] 図5の上段に示されるように、ゲインは、共振周波数に対応した回転数である 2 0 r a d / s において無限大となる。

[0050] 次に、図6を用いて、制御装置14の動作の概要を説明する。

図6はこの発明の実施の形態1におけるアンワインダの制御装置の動作の概要を説明するためのフローチャートである。

[0051] ステップS1では、制御装置14は、アンワインダ1の張力基準値と張力応答値との入力を受け付けたか否かを判定する。制御装置14がアンワインダ1の張力基準値と張力応答値との入力を受け付けていない場合、制御装置14は、ステップS1の動作を繰り返す。制御装置14がアンワインダ1の張力基準値と張力応答値との入力を受け付けた場合、制御装置14は、ステップS2の動作を行う。

[0052] ステップS2では、制御装置14は、アンワインダ1の張力基準値と張力応答値との偏差にPI制御を行うことによりアンワインダ1のトルク基準値の候補を算出する。その後、制御装置14は、ステップS3の動作を行う。

[0053] ステップS3では、制御装置14は、アンワインダ1に巻き付けられたシート材15の偏心による周期的な外乱トルクの周波数に対応した共振周波数を持つ正弦波伝達関数において当該偏差を入力とした補償値を算出する。その後、制御装置14は、ステップS4の動作を行う。

[0054] ステップS4では、制御装置14は、PI制御器14aにより算出されたアンワインダ1のトルク基準値の候補に当該補償値を加算することによりアンワインダ1のトルク基準値とする。その後、制御装置14は、動作を終了する。

[0055] 以上で説明した実施の形態1によれば、アンワインダ1のトルク基準値は、PI制御器14aにより算出されたアンワインダ1のトルク基準値の候補に補償値を加算することで算出される。このため、シート材15に作用する張力を一定に保持することができる。

[0056] 次に、図7を用いて、制御装置14の例を説明する。

図7はこの発明の実施の形態1におけるアンワインダの制御装置のハードウェア構成図である。

[0057] 制御装置14の各機能は、処理回路により実現し得る。例えば、処理回路

は、少なくとも1つのプロセッサ16aと少なくとも1つのメモリ16bとを備える。例えば、処理回路は、少なくとも1つの専用のハードウェア17を備える。

[0058] 処理回路が少なくとも1つのプロセッサ16aと少なくとも1つのメモリ16bとを備える場合、制御装置14の各機能は、ソフトウェア、ファームウェア、またはソフトウェアとファームウェアとの組み合わせで実現される。ソフトウェアおよびファームウェアの少なくとも一方は、プログラムとして記述される。ソフトウェアおよびファームウェアの少なくとも一方は、少なくとも1つのメモリ16bに格納される。少なくとも1つのプロセッサ16aは、少なくとも1つのメモリ16bに記憶されたプログラムを読み出して実行することにより、制御装置14の各機能を実現する。少なくとも1つのプロセッサ16aは、CPU (Central Processing Unit)、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、DSPともいう。例えば、少なくとも1つのメモリ16bは、RAM、ROM、フラッシュメモリ、EPROM、EEPROM等の、不揮発性または揮発性の半導体メモリ、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD等である。

[0059] 処理回路が少なくとも1つの専用のハードウェア17を備える場合、処理回路は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC、FPGA、またはこれらの組み合わせで実現される。例えば、制御装置14の各機能は、それぞれ処理回路で実現される。例えば、制御装置14の各機能は、まとめて処理回路で実現される。

[0060] 制御装置14の各機能について、一部を専用のハードウェア17で実現し、他部をソフトウェアまたはファームウェアで実現してもよい。例えば、PI制御器14aの機能については専用のハードウェア17としての処理回路で実現し、PI制御器14a以外の機能については少なくとも1つのプロセ

ッサ 16 a が少なくとも 1 つのメモリ 16 b に格納されたプログラムを読み出して実行することにより実現してもよい。

[0061] このように、処理回路は、ハードウェア 17、ソフトウェア、ファームウェア、またはこれらの組み合わせで制御装置 14 の各機能を実現する。

[0062] 実施の形態 2.

図 8 はこの発明の実施の形態 2 におけるアンワインダの制御装置による張力制御を説明するためのブロック図である。なお、実施の形態 1 と同一または相当部分には、同一符号が付される。当該部分の説明は省略される。

[0063] 実施の形態 2 のモデル制御器 14 b は、調整パラメータ  $\alpha$  を備える。実施の形態 2 のモデル制御器 14 b の伝達関数は、次の (5) 式で表される。

[0064] [数5]

$$K_s + \frac{s}{s^2 + (\alpha \omega_{uw}^{res})^2} \quad (5)$$

[0065] 次に、図 9 を用いて、調整パラメータ  $\alpha$  の決定方法を説明する。

図 9 はこの発明の実施の形態 2 におけるアンワインダの制御装置による調整パラメータの決定方法を説明するための図である。

[0066] 図 9 に示されるように、制御装置 14 は、調整パラメータ決定器 14 c を備える。調整パラメータ決定器 14 c は、外乱の周波数に対応した回転速度推定値  $\omega_{dis}^{est}$  (rad/s) を外乱の周期  $T_{dis}$  (s) ごとに算出する。回転速度推定値  $\omega_{dis}^{est}$  (rad/s) は、次の (6) 式で表される。

[0067] [数6]

$$\omega_{dis}^{est} = 2\pi f_{dis} = \frac{2\pi}{T_{dis}} \quad (6)$$

[0068] ただし、 $f_{dis}$  は、外乱の周波数である。 $f_{dis}$  の単位は、1/s である。

[0069] 調整パラメータ決定器 14 c は、回転速度推定値  $\omega_{dis}^{est}$  (rad/s) と回転速度応答値  $\omega_{uw}^{res}$  (rad/s) との比較結果に基づいてモデル制御器 14 b の共振周波数が外乱の周波数と一致するように調整パラメータ  $\alpha$  を外乱の周期  $T_{dis}$  (s) ごとに更新する。調整パラメータ  $\alpha$  は、次の (7) 式

で表される。

[0070] [数7]

$$\alpha = \frac{\omega_{uw}^{res}}{\omega_{dis}^{est}} \quad (7)$$

[0071] 次に、図10を用いて、外乱の周期 $T_{dis}$  (s) の計測を説明する。

図10はこの発明の実施の形態2におけるアンワインダの制御装置による外乱の周期の計測方法を説明するための図である。図10の横軸は、時間 (s) である。図10の縦軸は、張力計5からの張力応答値 (pu) またはアンワインダ駆動用モータ6の回転速度を検出する速度計からの回転速度応答値 (pu) である。

[0072] 図10において、 $T_1$ と $T_2$ と $T_3$ とは、張力計5からの張力応答値 (pu) または速度計からの回転速度応答値 (pu) における隣接したピークの周期である。

[0073] 調整パラメータ決定器14cは、張力計5からの張力応答値 (pu) または速度計からの回転速度応答値 (pu) における隣接したピークの周期を外乱の周期 $T_{dis}$  (s) として計測する。張力計5からの張力応答値 (pu) または速度計からの回転速度応答値 (pu) にノイズが重畳している場合は、適切な時定数をローパスフィルタによりノイズが抑制される。その後、調整パラメータ決定器14cは、張力計5からの張力応答値 (pu) または速度計からの回転速度応答値 (pu) における隣接したピークの周期を外乱の周期 $T_{dis}$  (s) として計測する。

[0074] 以上で説明した実施の形態2によれば、モデル制御器14bの共振周波数は、調整パラメータ $\alpha$ により調整される。このため、シート材15に作用する張力をより確実に一定に保持することができる。

[0075] また、調整パラメータ $\alpha$ は、張力計5からの張力応答値 (pu) または速度計からの回転速度応答値 (pu) に基づいてリアルタイムで調整される。このため、調整パラメータ $\alpha$ を容易に調整することができる。

**産業上の利用可能性**

[0076] 以上のように、この発明に係るアンワインダの制御装置は、シート材に作用する張力を一定に保持するシステムに利用できる。

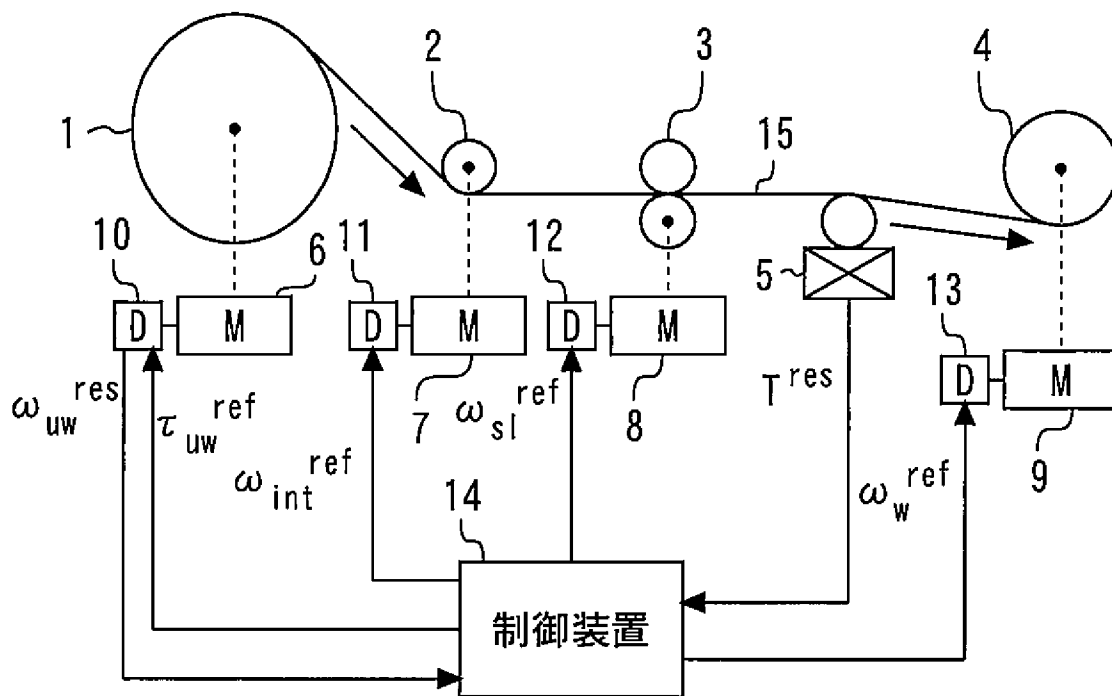
### 符号の説明

[0077] 1 アンワインダ、 2 中間ロール、 3 スリッタ、 4 ワインダ、 5 張力計、 6 アンワインダ駆動用モータ、 7 中間ロール駆動用モータ、 8 スリッタ駆動用モータ、 9 ワインダ駆動用モータ、 10 アンワインダ駆動用ドライブ装置、 11 中間ロール駆動用ドライブ装置、 12 スリッタ駆動用ドライブ装置、 13 ワインダ駆動用ドライブ装置、 14 制御装置、 14 a P I 制御器、 14 b モデル制御器、 14 c 調整パラメータ決定器、 15 シート材、 16 a プロセッサ、 16 b メモリ、 17 ハードウェア

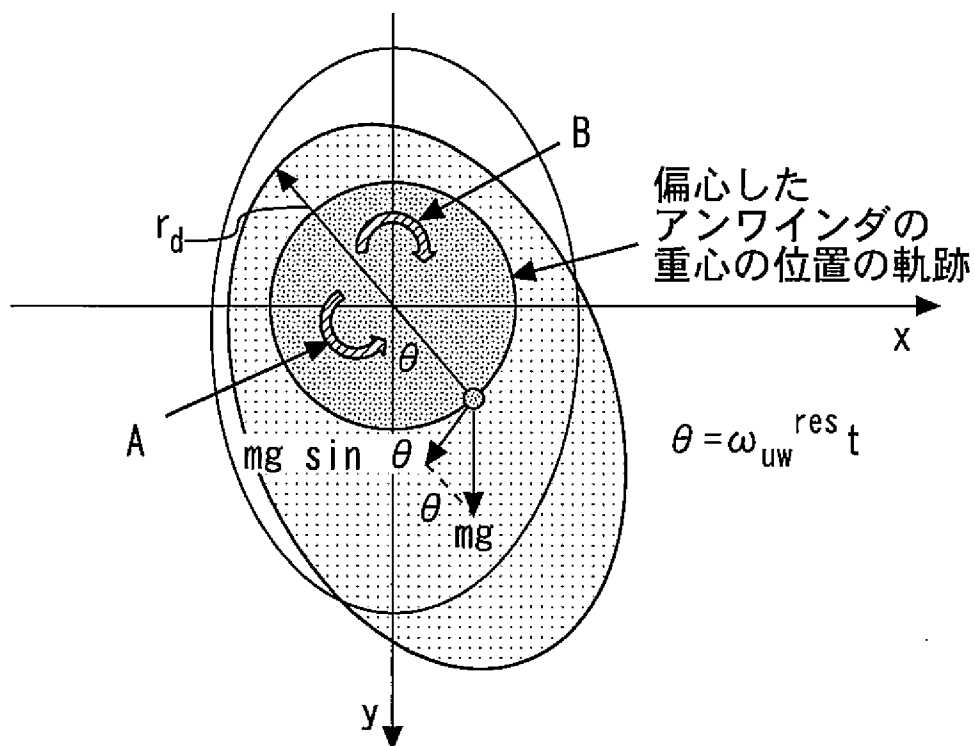
## 請求の範囲

- [請求項1] シート材を巻き戻すアンワインダとシート材を巻き取るワインダとを備えたワインダ設備において、前記アンワインダの張力基準値と張力応答値との偏差の入力を受け付け、当該偏差にPI制御を行うことにより前記アンワインダのトルク基準値の候補を算出するPI制御器と、
- 前記アンワインダの張力基準値と張力応答値との偏差の入力を受け付け、前記アンワインダに巻き付けられたシート材の偏心による周期的な外乱の周波数に対応した共振周波数を持つ正弦波伝達関数において当該偏差を入力とした補償値を算出し、前記PI制御器により算出された前記アンワインダのトルク基準値の候補に当該補償値を加算することで前記アンワインダのトルク基準値とするモデル制御器と、を備えたアンワインダの制御装置。
- [請求項2] 前記モデル制御器は、前記正弦波伝達関数において共振周波数の調整パラメータを備え、当該調整パラメータを調整することにより周期的な外乱の周波数に共振周波数を一致させる請求項1に記載のアンワインダの制御装置。
- [請求項3] 前記モデル制御器は、シート材の張力を検出する張力計からの張力応答値に基づいて当該調整パラメータを調整することにより周期的な外乱の周波数に共振周波数を一致させる請求項2に記載のアンワインダの制御装置。
- [請求項4] 前記モデル制御器は、前記アンワインダを回転させるアンワインダ駆動用モータの回転速度を検出する速度計からの回転速度応答値に基づいて当該調整パラメータを調整することにより周期的な外乱の周波数に共振周波数を一致させる請求項2に記載のアンワインダの制御装置。

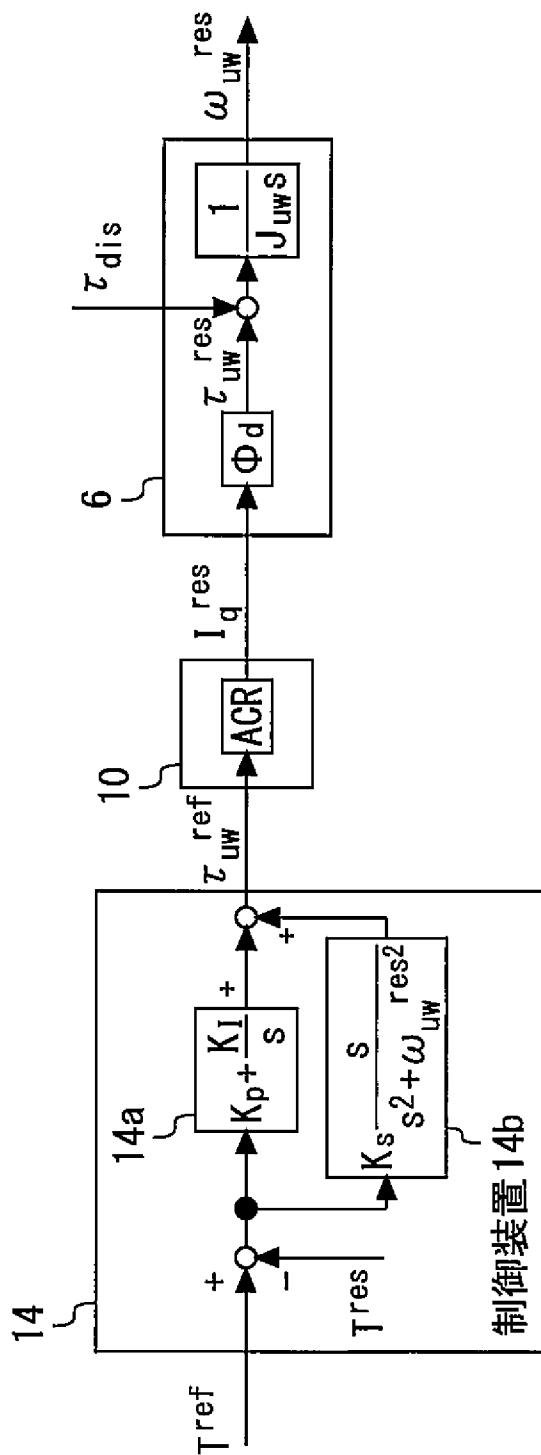
[図1]



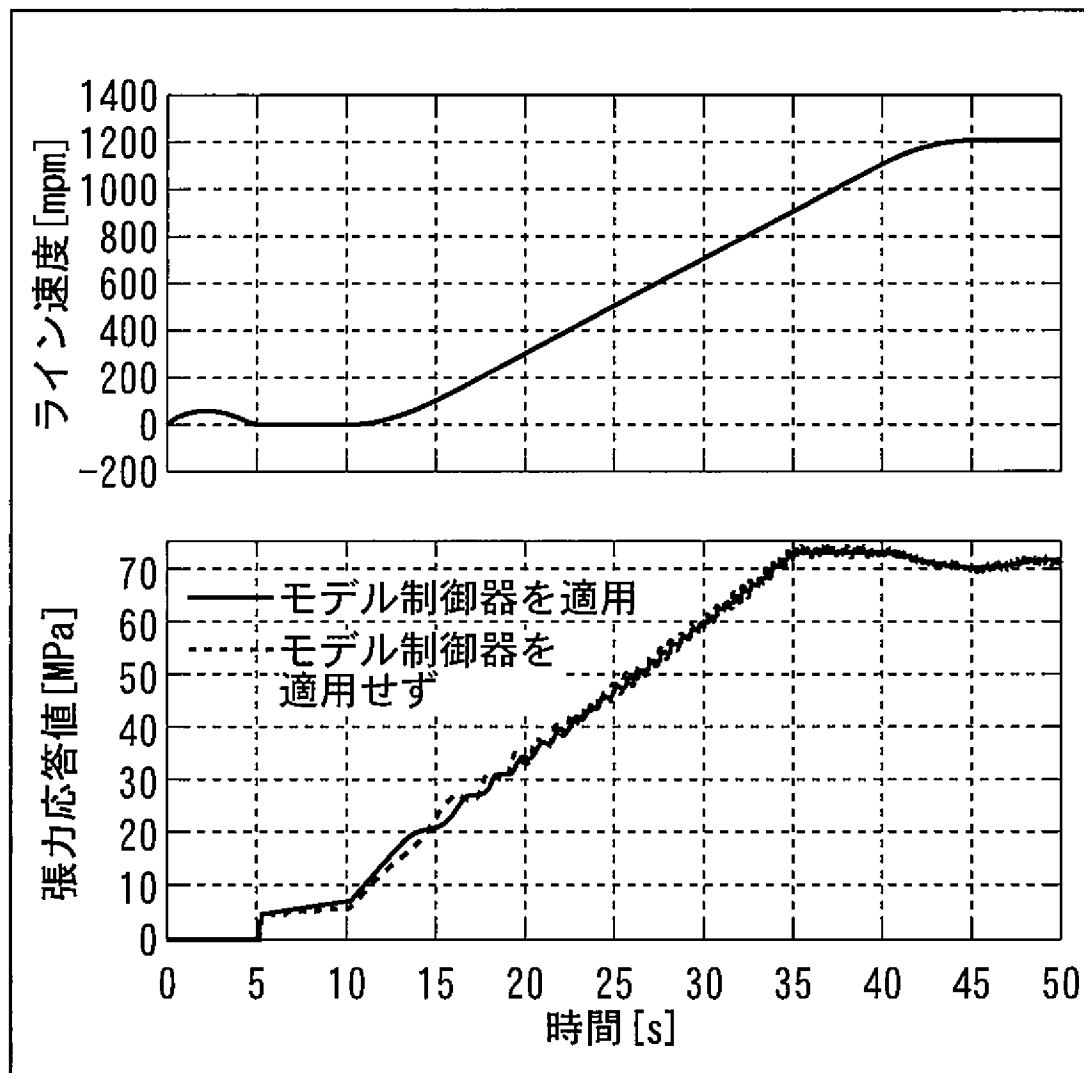
[図2]



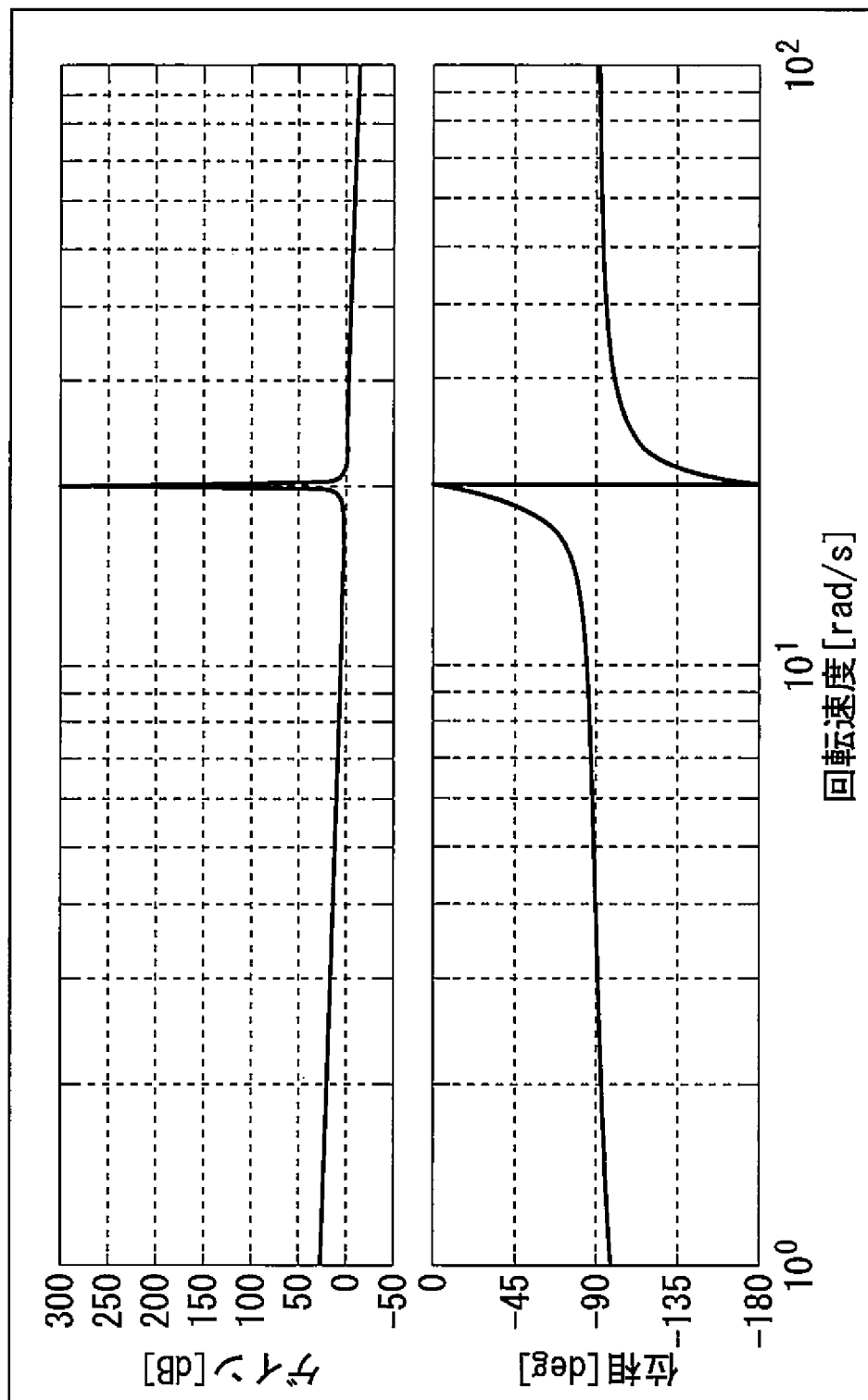
[図3]



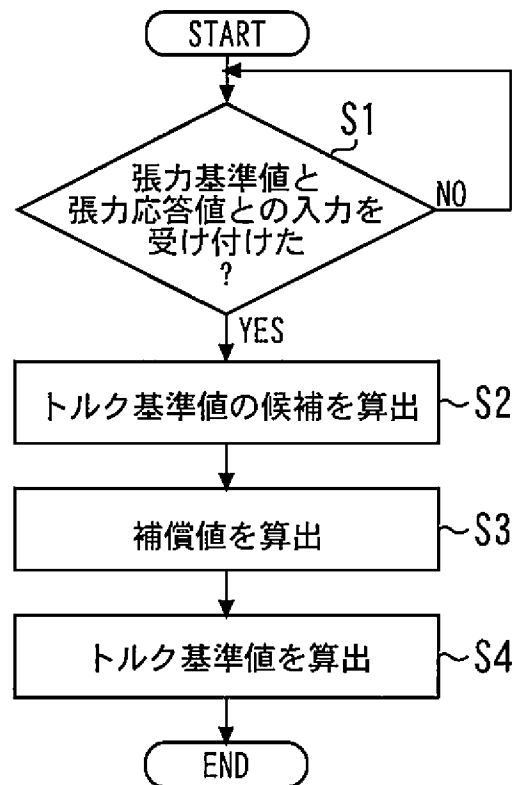
[図4]



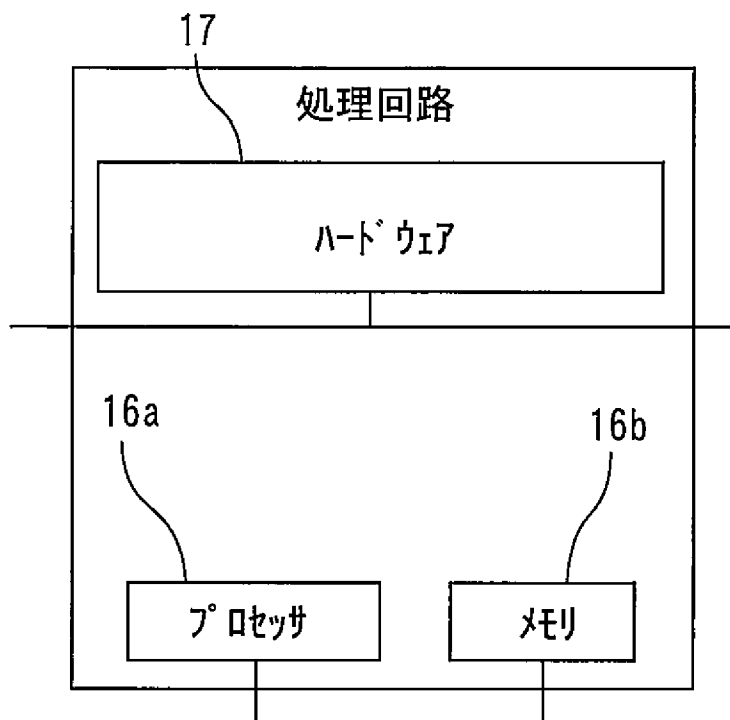
[図5]



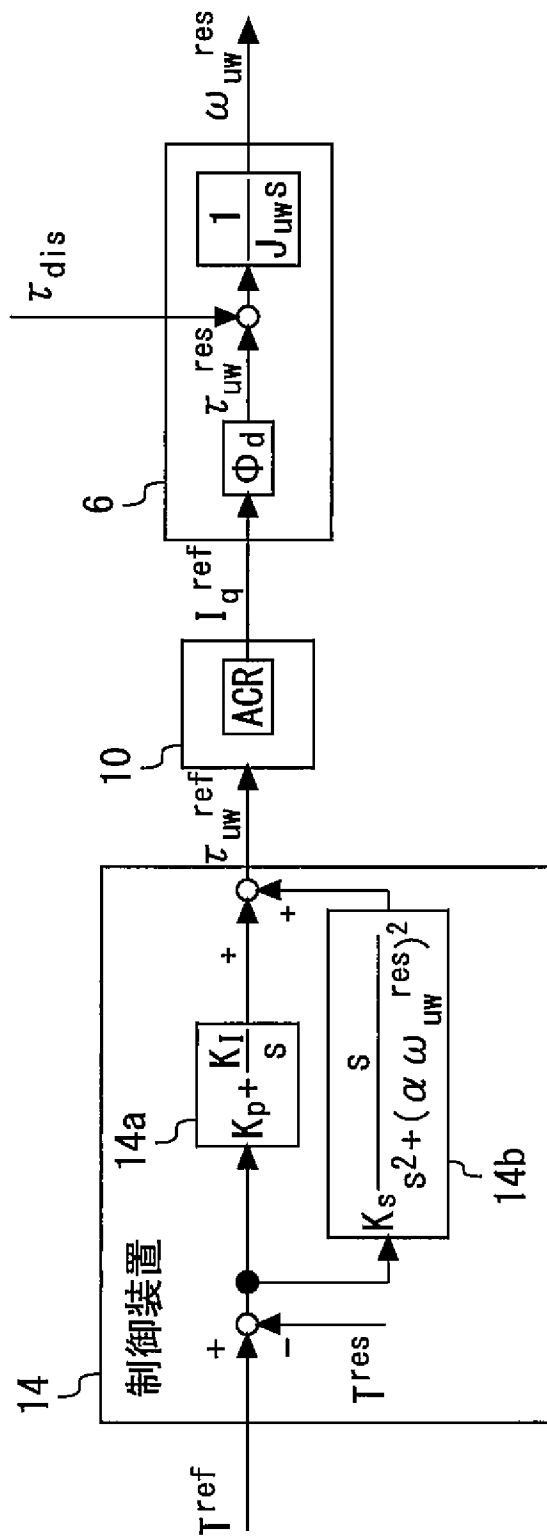
[図6]



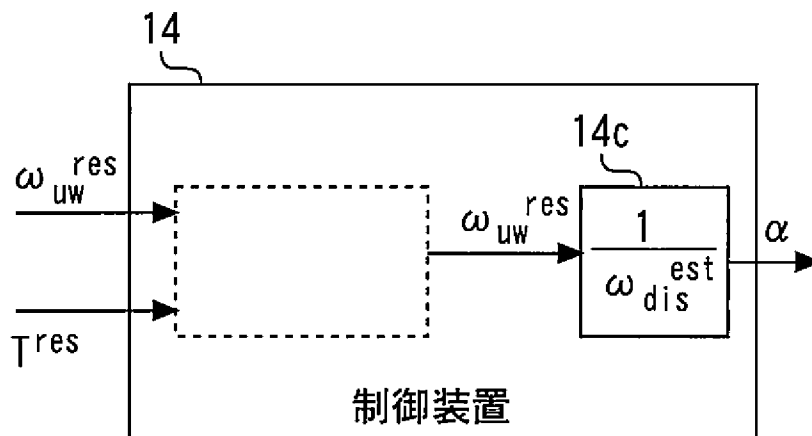
[図7]



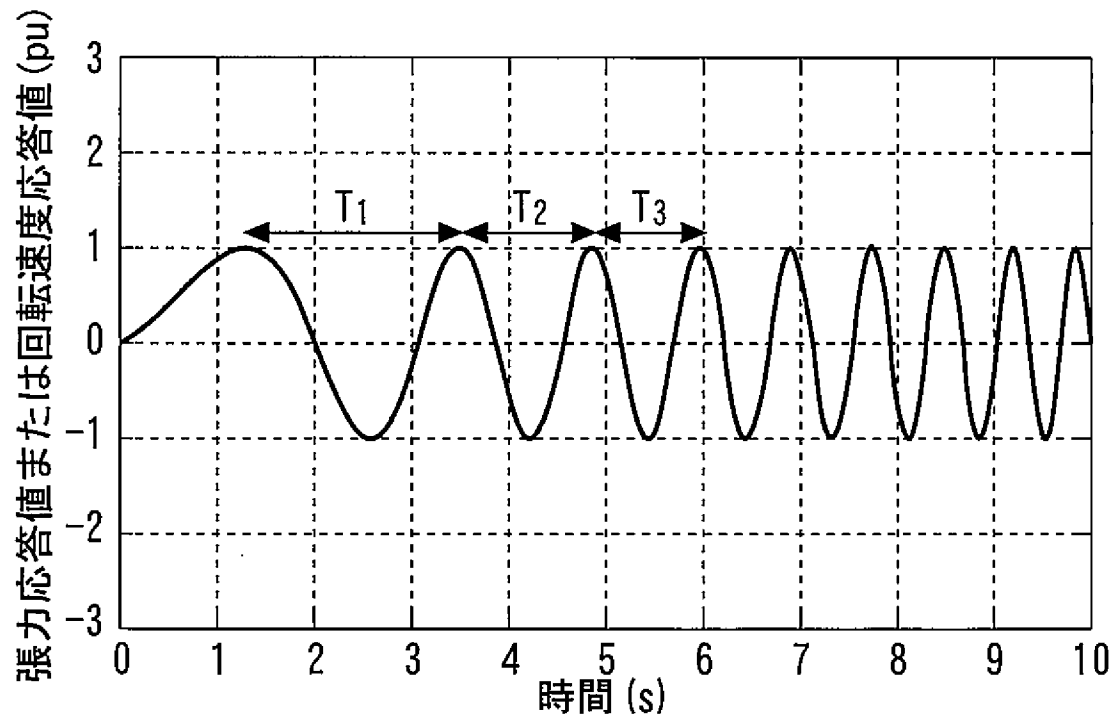
[図8]



[図9]



[図10]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/072658

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B65H23/185(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)

B21C45/00-49/00, B65H23/18-23/198, 26/00-26/08, 77/00, G05B1/00-7/04, 11/00-13/04, 17/00-17/02, 21/00-21/02

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 | 1996-2016 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2016 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2016 |

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 5-19865 A (Nobuyuki TAKEMOTO),<br>29 January 1993 (29.01.1993),<br>(Family: none)                                 | 1-4                   |
| A         | JP 2000-103556 A (Kataoka Machine Co., Ltd.),<br>11 April 2000 (11.04.2000),<br>(Family: none)                       | 1-4                   |
| A         | JP 2016-8142 A (Canon Inc.),<br>18 January 2016 (18.01.2016),<br>& US 2015/0375536 A1                                | 1-4                   |
| A         | JP 2016-108075 A (Hitachi Industrial Equipment<br>System Co., Ltd.),<br>20 June 2016 (20.06.2016),<br>(Family: none) | 1-4                   |

☐ 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  
23 September 2016 (23.09.16)

Date of mailing of the international search report  
04 October 2016 (04.10.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B65H23/185(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（IPC））

Int.Cl. B21C45/00-49/00, B65H23/18-23/198, 26/00-26/08, 77/00,  
G05B1/00-7/04, 11/00-13/04, 17/00-17/02, 21/00-21/02

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 | 1971-2016年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2016年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2016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>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 5-19865 A（竹本 信之）1993.01.29,<br>（ファミリーなし）                 | 1-4            |
| A               | JP 2000-103556 A（株式会社片岡機械製作所）2000.04.11,<br>（ファミリーなし）       | 1-4            |
| A               | JP 2016-8142 A（キヤノン株式会社）2016.01.18,<br>& US 2015/0375536 A1 | 1-4            |

☑ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.09.2016

国際調査報告の発送日

04.10.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

富江 耕太郎

3B

9532

電話番号 03-3581-1101 内線 3320

| C (続き) . 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>請求項の番号 |
| A                     | JP 2016-108075 A (株式会社日立産機システム) 2016. 06. 20,<br>(ファミリーなし) | 1-4            |