

(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
2024年10月10日(10.10.2024)



(10) 国際公開番号

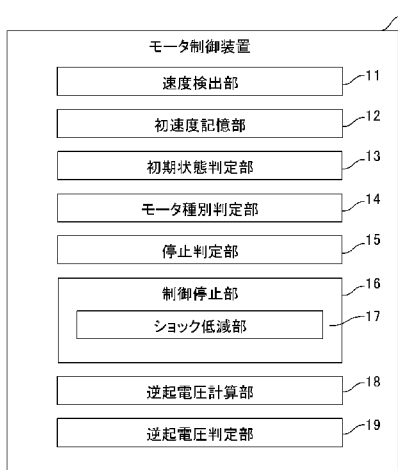
WO 2024/209590 A1

- (51) 国際特許分類:
H02P 6/24 (2006.01) H02P 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/014091
- (22) 国際出願日: 2023年4月5日(05.04.2023)
- (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: ファナック株式会社 (FANUC CORPORATION) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).
- (72) 発明者: 浦田 康快 (URATA Yasuyoshi); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社社内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 正林 真之, 外(SHOBAYASHI Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 - 7 - 1 2 サピアタワー 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

(54) Title: MOTOR CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: モータ制御装置



- 1 Motor control device
11 Speed detection unit
12 Initial speed storage unit
13 Initial state determination unit
14 Motor type determination unit
15 Stop determination unit
16 Control stop unit
17 Shock reduction unit
18 Back electromotive force calculation unit
19 Back electromotive force determination unit

(57) Abstract: Provided is a technique capable of shortening a start-up time after recovery from a power failure even when the power failure or the like occurred when a spindle motor was rotating. A motor control device 1 includes: a speed detection unit 11 that detects a speed of a spindle motor; an initial speed storage unit 12 that stores an initial speed of the spindle motor immediately after power is turned on; an initial state determination unit 13 that compares the initial speed of the spindle motor with a speed zero detection level to determine whether an initial state of the spindle motor immediately after power is turned on is a rotation state; a stop determination unit 15 that compares a present speed of the spindle motor with a speed zero detection level according to the determination result of the initial state determination unit 13 to determine stop of the spindle motor when it is determined that the spindle motor is presently also in the rotation state; and a control stop unit 16 that stops the control of the spindle motor according to the determination result of the stop determination unit 15.

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：主軸モータが回転しているときに停電等が発生した場合であっても、停電復旧後の立ち上げ時間を短縮できる技術を提供する。主軸モータの速度を検出する速度検出部 1 1 と、電源投入直後の前記主軸モータの初速度を記憶する初速度記憶部 1 2 と、主軸モータの初速度と速度ゼロ検出レベルとを比較することにより、電源投入直後における主軸モータの初期状態が回転状態であるかを判定する初期状態判定部 1 3 と、初期状態判定部 1 3 の判定結果に応じて、主軸モータの現在速度と速度ゼロ検出レベルとを比較することにより、主軸モータが現在も回転状態であると判定される場合には主軸モータの停止を判定する停止判定部 1 5 と、停止判定部 1 5 の判定結果に応じて、主軸モータを制御停止させる制御停止部 1 6 と、を備える、モータ制御装置 1 である。

明 細 書

発明の名称： モータ制御装置

技術分野

[0001] 本開示は、モータ制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、工作機械の主軸モータが回転しているときに停電等が発生すると、主軸モータがモータ制御装置の制御下でない状態で慣性により回転することが知られている。例えば、このような回転状態になっている同期モータに対して、回生による直流電圧の過昇圧を防止する技術が開示されている（例えば、特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-249397号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、主軸モータが高速で回転していた場合に停電等が発生すると、慣性で回転する主軸モータが停止するまでには時間を要する。そのため、短時間で停電復旧した後にモータ制御装置を再起動しても、主軸モータはまだ回転状態である場合がある。このような場合、主軸モータを再び動作させるには主軸モータが自然に停止するまで待つ必要があった。

[0005] 本開示は上記課題に鑑みてなされたものであり、主軸モータが回転しているときに停電等が発生した場合であっても、停電復旧後の立ち上げ時間を短縮できる技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示は、産業機械の主軸モータを制御するモータ制御装置であって、前記主軸モータの速度を検出する速度検出部と、前記速度検出部により検出された電源投入直後の前記主軸モータの初速度を記憶する初速度記憶部と、前

記初速度記憶部により記憶された前記主軸モータの初速度と、前記主軸モータの速度をゼロとみなす基準となる予め設定された速度ゼロ検出レベルと、を比較することにより、電源投入直後における前記主軸モータの初期状態が回転状態であるかを判定する初期状態判定部と、前記初期状態判定部の判定結果に応じて、前記速度検出部により検出された前記主軸モータの現在速度と、前記速度ゼロ検出レベルと、を比較することにより、前記主軸モータが現在も回転状態であると判定される場合には前記主軸モータの停止を判定する停止判定部と、前記停止判定部の判定結果に応じて、前記主軸モータを制御停止させる制御停止部と、を備える、モータ制御装置である。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、主軸モータが回転しているときに停電等が発生した場合であっても、停電復旧後の立ち上げ時間を短縮できるモータ制御装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本開示の一実施形態に係るモータ制御装置の機能ブロック図である。
[図2]本開示の一実施形態に係るモータ制御装置による制御処理の手順を示すフローチャートである。
[図3]本開示の一実施形態に係るモータ制御装置による制御停止処理の手順を示すフローチャートである。
[図4]主軸モータが誘導モータの場合における主軸速度の変化の一例を示すタイムチャートである。
[図5]主軸モータが同期モータの場合における主軸速度の変化の一例を示すタイムチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示の一実施形態について、図面を参照して詳しく説明する。
[0010] 図1は、本開示の一実施形態に係るモータ制御装置1の機能ブロック図である。本実施形態に係るモータ制御装置1は、主軸モータが回転しているときに停電等が発生した場合であっても、停電復旧後に、主軸モータを制御停

止させることで、立ち上げ時間を短縮することが可能なモータ制御装置である。

[0011] 本実施形態に係るモータ制御装置 1 は、いずれも図示しない産業機械の主軸モータを制御する。産業機械としては、工作機械やロボットを用いることができる。また、これら産業機械の主軸モータ、即ちスピンドルモータとしては、誘導モータや同期モータを用いることができる。

[0012] 本実施形態に係るモータ制御装置 1 は、例えば、バスを介して互いに接続された、ROM (read only memory) や RAM (random access memory) 等のメモリ、CPU (control processing unit)、及び通信制御部を備えたコンピュータを用いて構成される。後述する各機能部の機能及び動作は、上記コンピュータに搭載された CPU、メモリ、及び当該メモリに記憶された制御プログラムが協働することにより達成される。また、モータ制御装置 1 は、数値制御装置 (CNC : Computer Numerical Controller) や PLC (Programmable Logic Controller) 等を含んで構成されてもよいし、加工プログラムの他、回転速度等の加工条件等を出力する上位のコンピュータに接続されていてもよい。

[0013] 図 1 に示されるようにモータ制御装置 1 は、機能部として、速度検出部 11 と、初速度記憶部 12 と、初期状態判定部 13 と、モータ種別判定部 14 と、停止判定部 15 と、ショック低減部 17 を有する制御停止部 16 と、逆起電圧計算部 18 と、逆起電圧判定部 19 と、を備える。

[0014] 速度検出部 11 は、主軸モータの速度を検出する。具体的に速度検出部 11 は、例えば主軸モータに設けられたエンコーダ等のセンサの検出信号を取得し、当該検出信号に基づいて主軸モータの速度（回転数）を検出する。

[0015] 初速度記憶部 12 は、速度検出部 11 により検出された電源投入直後の主軸モータの初速度を記憶する。より詳しくは、初速度記憶部 12 は、停電等の復旧後、数値制御装置やアンプ等の電源投入直後に速度検出部 11 により検出された主軸モータの速度を初速度として記憶する。

[0016] 初期状態判定部 13 は、初速度記憶部 12 により記憶された主軸モータの

初速度と、速度ゼロ検出レベルとを比較することにより、電源投入直後における主軸モータの初期状態が回転状態であるかを判定する。より具体的には、初期状態判定部 13 は、初速度記憶部 12 により記憶された主軸モータの初速度が速度ゼロ検出レベルより大きい場合には、電源投入直後における主軸モータの初期状態が回転状態であると判定する。

[0017] 電源投入直後の主軸モータの初期状態が回転状態であるということは、停電等により主軸モータがモータ制御装置 1 の制御下でない状態で惰性により回転していることを意味する。本実施形態のモータ制御装置 1 は、このような惰性による回転が自然に停止するのを待つことなく、後述の制御停止部 16 により主軸モータを制御停止させるものである。なお、このような惰性による回転状態は、誘導モータの場合には惰走（フリーラン）状態と呼ばれる。また、同期モータの場合には誘導モータと異なりロータに永久磁石を内蔵するため、停電等により主軸モータが惰性で回転すると発電機として動作し、動力線端子に高電圧が発生する。そのため同期モータの場合には、複数の巻線からなる動力線を抵抗を介して短絡させることによって回転エネルギーをジュール熱に変換してモータの回転に制動をかける安全回路であるダイナミックブレーキ回路が設けられており、当該ダイナミックブレーキ回路が動作することから上記回転状態はダイナミックブレーキ動作状態と呼ばれる。

[0018] 上記速度ゼロ検出レベルは、主軸モータの速度をゼロとみなす基準となるものであり、予め実験等を行うことにより設定される。これは、主軸モータが実際には完全に停止した場合であっても、外乱、即ち外部から受ける何らかの影響により主軸モータが振動、回転していることがあるため、主軸モータが完全に停止しているときの速度を取得し、当該取得された速度に基づいて速度ゼロレベルを予め設定しておくものである。これにより、この速度ゼロ検出レベルと初速度とを比較することによって、より正確に主軸モータの回転状態を判定することが可能である。

[0019] モータ種別判定部 14 は、主軸モータの種別を判定する。具体的にモータ種別判定部 14 は、主軸モータが誘導モータであるか、あるいは同期モータ

であるか、を判定する。例えば、モータ種別判定部 14 は、加工プログラムやユーザ入力情報、あるいは外部信号等に基づいて、主軸モータが誘導モータであるか、あるいは同期モータであるか、を判定する。

[0020] 停止判定部 15 は、初期状態判定部 13 の判定結果に応じて、速度検出部 11 により検出された主軸モータの現在速度と、上記速度ゼロ検出レベルとを比較することにより、主軸モータが現在も回転状態であると判定される場合には主軸モータの停止を判定する。より具体的には、停止判定部 15 は、速度検出部 11 により検出された主軸モータの現在速度が上記速度ゼロ検出レベルより大きい場合には、主軸モータが現在も回転状態であると判定し、主軸モータの停止を判定する。これにより、上記初期状態判定部 13 によって電源投入直後における主軸モータの初期状態が回転状態であると判定された場合において、現在は回転状態でないにも関わらず後述の制御停止部 16 による制御停止を実行してしまう事態を回避可能である。

[0021] 制御停止部 16 は、停止判定部 15 の判定結果に応じて、主軸モータを制御停止させる。具体的に制御停止部 16 は、主軸モータの速度指令値をゼロとして励磁することにより、主軸モータを制御停止する。これにより、主軸モータは回転状態から速やかに停止状態となる。制御停止部 16 は、主軸モータを制御停止させるときに主軸モータに生じるショック（過大な負荷）を低減するショック低減部 17 を有する。このショック低減部 17 については、後段で詳述する。

[0022] また、制御停止部 16 は、モータ種別判定部 14 により主軸モータが同期モータであると判定された場合には、上記停止判定部 15 の判定結果及び後述の逆起電圧判定部 19 の判定結果に応じて、主軸モータを制御停止させる。この逆起電圧判定部 19 については、後段で詳述する。

[0023] ショック低減部 17 は、主軸モータを制御停止するときの主軸モータへのショック（過大な負荷）を低減する。具体的にショック低減部 17 は、主軸モータのトルク指令値を制限することにより、主軸モータへのショックを低減する。例えば、ショック低減部 17 は、主軸モータのトルク指令値を最初

は小さく設定し、徐々に大きくすることにより、主軸モータへのショックを低減してもよい。あるいは、ショック低減部 17 は、速度検出部 11 により検出された主軸モータの現在速度から時定数をもって減速させることにより、主軸モータへのショックを低減してもよい。

[0024] 逆起電圧計算部 18 は、上記初期状態判定部 13 の判定結果に応じて、速度検出部 11 により検出された主軸モータの現在速度と、主軸モータの逆起電圧定数と、に基づいて、主軸モータの現在速度における逆起電圧を計算する。ここで、主軸モータの逆起電圧定数は、回転により発生する逆起電圧の比率を単位回転数あたりで表した値であり、各主軸モータに固有の値である。この逆起電圧定数は、例えば加工プログラムやユーザ入力情報、あるいは外部信号等から取得される。

[0025] 逆起電圧判定部 19 は、上記逆起電圧計算部 18 により計算された主軸モータの現在速度における逆起電圧と、主軸モータを駆動するモータ駆動装置（アンプ）のコンデンサ耐圧と、を比較することにより、主軸モータの制御停止の可否を判定する。具体的に逆起電圧判定部 19 は、上記逆起電圧計算部 18 により計算された主軸モータの現在速度における逆起電圧が上記コンデンサ耐圧より小さい場合には、主軸モータの制御停止が可能と判定する。これにより、主軸モータの速度がまだ大きく当該速度に比例する逆起電圧の値がアンプのコンデンサ耐圧より大きい場合に制御停止を実行してしまうことによって、アンプにコンデンサ耐圧より大きな高電圧が印加されて故障するのを回避することが可能である。

[0026] ここで、モータ駆動装置（アンプ）のコンデンサ耐圧は、アンプごとに固有の値である。このコンデンサ耐圧は、例えばユーザ入力情報や外部信号等から取得可能である。

[0027] 次に、上述の各機能部を備える本実施形態のモータ制御装置 1 により実行される制御処理について、図 2 及び図 3 のフローチャートを参照して詳しく説明する。図 2 は、本実施形態に係るモータ制御装置 1 による制御処理の手順を示すフローチャートである。図 3 は、本実施形態に係るモータ制御装置

1 による制御停止処理の手順を示すフローチャートである。なお、これら図 2 及び図 3 に示される処理は、停電の発生に応じて開始、実行される。

[0028] ステップ S 1 では、電源投入直後から主軸モータが回転状態にあるか否かを判別する。具体的には、主軸モータの初速度 v_0 が速度ゼロ検出レベル v_{sst} よりも大きいかな否かを判別する。この判別が YES であれば、主軸モータの初期状態が回転状態であると判断されるため、ステップ S 2 に進む。この判別が NO であれば、主軸モータの初期状態が回転状態ではないと判断されるため、本制御処理を終了する。

[0029] ステップ S 2 では、主軸モータの非常停止が解除され、産業機械の準備が完了したかな否かを判別する。具体的には、ユーザが非常停止解除ボタンを押す等して主軸モータ（スピンドルモータ）の非常停止信号が OFF から ON に切り替わり、これに応じて産業機械の動作準備が完了し、機械準備完了信号が OFF から ON に切り替わったかな否かを判別する。この判別が YES であればステップ S 3 に進み、NO であれば本制御処理を終了する。

[0030] ステップ S 3 では、主軸モータが誘導モータであるかな否かを判別する。この判別が YES であればステップ S 5 に進み、NO であればステップ S 4 に進む。

[0031] ステップ S 4 では、主軸モータが同期モータであるため、逆起電圧 v がコンデンサ耐圧 v_{limit} より小さいかな否かを判別する。この判別が YES であれば、制御停止を実行することによりアンプにコンデンサ耐圧より大きな高電圧が印加することがないため、ステップ S 5 に進む。この判別が NO であれば、制御停止を実行することによりアンプにコンデンサ耐圧より大きな高電圧が印加されてしまうため、本制御処理を終了する。

[0032] ステップ S 5 では、現在も主軸モータが回転状態にあるかな否かを判別する。具体的には、主軸モータの現在速度 v が速度ゼロ検出レベル v_{sst} よりも大きいかな否かを判別する。この判別が YES であれば、主軸モータが現在も回転状態であると判断されるため、ステップ S 6 に進んで制御停止処理を実行する。この判別が NO であれば、主軸モータが現在は回転状態ではなく停止

していると判断されるため、ステップS 7に進んで制御停止処理を実行することなく本制御処理を終了する。

[0033] 図3に示されるように、上記ステップS 6の制御停止処理は、ステップS 6 1～S 6 3の手順により実行される。

[0034] ステップS 6 1では、速度指令をゼロとする。これにより、主軸モータは惰性による回転状態からモータ制御装置1による制御下に置かれる。その後、ステップS 6 2に進む。

[0035] ステップS 6 2では、トルク制限を設定する。具体的には、例えば主軸モータのトルク指令値を最初は小さく設定し、徐々に大きくしてもよい。あるいは、主軸モータの現在速度から時定数をもって減速させてもよい。これらにより、主軸モータへのショック（過大な負荷）が低減される。その後、ステップS 6 3に進む。

[0036] ステップS 6 3では、主軸モータの励磁をONとする。これにより、主軸モータが速やかに制御停止される。その後、本制御停止処理を終了する。

[0037] 次に、本実施形態に係るモータ制御装置1により停電等発生後に制御停止される主軸モータの速度変化について、図4及び図5のタイムチャートを参照して詳しく説明する。図4は、主軸モータが誘導モータの場合における停電等発生後の主軸速度の変化の一例を示すタイムチャートである。図5は、主軸モータが同期モータの場合における停電等発生後の主軸速度の変化の一例を示すタイムチャートである。

[0038] 先ず、図4を参照して、主軸モータが誘導モータ（誘導SPモータ）の場合における停電等発生後の主軸速度の変化の一例について説明する。

[0039] 図4中、破線矢印Aで示されるように、停電等発生後、ユーザによる非常停止解除ボタンの押下によってスピンドル非常停止信号がOFFからONに切り替わり、それに応じて機械準備完了信号がOFFからONに切り替わる。すると、破線矢印Bで示されるように、モータ制御装置1による制御停止が実行開始され、主軸（スピンドル）モータがフリーラン状態から制御停止下に置かれるためトルク制限により主軸モータの速度が緩やかに減速する。

次いで、破線矢印Cで示されるように、主軸モータの速度が速度ゼロ検出レベルに達すると、主軸モータが停止したと判定され、速度ゼロ検出信号がOFFからONに切り替わる。その後、破線矢印Dで示されるように、正回転指令信号及びS指令（主軸回転数指令）がOFFからONに切り替わり、通常運転が実行される。

[0040] 次に、図5を参照して、主軸モータが同期モータ（同期SPモータ）の場合における停電等発生後の主軸速度の変化の一例について説明する。

[0041] 図5中、破線矢印Aで示されるように、停電等発生後、ユーザによる非常停止解除ボタンの押下によってスピンドル非常停止信号がOFFからONに切り替わり、それに応じて機械準備完了信号がOFFからONに切り替わる。このとき、現在の主軸（スピンドル）モータ速度における逆起電圧の値は徐々に低下し、やがてコンデンサ耐圧に達する。すると、破線矢印Bで示されるように、モータ制御装置1による制御停止が実行開始され、主軸（スピンドル）モータがダイナミックブレーキ動作状態から制御停止下に置かれるためトルク制限により主軸モータの速度が緩やかに減速する。次いで、破線矢印Cで示されるように、主軸モータの速度が速度ゼロ検出レベルに達すると、主軸モータが停止したと判定され、速度ゼロ検出信号がOFFからONに切り替わる。その後、破線矢印Dで示されるように、正回転指令信号及びS指令（主軸回転数指令）がOFFからONに切り替わり、通常運転が実行される。

[0042] 以上、説明した本実施形態に係るモータ制御装置1によれば、以下の効果が奏される。

[0043] 本実施形態によれば、速度検出部11により検出された電源投入直後の主軸モータの初速度を記憶する初速度記憶部12と、主軸モータの初速度と速度ゼロ検出レベルとを比較することにより、電源投入直後における主軸モータの初期状態が回転状態であるかを判定する初期状態判定部13と、初期状態判定部13の判定結果に応じて、主軸モータの現在速度と速度ゼロ検出レベルとを比較することにより、主軸モータが現在も回転状態であると判定さ

れる場合には主軸モータの停止を判定する停止判定部 15 と、停止判定部 15 の判定結果に応じて、主軸モータを制御停止させる制御停止部 16 と、を設けた。これにより、主軸モータが回転しているときに停電等が発生した場合であっても、惰性による回転が自然に停止するのを待つことなく主軸モータを制御停止させることで、停電復旧後の立ち上げ時間を短縮することができる。

[0044] また本実施形態によれば、主軸モータの種別を判定するモータ種別判定部 14 と、初期状態判定部 13 の判定結果に応じて、主軸モータの現在速度と主軸モータの逆起電圧定数とに基づいて、主軸モータの現在速度における逆起電圧を計算する逆起電圧計算部 18 と、主軸モータの現在速度における逆起電圧と、主軸モータを駆動するモータ駆動装置のコンデンサ耐圧と、を比較することにより、主軸モータの制御停止の可否を判定する逆起電圧判定部 19 と、をさらに設け、制御停止部 16 は、主軸モータが同期モータであると判定された場合には、停止判定部 15 の判定結果及び逆起電圧判定部 19 の判定結果に応じて、主軸モータを制御停止させる構成とした。これにより、主軸モータが同期モータである場合に、主軸モータの速度がまだ大きく当該速度に比例する逆起電圧の値がアンプのコンデンサ耐圧より大きい場合に制御停止を実行してしまうことによって、アンプにコンデンサ耐圧より大きな高電圧が印加されて故障するのを回避することができる。

[0045] また本実施形態によれば、制御停止部 16 により、主軸モータの速度指令値をゼロとして励磁することにより主軸モータを制御停止する構成とした。また、主軸モータのトルク指令値を最初は小さい値に設定し、徐々に大きくする等して主軸モータのトルク指令値を制限する他、主軸モータの現在速度から時定数をもって減速させる等して、主軸モータの制御停止するときの主軸モータへのショックを低減するショック低減部 17 を設けた。これにより、停電復旧後、主軸モータが惰性で回転しているときに大きな減速トルクを出力すると、電流フィードバックが過大となり、主軸モータにショック（過大な負荷）が生じるところ、本実施形態によればこれを回避することができる。

る。

[0046] 本開示について詳述したが、本開示は上述した個々の実施形態に限定されるものではない。これらの実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲で、又は、特許請求の範囲に記載された内容とその均等物から導き出される本開示の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の追加、置き換え、変更、部分的削除等が可能である。また、これらの実施形態は、組み合わせて実施することもできる。例えば、上述した実施形態において、各動作の順序や各処理の順序は、一例として示したものであり、これらに限定されるものではない。また、上述した実施形態の説明に数値又は数式が用いられている場合も同様である。

[0047] 上記実施形態及び変形例に関し、更に以下の付記を開示する。

(付記 1)

産業機械の主軸モータを制御するモータ制御装置 (1) であって、
前記主軸モータの速度を検出する速度検出部 (11) と、
前記速度検出部 (11) により検出された電源投入直後の前記主軸モータの初速度を記憶する初速度記憶部 (12) と、
前記初速度記憶部 (12) により記憶された前記主軸モータの初速度と、前記主軸モータの速度をゼロとみなす基準となる予め設定された速度ゼロ検出レベルと、を比較することにより、電源投入直後における前記主軸モータの初期状態が回転状態であるかを判定する初期状態判定部 (13) と、
前記初期状態判定部 (13) の判定結果に応じて、前記速度検出部 (11) により検出された前記主軸モータの現在速度と、前記速度ゼロ検出レベルと、を比較することにより、前記主軸モータが現在も回転状態であると判定される場合には前記主軸モータの停止を判定する停止判定部 (15) と、
前記停止判定部 (15) の判定結果に応じて、前記主軸モータを制御停止させる制御停止部 (16) と、を備える、モータ制御装置。

[0048] (付記 2)

上記のモータ制御装置 (1) において、

前記初期状態判定部（１３）は、前記初速度記憶部（１２）により記憶された前記主軸モータの初速度が前記速度ゼロ検出レベルより大きい場合には、電源投入直後における前記主軸モータの初期状態が回転状態であると判定する。

[0049]（付記３）

上記のモータ制御装置（１）において、

前記停止判定部（１５）は、前記速度検出部（１１）により検出された前記主軸モータの現在速度が前記速度ゼロ検出レベルより大きい場合には、前記主軸モータが現在も回転状態であると判定して前記主軸モータの停止を判定する。

[0050]（付記４）

上記のモータ制御装置（１）において、

前記主軸モータの種別を判定するモータ種別判定部（１４）と、

前記初期状態判定部（１３）の判定結果に応じて、前記速度検出部（１１）により検出された前記主軸モータの現在速度と、前記主軸モータの逆起電圧定数と、に基づいて、前記主軸モータの現在速度における逆起電圧を計算する逆起電圧計算部（１８）と、

前記逆起電圧計算部（１８）により計算された前記主軸モータの現在速度における逆起電圧と、前記主軸モータを駆動するモータ駆動装置のコンデンサ耐圧と、を比較することにより、前記主軸モータの制御停止の可否を判定する逆起電圧判定部（１９）と、をさらに備え、

前記制御停止部（１６）は、前記モータ種別判定部（１４）により前記主軸モータが同期モータであると判定された場合には、前記停止判定部（１５）の判定結果及び前記逆起電圧判定部（１９）の判定結果に応じて、前記主軸モータを制御停止させる。

[0051]（付記５）

上記のモータ制御装置（１）において、

前記逆起電圧判定部（１９）は、前記逆起電圧計算部（１８）により計算

された前記主軸モータの現在速度における逆起電圧が前記コンデンサ耐圧より小さい場合には、前記主軸モータの制御停止が可能と判定する。

[0052] (付記 6)

上記のモータ制御装置 (1) において、
前記制御停止部 (16) は、前記主軸モータの速度指令値をゼロとして励磁することにより、前記主軸モータを制御停止する。

[0053] (付記 7)

上記のモータ制御装置 (1) において、
前記制御停止部 (16) は、前記主軸モータの制御停止するときの前記主軸モータへのショックを低減するショック低減部 (17) を有する。

[0054] (付記 8)

上記のモータ制御装置 (1) において、
前記ショック低減部 (17) は、前記主軸モータのトルク指令値を制限する。

[0055] (付記 9)

上記のモータ制御装置 (1) において、
前記ショック低減部 (17) は、前記主軸モータのトルク指令値を徐々に大きくする。

[0056] (付記 10)

上記のモータ制御装置 (1) において、
前記ショック低減部 (17) は、前記速度検出部 (11) により検出された前記主軸モータの現在速度から時定数をもって減速させる。

符号の説明

- [0057]
- 1 モータ制御装置
 - 11 速度検出部
 - 12 初速度記憶部
 - 13 初期状態判定部
 - 14 モータ種別判定部

- 1 5 停止判定部
- 1 6 制御停止部
- 1 7 ショック低減部
- 1 8 逆起電圧計算部
- 1 9 逆起電圧判定部

請求の範囲

- [請求項1] 産業機械の主軸モータを制御するモータ制御装置であって、
前記主軸モータの速度を検出する速度検出部と、
前記速度検出部により検出された電源投入直後の前記主軸モータの初速度を記憶する初速度記憶部と、
前記初速度記憶部により記憶された前記主軸モータの初速度と、前記主軸モータの速度をゼロとみなす基準となる予め設定された速度ゼロ検出レベルと、を比較することにより、電源投入直後における前記主軸モータの初期状態が回転状態であるかを判定する初期状態判定部と、
前記初期状態判定部の判定結果に応じて、前記速度検出部により検出された前記主軸モータの現在速度と、前記速度ゼロ検出レベルと、を比較することにより、前記主軸モータが現在も回転状態であると判定される場合には前記主軸モータの停止を判定する停止判定部と、
前記停止判定部の判定結果に応じて、前記主軸モータを制御停止させる制御停止部と、を備える、モータ制御装置。
- [請求項2] 前記初期状態判定部は、前記初速度記憶部により記憶された前記主軸モータの初速度が前記速度ゼロ検出レベルより大きい場合には、電源投入直後における前記主軸モータの初期状態が回転状態であると判定する、請求項1に記載のモータ制御装置。
- [請求項3] 前記停止判定部は、前記速度検出部により検出された前記主軸モータの現在速度が前記速度ゼロ検出レベルより大きい場合には、前記主軸モータが現在も回転状態であると判定して前記主軸モータの停止を判定する、請求項1又は2に記載のモータ制御装置。
- [請求項4] 前記主軸モータの種別を判定するモータ種別判定部と、
前記初期状態判定部の判定結果に応じて、前記速度検出部により検出された前記主軸モータの現在速度と、前記主軸モータの逆起電圧定数と、に基づいて、前記主軸モータの現在速度における逆起電圧を計

算する逆起電圧計算部と、

前記逆起電圧計算部により計算された前記主軸モータの現在速度における逆起電圧と、前記主軸モータを駆動するモータ駆動装置のコンデンサ耐圧と、を比較することにより、前記主軸モータの制御停止の可否を判定する逆起電圧判定部と、をさらに備え、

前記制御停止部は、前記モータ種別判定部により前記主軸モータが同期モータであると判定された場合には、前記停止判定部の判定結果及び前記逆起電圧判定部の判定結果に応じて、前記主軸モータを制御停止させる、請求項 1 から 3 いずれかに記載のモータ制御装置。

[請求項5] 前記逆起電圧判定部は、前記逆起電圧計算部により計算された前記主軸モータの現在速度における逆起電圧が前記コンデンサ耐圧より小さい場合には、前記主軸モータの制御停止が可能と判定する、請求項 4 に記載のモータ制御装置。

[請求項6] 前記制御停止部は、前記主軸モータの速度指令値をゼロとして励磁することにより、前記主軸モータを制御停止する、請求項 1 から 5 いずれかに記載のモータ制御装置。

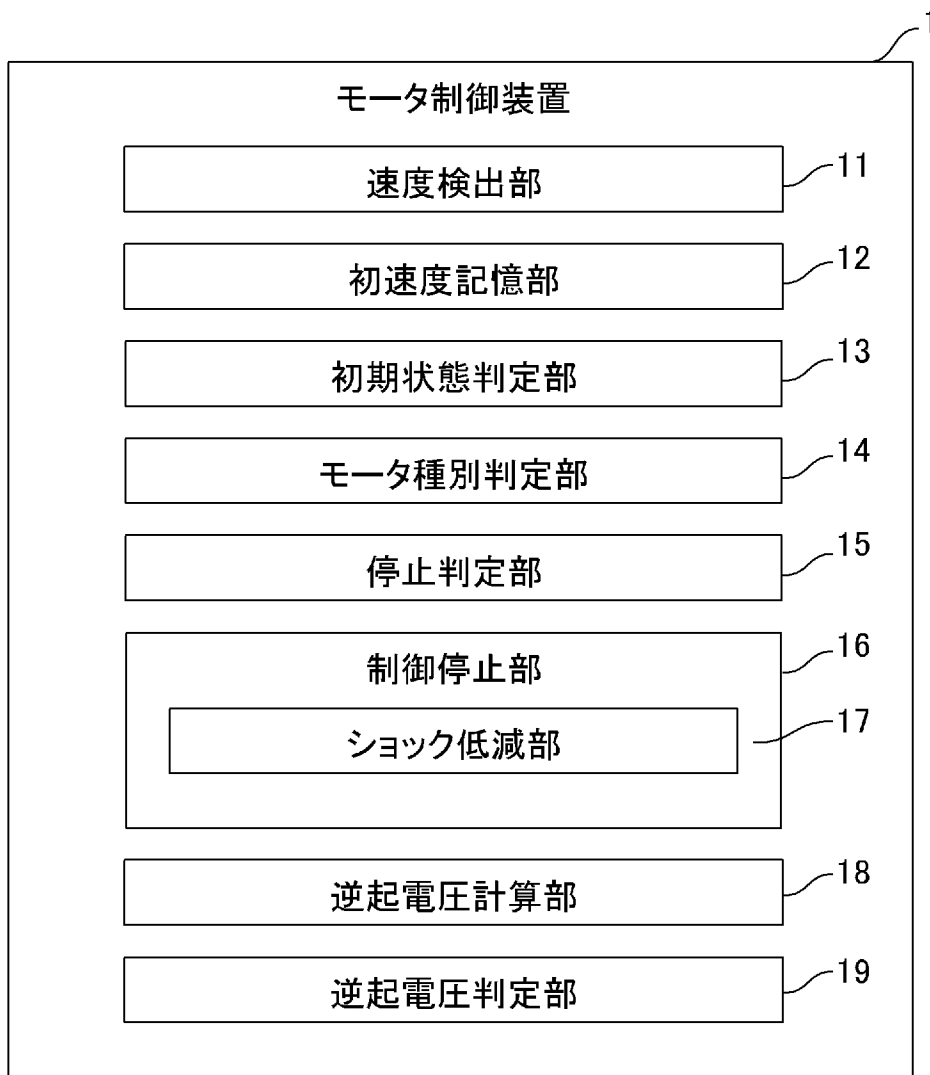
[請求項7] 前記制御停止部は、前記主軸モータの制御停止するときの前記主軸モータへのショックを低減するショック低減部を有する、請求項 1 から 6 いずれかに記載のモータ制御装置。

[請求項8] 前記ショック低減部は、前記主軸モータのトルク指令値を制限する、請求項 7 に記載のモータ制御装置。

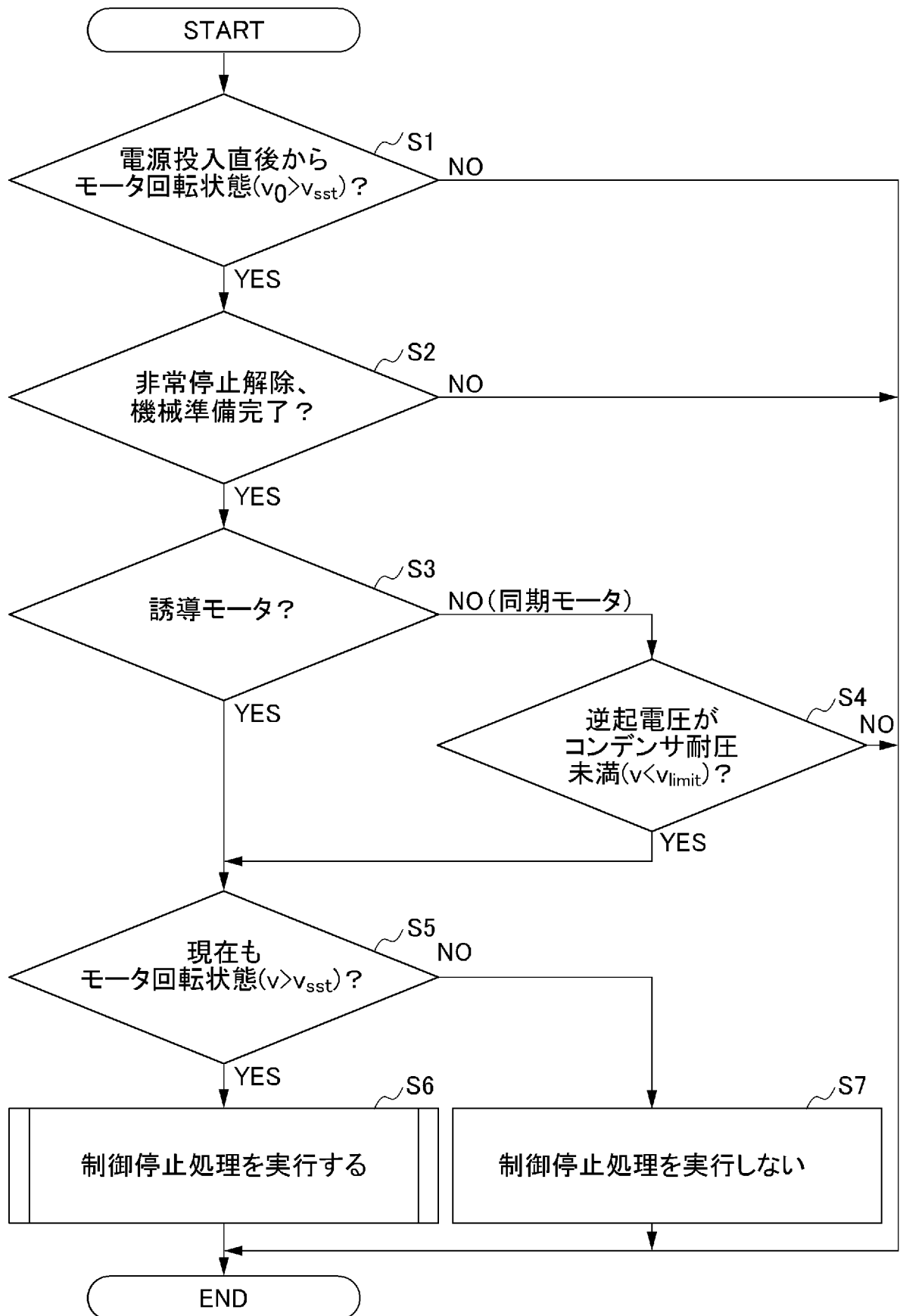
[請求項9] 前記ショック低減部は、前記主軸モータのトルク指令値を徐々に大きくする、請求項 7 に記載のモータ制御装置。

[請求項10] 前記ショック低減部は、前記速度検出部により検出された前記主軸モータの現在速度から時定数をもって減速させる、請求項 7 に記載のモータ制御装置。

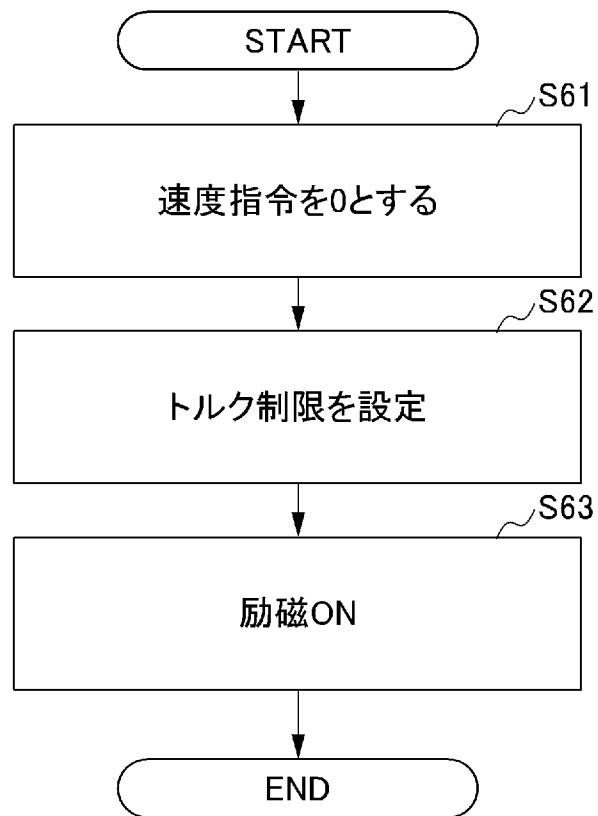
[図1]



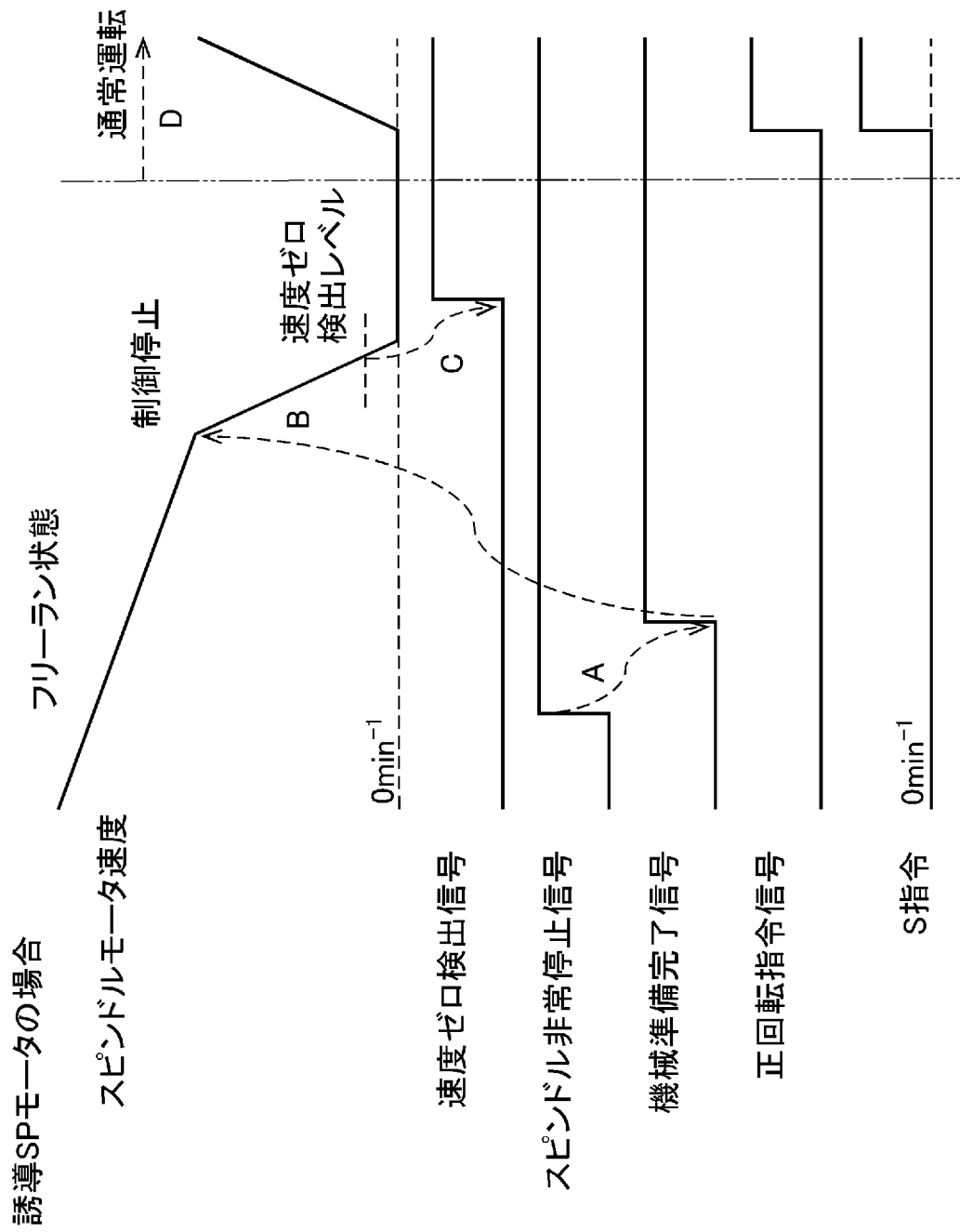
[図2]



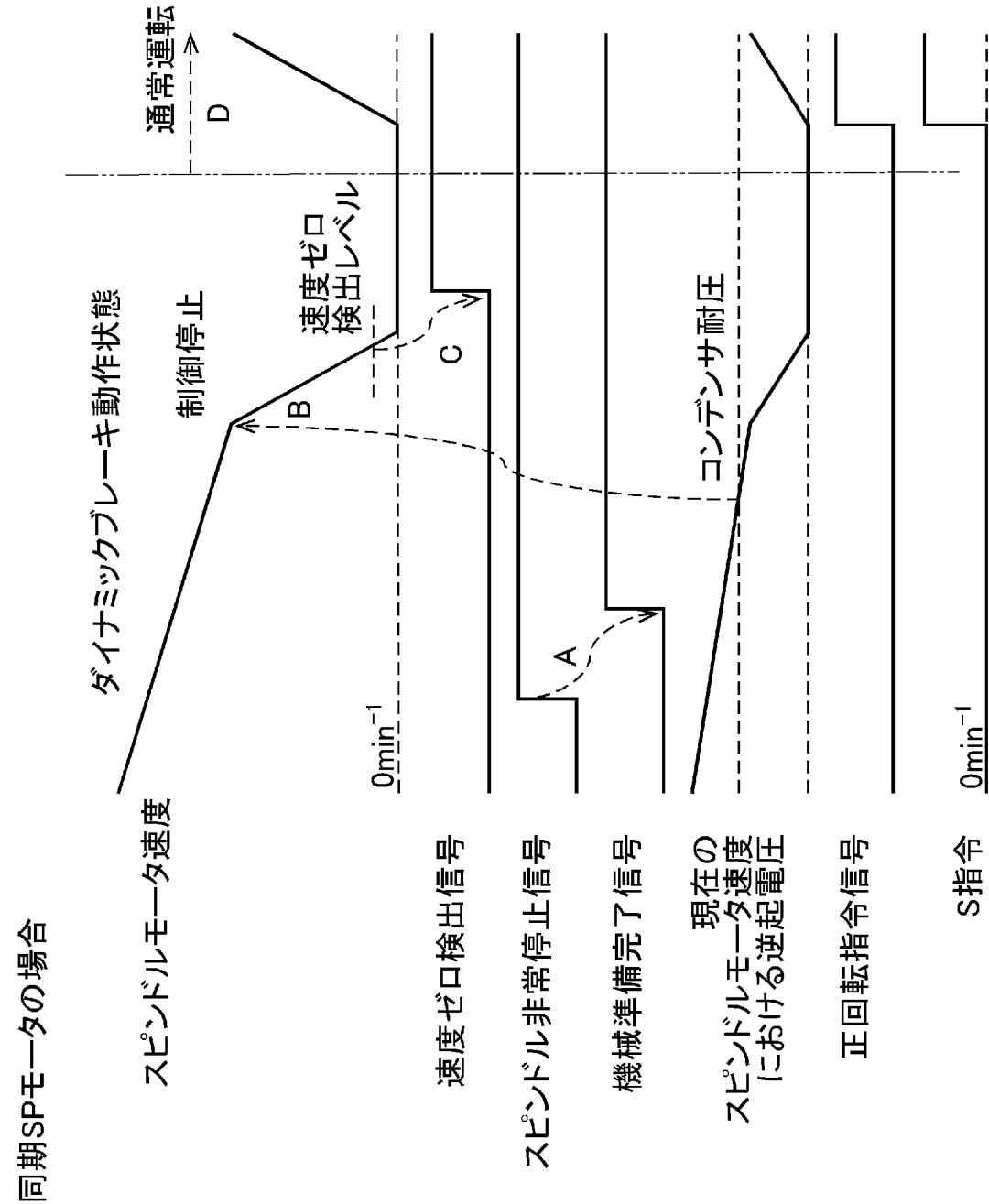
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/014091

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02P 6/24**(2006.01)i; **H02P 3/00**(2006.01)i

FI: H02P6/24; H02P3/00 Z

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)

H02P6/24; H02P3/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
X	JP 2021-35707 A (FUJI CORPORATION) 04 March 2021 (2021-03-04) paragraphs [0010]-[0032], fig. 1-6	1-3, 6
Y		7-10
A		4-5
Y	JP 2012-32960 A (SHIN NIPPON KOKI CO., LTD.) 16 February 2012 (2012-02-16) paragraphs [0027]-[0160], fig. 1-21	7-10



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

29 May 2023

Date of mailing of the international search report

13 June 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/014091

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-35707	A	04 March 2021	(Family: none)	
JP	2012-32960	A	16 February 2012	US 2013/0123968 A1 paragraphs [0036]-[0169], fig. 1-21	
				EP 2600217 A1	
				CN 103140817 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H02P 6/24(2006.01)i; H02P 3/00(2006.01)i FI: H02P6/24; H02P3/00 Z										
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）） H02P6/24; H02P3/00										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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								
X	JP 2021-35707 A (株式会社 F U J I) 04.03.2021 (2021 - 03 - 04) 段落[0010]-[0032], 図1-6	1-3, 6								
Y		7-10								
A		4-5								
Y	JP 2012-32960 A (新日本工機株式会社) 16.02.2012 (2012 - 02 - 16) 段落[0027]-[0160], 図1-21	7-10								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 29.05.2023	国際調査報告の発送日 13.06.2023									
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 池田 貴俊 3V 9256 電話番号 03-3581-1101 内線 3357									

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/014091

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-35707	A	04.03.2021	(ファミリーなし)	
JP	2012-32960	A	16.02.2012	US 2013/0123968 A1	
				段落[0036]-	
				[0169], FIG. 1-21	
				EP 2600217 A1	
				CN 103140817 A	