

(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
2021年2月11日(11.02.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/024707 A1

(51) 国際特許分類:
B25J 19/06 (2006.01) *H01L 21/677* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/027244

(22) 国際出願日: 2020年7月13日(13.07.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2019-144513 2019年8月6日(06.08.2019) JP

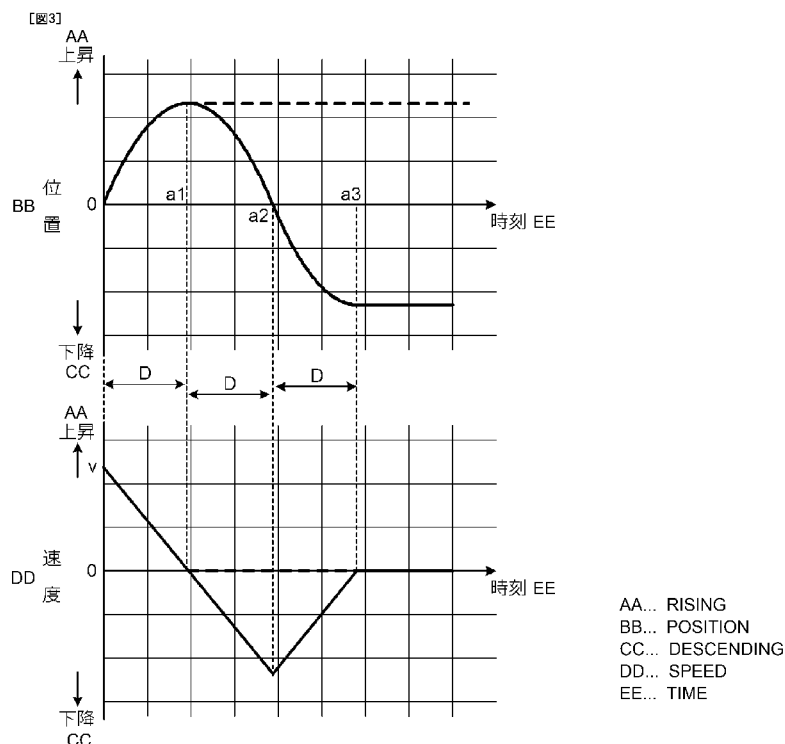
(71) 出願人: 日本電産サンキョー株式会社(NIDEC SANKYO CORPORATION) [JP/JP];
〒3938511 長野県諏訪郡下諏訪町53
29番地 Nagano (JP).

(72) 発明者: 奥村 宏克(OKUMURA, Hirokatsu);
〒3938511 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地
日本電産サンキョー株式会社内 Nagano (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: ROBOT STOPPING METHOD AND ROBOT SYSTEM

(54) 発明の名称: ロボットの停止方法及びロボットシステム



(57) Abstract: This invention provides a robot stopping method with which, if a robot is provided with a capacitor or battery as a back-up power supply for causing the robot to carry out a prescribed operation when a power failure in an external power supply is detected, it is possible to reduce power consumption of the back-up power supply and simple to restart or to resume normal operations when the power supply is restored. In said robot, if a shaft that moves at least a part of the robot in the gravity direction is defined as a Z shaft and a time when a power failure occurrence is detected

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, 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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

is defined as a reference time, when a power failure occurrence is detected and the Z shaft is rising, a deceleration time, which is the time until the Z shaft speed reaches zero due to deceleration caused by gravitational acceleration, is calculated on the basis of the rising speed of the Z shaft at the reference time, and a first control that drives the Z shaft is carried out so as to cause the rising of the Z shaft to slow and stop within the deceleration time.

(57) 要約: 外部電源における停電を検出したときに所定の動作をロボットに行わせるための予備電源としてコンデンサーやバッテリーを備えるときに、予備電源での電力消費量を少なくすることができ、電源復帰時の再起動や通常動作の再開が容易であるロボットの停止方法を提供する。ロボットにおいてロボットの少なくとも一部を重力方向に移動させる軸をZ軸とし、停電の発生を検出したときを基準時として、Z軸が上昇状態にあって停電の発生を検出したときに、基準時におけるZ軸の上昇速度に基づいて重力加速度による減速によってZ軸の速度が0となるまでの時間を減速時間として算出し、この減速時間でZ軸の上昇を減速停止させるようにZ軸を駆動する第1の制御を実行する。

明 細 書

発明の名称： ロボットの停止方法及びロボットシステム

技術分野

[0001] 本発明は、ロボットとコントローラとからなるロボットシステムに関し、特に、停電検出時におけるロボットの停止方法とロボットシステムとに関する。

背景技術

[0002] ロボット（マニピュレータともいう）とコントローラとからなるロボットシステムでは、ロボットの各軸はモータによって駆動される。ロボットシステムへの外部電源からの電力の供給が停止したときすなわち停電が発生したときには、ロボットを停止する必要がある。停電に際してロボットを停止させたときは、この停止は、通常、エラー停止に分類されるものであるので、電源復帰後のロボットの再立ち上げに多大な労力を要する。また、停電を検出した際に直ちに電磁ブレーキを作動させてロボットを緊急停止させた場合、電磁ブレーキによる急激な制動の影響がロボット内のアームや減速機、さらにはロボットによる被加工物や搬送物などに及ぶことがある。そこで、停電発生時においても制御可能な状態でロボットを動作させて安全にロボットを停止させることが行われている。なお、秒以上の時間にわたって継続する停電の発生は相対的に低頻度であり、多くの停電は、瞬停、瞬断あるいは瞬時停電などと呼ばれるごく短時間、例えば数百ミリ秒の停電や電圧降下である。

[0003] 停電検出時にロボットを急激に停止させることを防ぐために、特許文献1は、第1電磁ブレーキと第1電磁ブレーキよりも制動力の弱い第2電磁ブレーキを設け、停電の発生を検出したときに第2電磁ブレーキを先行させて動作させることを開示している。特許文献2は、停電時にロボットの主回路電源にも電力を供給できるように大容量コンデンサを設け、停電検出時にはロボットのアームを大きな惰走角で停止させることを開示している。特許文献

3は、電源電圧低下や停電の継続時間に応じてロボットの動作継続を図るために、停電などの異常を検出してから経過時間である電源異常継続時間に対応した速度制限情報をテーブルに格納し、停電を検出したときに速度制限情報に基づいてロボットの各軸の速度を制限することを開示している。この技術では、電源異常継続時間が所定時間を超えると制限後の速度が通電時の0%となり、ロボットは停止する。特許文献4は、外部電源によって動作する移動ロボットにおいて、ロボット自体にバッテリーを搭載し、外部電源の停電時にはバッテリーによってロボットを動作させて作業を継続できるようにすることを開示している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-95939号公報

特許文献2：特開2002-218676号公報

特許文献3：特開2004-220384号公報

特許文献4：特開2001-339875号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 外部電源における停電を検出したときのロボットの動作を開示する特許文献1～4に記載された技術は、外部電源からの電力の供給が遮断された場合に、コンデンサーあるいはバッテリーに蓄積された電気エネルギーによってロボットやコントローラに何らかの動作を行わせようとするものである。特に特許文献3、4に記載される技術は、瞬停から復帰したときにはそのままロボットが通常の動作を行えるようにすることを目的とした技術である。コンデンサーやバッテリーはコントローラ内に設けられるのが一般的であるが、コントローラの小型化を進めるとコントローラ内に格納できるコンデンサーやバッテリーの容量も小さくなり、停電を検出したときにロボットに実行させる動作が制限されることとなる。その結果、瞬停や瞬断からの電源復帰

後に直ぐにロボットを通常動作に戻すことも難しくなる。

[0006] 本発明の目的は、外部電源における停電を検出したときに所定の動作をロボットに行わせるための予備電源としてコンデンサーやバッテリーを備えるときに、予備電源での電力消費量を少なくすることができ、電源復帰時の再起動や通常動作の再開が容易であるロボットの停止方法と、そのような停止方法を実現するロボットシステムとを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明のロボットの停止方法は、外部電源における停電の発生を検出したときにおける、複数の軸を有するロボットの停止方法であって、ロボットにおいてロボットの少なくとも一部を重力方向に移動させる軸をZ軸とし、停電の発生を検出したときを基準時として、Z軸が上昇状態にあって停電の発生を検出したときに、基準時におけるZ軸の上昇速度に基づいて重力加速度による減速によってZ軸の速度が0となるまでの時間を減速時間として算出し、減速時間でZ軸の上昇を減速停止させるようにZ軸を駆動する第1の制御を実行する。

[0008] 本発明のロボットの停止方法によれば、停電の発生を検出した際にロボットのZ軸を重力加速度で減速させるので、Z軸を駆動するモータの消費電力を小さくすることができ、停電発生時に予備電源からの電力の消費量を低減しつつロボットのZ軸を安全に停止できるようになる。

[0009] 本発明のロボットの停止方法では、基準時におけるZ軸の位置を基準位置として、基準時から減速時間が経過したときに、減速時間と同じ時間だけかけてZ軸が基準位置に移動するようにZ軸を駆動する第2の制御を開始するようにすることが好ましい。第2の制御では、Z軸は自由落下の軌跡で動くこととなり、第2の制御の期間における電力消費も低減することができる。また、第1の制御及び第2の制御を通じて電力消費が低減されているので、通常動作に戻るために電源復帰を待つことができる時間を長くすることができる。

[0010] 第2の制御を実行する場合、基準時から減速時間が経過したのちに停電が

らの復帰を検出したときに第2の制御の実行を打ち切るようにしてもよい。このように構成した場合には、ロボットの通常動作への復帰を迅速に行うことができる。あるいは第2の制御を実行する場合、第2の制御によりZ軸が基準位置に移動したのち、減速時間と同じ時間だけかけてZ軸を減速停止させるようにZ軸を駆動する第3の制御を実施してもよい。このように構成すれば、停電が長時間にわたる場合であっても電力消費を増やすことなく、安全にZ軸を減速停止して保持することができる。

[0011] 本発明のロボットの停止方法においては、ロボットのZ軸は、第1昇降機構及び第2昇降機構からなる2段の昇降機構により構成されていてもよい。この場合、Z軸に対する制御量を所定の比率で第1昇降機構及び第2昇降機構に振り分けることが好ましい。所定の比率で振り分けることにより、電力消費を抑えつつZ軸を減速停止できるとともに、個々の昇降機構に対する制御量の計算を簡略化できて演算負荷を軽減することができる。またZ軸が2段の昇降機構からなり、第1昇降機構が第2昇降機構よりもロボットの基台に近い側に配置している場合には、停電の発生を検出したときに、第1昇降機構をZ軸として第1の制御及び第2の制御を実行し、その後、第1昇降機構に対する第2の制御が終了したときを基準時として第2昇降機構に対して第1の制御及び第2の制御を実行するようにしてもよい。このように時間差で第1昇降機構及び第2昇降機構に対する制御を行うことによって、昇降機構の質量が無視できない場合であっても電力消費を抑えつつZ軸を減速停止することができる。

[0012] 本発明のロボットの停止方法においては、外部電源における欠相を検出することにより停電の発生を検出することが好ましい。欠相の検出によって停電の有無を検出するので、停電の発生を早期に検出できるようになる。

[0013] 本発明のロボットシステムは、複数の軸を有するロボットと、外部電源から電力を供給されてロボットを駆動し制御するコントローラと、を有し、ロボットはロボットの少なくとも一部を重力方向に移動させるZ軸を備えるロボットシステムであって、外部電源における停電の発生を検出する停電検出

手段と、コントローラに設けられ、Z軸が上昇状態にあって停電検出手段により停電の発生を検出したときに、停電の発生を検出したときを基準時として基準時におけるZ軸の上昇速度に基づいて重力加速度による減速によってZ軸の速度が0となるまでの時間を減速時間として算出し、減速時間でZ軸の上昇を減速停止させるようにZ軸を駆動する第1の制御を実行する制御手段と、を有する。

[0014] 本発明のロボットシステムによれば、停電の発生を検出した際にロボットのZ軸を重力加速度で減速させるので、Z軸を駆動するモータの消費電力を小さくすることができ、停電発生時に予備電源からの電力の消費量を低減しつつロボットのZ軸を安全に停止できるようになる。

[0015] 本発明のロボットシステムでは、基準時におけるZ軸の位置を基準位置として、制御手段は、基準時から減速時間が経過したときに、減速時間と同じ時間だけかけてZ軸が基準位置に移動するようにZ軸を駆動する第2の制御を開始することが好ましい。第2の制御では、Z軸は自由落下の軌跡で動くこととなり、第2の制御の期間における電力消費も低減することができる。また、第1の制御及び第2の制御を通じて電力消費が低減されているので、通常動作に戻るために電源復帰を待つことができる時間を長くすることができる。

[0016] 制御手段は、第2の制御を実行する場合、基準時から減速時間が経過したのちに停電からの復帰を検出したときに、第2の制御の実行を打ち切ってもよい。第2の制御の実行を打ち切ることにより、ロボットの通常動作への復帰を迅速に行うことができるようになる。あるいは制御手段は、第2の制御によりZ軸が基準位置に移動したのち、減速時間と同じ時間だけかけてZ軸を減速停止させるようにZ軸を駆動する第3の制御を実施してもよい。第3の制御を実行することにより、停電が長時間にわたる場合であっても電力消費を増やすことなく、安全にZ軸を減速停止して保持することができる。

[0017] 本発明のロボットは、Z軸として、第1昇降機構及び第2昇降機構からなる2段の昇降機構を備えてもよい。ロボットが2段の昇降機構を備える場合

、制御手段は、Z軸に関して算出した制御量を所定の比率で第1昇降機構及び第2昇降機構に振り分けて出力することが好ましい。所定の比率で振り分けることにより、電力消費を抑えつつZ軸を減速停止できるとともに、個々の昇降機構に対する制御量の計算を簡略化できて演算負荷を軽減することができる。またロボットにおいてZ軸が2段の昇降機構からなり、第1昇降機構が第2昇降機構よりもロボットの基台に近い側に配置している場合には、制御手段は、停電の発生が検出されたときに、第1昇降機構をZ軸として第1の制御及び第2の制御を実行し、その後、第1昇降機構に対する第2の制御が終了したときを基準時として第2昇降機構に対して第1の制御及び第2の制御を実行するようにしてもよい。時間差で第1昇降機構及び第2昇降機構に対する制御を行うことによって、昇降機構の質量が無視できない場合であっても電力消費を抑えつつZ軸を減速停止することができる。

[0018] 本発明のロボットシステムにおいて、停電検出手段は、外部電源における欠相を検出する欠相検出器からなることが好ましい。欠相検出器を用いることにより、停電の発生を早期に検出できるようになる。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、停電の発生を検出した際にロボットのZ軸を重力加速度で減速させるので、Z軸を駆動するモータの消費電力を小さくすることができ、停電発生時に予備電源からの電力の消費量を低減しつつロボットのZ軸を安全に停止できるようになる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1] (a), (b) は、それぞれ、ロボットを示す平面図及び正面図である。

[図2] 本発明の実施の一形態のロボットシステムを示すブロック図である。

[図3] ロボットのZ方向の運動による位置と速度の変化を示すグラフである。

[図4] 本発明の別の実施形態でのロボットを示す正面図である。

[図5] ロボットのZ方向の運動による位置と速度の変化を示すグラフである。

[図6] ロボットのZ方向の運動による位置と速度の変化を示すグラフである。

発明を実施するための形態

- [0021] 次に、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。図1は、本発明の実施の一形態のロボットシステムに含まれるロボットの構成の一例を示す図であって、(a)は平面図、(b)は正面図である。図1に示すロボットは、半導体基板やガラス基板などの搬送に用いられる水平多関節ロボットであって、基台11と、基台11に取り付けられた第1アーム12と、第1アーム12の先端に取り付けられた第2アーム13と、第2アーム13の先端に取り付けられたハンド14とを備えている。ハンド14はガラス基板などの搬送対象物を保持するものであって、フォーク(fork)状に形成されている。基台11に対して第1アーム12は軸Aの周りで回転可能であり、第1アーム12に対して第2アーム13は軸Bの周りを回転可能であり、第2アーム13に対してハンド14は軸Cの周りで回転可能である。ロボットの関節軸である軸A、B、Cの周りでの回転を可能にするために、ロボットには軸ごとにモータ（図1には不図示）が備えられている。
- [0022] さらにロボットは、基台11に設けられて第1アーム12を図示Z方向で昇降する昇降機構15が設けられ、この昇降機構15は昇降用のモータ（図1には不図示）によって駆動される。Z方向は、ロボットにおいて重力方向と一致するように定められており、昇降機構15によるロボットの動きを特にZ軸での動きと呼び、昇降用のモータのことをZ軸のモータと呼ぶ。軸A、B、CはいずれもZ方向に平行であり、軸A、B、Cの周りでのアーム12、13やハンド14の回転は重力に抗するものではないので、相対的に小さな電力で軸A、B、Cに取り付けられたモータを駆動することができる。これに対し、Z軸のモータは、昇降機構15によってロボットにおける第1アーム12からハンド14までの部分の全体を上下方向に動かすものである。特に上昇方向に昇降機構15が動くときに大きな電力を消費する。
- [0023] 図2は、図1に示すロボットと、このロボットに接続してロボットを制御するコントローラ50とからなるロボットシステムの回路構成を示すブロック図である。図2において、電力系統の配線は太線で示されている。ロボッ

トにおいて、各軸のモータ 6 1 は、それぞれそのモータ 6 1 の回転位置を検出する位置検出信号を出力するエンコーダ 6 2 が機械的に接続している。モータ 6 1 は、例えば、三相ブラシレス三相同期モータである。図では、4 個のモータ 6 1 が描かれており、これらのモータ 6 1 は、それぞれ、軸 A, B, C, Z に対応するものである。もちろん、ロボットの軸の数は 4 に限定されるものではなく、モータ 6 1 の個数も 4 個に限定されるものではない。

[0024] コントローラ 5 0 は、外部電源である商用交流電源 5 1 から交流電力が供給されて各モータ 6 1 を駆動するものであり、商用交流電源 5 1 からの交流電力における欠相を検出する欠相検出器 5 2 と、供給された交流電力を直流電力に変換する整流回路 5 3 と、整流回路 5 3 の出力側に設けられたコンデンサ 5 4 と、モータ 6 1 ごとに対応して設けられるサーボ回路 5 5 と、ロボットの制御のために外部から供給される指令が入力し、サーボ回路 5 5 を介して各軸のモータ 6 1 を駆動し制御する制御部 5 6 と、を備えている。欠相検出器 5 2 は、商用交流電源 5 1 での停電を検出するために設けられており、欠相を検出したときに停電検出信号を制御部 5 6 に出力する。コンデンサ 5 4 は、整流回路 5 3 が出力する直流電力における平滑コンデンサとして機能するとともに、商用交流電源 5 1 で停電が発生したときにサーボ回路 5 5 に直流電力を供給する機能も有する。本実施形態では、商用交流電源 5 1 における停電を検出できるものであれば、欠相検出器 5 2 以外の手段を用いる可能であるが、停電の発生をより早期に検出するために、欠相検出器 5 2 を用いることが好ましい。整流回路 5 3 の出力電圧の低下により停電を検出することもできるが、その場合、整流回路 5 3 の出力に接続されているコンデンサ 5 4 のために停電が発生してから検出されるまでの遅延時間が長くなるので、整流回路 5 3 の出力電圧の低下によって停電を検出することは好ましくない。

[0025] モータ 6 1 ごとに設けられるサーボ回路 5 5 は、公知の構成のものであって、整流回路 5 3 から直流電力の供給を受け、対象とするモータ 6 1 に接続するエンコーダ 6 2 からの位置検出信号と制御部 5 6 からの速度指令とに基

づき、サーボ制御によって駆動対象のモータ 6 1 に制御する。制御部 5 6 は、外部から入力する指令と各軸のモータ 6 1 に接続するエンコーダ 6 2 からの位置検出信号とに基づいて各軸のモータ 6 1 を駆動するための速度指令を生成して各サーボ回路 5 5 に出力する。本実施形態において外部からの指令に応じて各モータ 6 1 を駆動するための速度指令を生成する処理は、ロボットの制御のために行われる通常行われている一般的な処理と同じである。さらに制御部 5 6 は、欠相検出器 5 2 から停電検出信号が入力したときに、安全かつ再起動が容易であるようにロボットを停止させる処理を実行する。

[0026] 次に、このロボットシステムにおいて商用交流電源 5 1 の停電が発生したときの処理について説明する。ロボットの動作中に停電が発生したものとする。ロボットの各軸のうち軸 A, B, C は、水平方向にアーム 1 2, 1 3 及びハンド 1 4 を動かすための軸であって、動作のために多大な電力を必要とせず、また電力供給の停止による落下などのおそれもない軸である。そこで制御部 5 6 は、停電検出時に通常行っているように、停電対応として予め定められている減速時間で軸 A, B, C を停止させるような制御をこれらの軸 A, B, C のモータ 6 1 に対して行う。Z 軸に関してロボットが運動している場合、その運動が下降運動であるときは、Z 軸のモータ 6 1 において消費されている電力が小さいので、制御部 5 6 は、停電対応として予め定められている減速時間で停止するように Z 軸のモータ 6 1 を制御する。これに対しロボットが Z 軸に関して上昇するように運動している場合、この運動は重力に対して抗う動きであって Z 軸のモータ 6 1 は大量の電力を消費している。そこで本実施形態では、ロボットが Z 軸に関して上昇している状態で停電の発生を検出したときに、ロボットの制御を継続しつつ、できるだけ少ない消費電力で Z 軸を停止できるような制御を行う。その際、停電がその継続時間が例えば 200 ミリ秒以下程度の瞬停である可能性を考えて、瞬停であった場合にはできるだけ早く通常動作に復帰できるような制御を行うものとする。以下、Z 軸に関して上昇しているときに停電を検出したときの制御を詳しく説明する。

[0027] 図3は、Z軸に関して上昇しているときに停電を検出したときの制御を説明するグラフであって、ロボットのZ方向での位置と速度のそれぞれの時間変化を示している。停電を検出した時刻を制御における基準時としてこれを時刻0で表し、また、停電を検出したときのZ方向の位置を基準位置としてこれを位置0としている。Z方向の位置は、具体的には水平多関節ロボットである本実施形態のロボットのハンド14の高さで表すことができる。

[0028] 制御部56は、欠相検出器52が商用交流電源51での欠相を検出して停電検出信号を出力したら、まずロボットのZ軸が上昇方向に運動しているかどうかを判定する。上昇方向に運動しているときは、制御部56は、その時点での上昇速度 v を取得し、取得された上昇速度 v に基づいて、Z軸での上昇運動が重力加速度による減速によってその速度がゼロとなるまでの時間を算出する。この時間を減速時間 D と呼ぶ。そして制御部56は、算出された減速時間 D によってZ軸の運動が停止するようにZ軸のモータ61を駆動するための速度指令をZ軸のサーボ回路55に出力する。この制御を第1の制御と呼ぶ。サーボ回路55は、この速度指令に基づき、コンデンサ54に貯えられている電力で動作してZ軸のモータ61を減速停止させる。このとき、ロボットのZ軸は、実質的には外部からのエネルギーの供給なしに慣性で運動して減速停止するので、減速停止するようにモータ61を駆動するための消費電力を小さくすることができる。このことは、停電時におけるコンデンサ54に貯えられた電力の消費を少なくすることができる。

[0029] このような第1の制御を行うと、図3に示すように、ロボットのZ方向の速度は重力加速度で減少し、停電の検出から減速時間 D が経過した時刻 a_1 において、Z方向の速度は0となり、Z方向の位置が最高点となる。その後、本実施形態では、制御部56は、減速時間 D と同じ時間で、重力に対して落下する方向にZ軸のモータ61を駆動する制御を行う。この制御を第2の制御と呼ぶ。第2の制御ではロボットのZ軸はほぼ自由落下に近い状態で移動するので、モータ61における消費電流は小さいと考えられる。その結果、停電の検出から減速時間 D の2倍すなわち $2D$ が経過した時刻 a_2 におい

て、ロボットのZ軸の位置は、最初に停電を検出したときの位置すなわち基準位置に戻る。結局、停電を検出した時刻0から時刻a2までの期間、ロボットのZ軸は重力加速度による放物運動を行うように制御されることになる。この第1及び第2の制御を行う場合、停電が瞬停であって停電の発生から2Dの期間のうちに商用交流電源51が停電から復帰すれば、ロボットは直ちに通常の動作のための制御に移行することができる。減速時間Dの2倍の時間2Dまで瞬停からの電源復帰を待つことができるので、長時間の停電に対応するためにロボットを完全に停止させる処理を行う頻度が減少し、ロボットの稼働率が向上する。

[0030] 時刻a2までで電源復帰しなかった場合には、制御部56は、自由落下に近い状態で下降しているロボットのZ軸を減速停止するようにモータ61の制御を行う。この制御を第3の制御と呼ぶ。このとき、どれだけの時間でモータ61を停止させるかは、ロボットの構成や搬送物などに基づいて適宜に定めることができるが、一例として、先に計算して求めた減速時間Dを使用することができる。本実施形態では、時刻0から時刻a2の間では、重力加速度にしたがってZ軸が移動するようにしているが、これは全く制御を行わないことを意味するのではなく、ロボットの確実な動作のためにあくまでエンコーダ62からの位置検出信号に基づくフィードバック制御を行っている。このフィードバック制御においては既に時々刻々の速度指令の計算を行っており、時刻a2が経過してZ軸を減速停止させるときの減速時間として先に求めた減速時間Dを使用することにより、既に計算された一連の速度指令を時間と正負の符号とに関して反転したものをこの減速停止時の一連の速度指令として使用することができる。したがって時刻a2が経過してZ軸を減速停止させるときの計算負荷を軽減することができる。Z軸の減速停止の制御を行うことにより、時刻a3においてZ軸は停止する。このような減速停止の制御を行うことにより、停電の発生から時刻a2までの期間すなわち第1及び第2の制御でのZ軸のモータ61の電力消費はわずかであると考えられるので、全体として、電力消費を抑えるつつ安全にZ軸を停止させるこ

とができる。

[0031] 本実施形態では、ロボットのZ軸が上昇中に停電が発生した場合に、その時点での上昇速度から重力加速度による減速でZ軸の速度が0となるまでの時間を算出して減速時間Dとし、減速時間DでZ軸が減速停止するような第1の制御を行うことによって、瞬停時にも電力消費量を抑えてZ軸を停止でき、これに引き続いて減速時間Dで落下するようにZ軸を制御する第2の制御を行うことにより、電源復帰までの時間が長くなる場合にも対応できるようになり、その後、減速時間DでZ軸が減速停止する第3の制御を実施することによって、全体としての電力消費量を抑えつつ、停電が継続する場合においても安全にZ軸を保持できるようになる。

[0032] 以上説明した実施形態においては、図3において破線で示すように、時刻a1においてZ軸の速度が0になったときに、そのままZ軸を静止させてロボットを停止させるようにしてもよい。すなわち、第1の制御だけを実施してZ軸が減速停止し、そのままZ軸を保持するようにしてもよい。また、停電の発生から時刻a1までの期間において電源復帰した場合には、時刻a1までは第1の制御を行って時刻a1においてZ軸の速度を0とし、その状態を保った上で、ロボットを通常動作に移行させる制御を開始するようにしてもよい。また、時刻a1と時刻a2の間で商用交流電源51が回復した場合には、重力加速度に応じたZ軸の運動の制御すなわち第2の制御をその時点で打ち切って、ロボットを通常動作に移行させる制御を開始してもよいし、あるいは時刻a3まで第2及び第3の制御を行ってZ方向の運動を完全に停止させ、その後、ロボットを通常動作に移行させる制御を開始してもよい。

[0033] 以上の説明では、ロボットのZ軸が1段構成であるものとしているが、Z方向へのロボットの移動可能量を増すために、Z軸を2段構成としたロボットも存在する。図4は、本発明の別の実施形態のロボットシステムで用いられるロボットを示しており、このロボットはZ軸が2段構成となったものである。

[0034] 図4に示すロボットは、図1に示す水平多関節ロボットと同様のものではあ

るが、基台 1 1 に第 1 昇降機構 1 6 が設けられ、第 1 昇降機構 1 6 に対して第 2 昇降機構 1 7 が取り付けられ、第 2 昇降機構 1 7 に対して第 1 アーム 1 2 が取り付けられている点で、図 1 のロボットと異なっている。第 1 昇降機構 1 6 はロボットの第 2 昇降機構 1 7 からハンド 1 4 までの部分を昇降させ、第 2 昇降機構 1 7 は、ロボットの第 1 アーム 1 2 からハンド 1 4 までの部分を昇降させる。第 1 昇降機構 1 6 を Z 1 軸と呼び、第 2 昇降機構 1 7 を Z 2 軸と呼ぶ。第 1 昇降機構 1 6 は第 2 昇降機構 1 7 も昇降させるので、ロボットのハンド 1 4 の位置は、第 1 昇降機構 1 6 による昇降量と第 2 昇降機構 1 7 による昇降量を加算したものとなる。昇降機構 1 6, 1 7 の各々ごとにモータ 6 1 が設けられており、コントローラ 5 0 によってこれらのモータ 6 1 を駆動することによって、昇降機構 1 6, 1 7 を独立して動作させることができる。

[0035] 図 4 に示すロボットにおいても、商用交流電源 5 1 の停電を検出し、かつ、Z 1 軸及び Z 2 軸が全体として上昇しているときは、制御部 5 6 は、上述と同様に、全体としての電力消費量が少なくなるように Z 1 軸及び Z 2 軸の制御を行う。図 5 は、Z 1 軸及び Z 2 軸が全体として上昇しているときに停電を検出したときの制御を説明するグラフであって、ロボットの Z 方向での位置と速度のそれぞれの時間変化を Z 1 軸及び Z 2 軸のそれぞれごとに示している。Z 1 軸についての変化は破線で示され、Z 2 軸についての変化は一点鎖線で示されている。Z 2 軸については、Z 2 軸単体での値であり、具体的には、第 2 昇降機構 1 7 の単独で実現される昇降量と昇降速度とを示している。図において「Z 1 + Z 2」とラベルが付された実線は、Z 1 軸と Z 2 軸の動きを合成したもの、すなわちハンド 1 4 の Z 方向の動きを示している。

[0036] 図 5 に示した制御は、図 3 を用いて説明した制御における制御量すなわち速度指令値を、所定の比率で Z 1 軸と Z 2 軸に振り分けたものである。この場合、第 1 昇降機構 1 6 も第 2 昇降機構 1 7 もそれ自体は重力加速度に応じた減速や落下運動に対応する動きをしているわけではないが、ロボットにおいて第 2 昇降機構 1 7 よりも先端側は重力加速度に応じた減速や落下運動を

行っており、昇降機構 16, 17 自体の質量による寄与を無視すれば、全体として、昇降機構 16, 17 のそれぞれのモータ 61 の消費電力の低減が図られている。この制御では、図 3 を用いて説明した制御において発生する速度指令値を所定の比率で Z1 軸と Z2 軸とに分配するので、Z1 軸及び Z2 軸の各々に対する速度指令値を算出する処理が簡単なものとなって、制御部 56 における演算負荷を小さくすることができる。

[0037] 図 6 は、図 5 と同様にロボットの Z 方向での位置と速度のそれぞれの時間変化を Z1 軸及び Z2 軸のそれぞれごとに示すグラフであって、2 段構成の昇降機構 16, 17 を有する場合の制御の別の例を示している。図 6 に示す制御は、より基台 11 に近い側の第 1 昇降機構 16 に対して、まず、重力加速度に応じた運動を行うような制御を行い、その後、基台 11 から遠い方の第 2 昇降機構 17 に対して重力加速度に応じた運動を行うような制御を行うものである。以下、図 6 に基づいてこの制御を詳しく説明する。時刻 0 において停電の発生を検出すると、制御部 56 は、そのときの Z1 軸の速度 v_1 に基づいて重力加速度による減速の減速時間 D_1 を算出し、Z1 軸について図 3 に示す場合と同様に放物運動を行うような制御（第 1 及び第 2 の制御）を行う。減速時間 D_1 の 2 倍の時間が経過した時刻 b において、Z1 軸の放物運動は終了し、その後、制御部 56 は、Z1 軸を減速停止させる制御（第 3 の制御）を行う。時刻 0 と時刻 b との間、制御部 56 は、Z2 軸については、停電の発生時における速度を維持する、すなわち Z1 軸に対して等速運動を維持するような制御を行う。制御部 56 は、時刻 b を経過したら、Z2 軸について、そのときの Z2 軸の速度 v_2 に基づいて重力加速度による減速の減速時間 D_2 を算出し、図 3 に示すものと同様に放物運動を行うような制御（第 1 及び第 2 の制御）を行う。時刻 b から減速時間 D_2 の 2 倍の時間が経過した時刻 c において、Z2 軸の放物運動は終了し、その後、制御部 56 は、Z2 軸を減速停止させる制御（第 3 の制御）を行う。図 6 に示す制御は、昇降機構 16, 17 の質量による寄与が無視できないときに、より少ない電力消費でロボットを安全にかつ再始動容易に停止させることができる。

符号の説明

[0038] 11…基台；12, 13…アーム；14…ハンド；15～17…昇降機構；50…コントローラ；51…商用交流電源；52…欠相検出器；53…整流回路；54…コンデンサー；55…サーボ回路；56…制御部。

請求の範囲

- [請求項1] 外部電源における停電の発生を検出したときにおける、複数の軸を有するロボットの停止方法であって、
- 前記ロボットにおいて前記ロボットの少なくとも一部を重力方向に移動させる軸をZ軸とし、前記停電の発生を検出したときを基準時として、
- 前記Z軸が上昇状態にあって前記停電の発生を検出したときに、前記基準時における前記Z軸の上昇速度に基づいて重力加速度による減速によって前記Z軸の速度が0となるまでの時間を減速時間として算出し、
- 前記減速時間で前記Z軸の上昇を減速停止させるように前記Z軸を駆動する第1の制御を実行するロボットの停止方法。
- [請求項2] 前記基準時における前記Z軸の位置を基準位置として、前記基準時から前記減速時間が経過したときに、前記減速時間と同じ時間だけかけて前記Z軸が前記基準位置に移動するように前記Z軸を駆動する第2の制御を開始する、請求項1に記載のロボットの停止方法。
- [請求項3] 前記基準時から前記減速時間が経過したのちに前記停電からの復帰を検出したときに、前記第2の制御の実行を打ち切る、請求項2に記載のロボットの停止方法。
- [請求項4] 前記第2の制御により前記Z軸が前記基準位置に移動したのち、前記減速時間と同じ時間だけかけて前記Z軸を減速停止させるように前記Z軸を駆動する第3の制御を実施する、請求項2に記載のロボットの停止方法。
- [請求項5] 前記Z軸は第1昇降機構及び第2昇降機構からなる2段の昇降機構により構成されており、
- 前記Z軸に対する制御量を所定の比率で前記第1昇降機構及び前記第2昇降機構に振り分ける、請求項1乃至4のいずれか1項に記載のロボットの停止方法。

[請求項6] 前記Z軸は、第1昇降機構及び第2昇降機構からなって前記第1昇降機構が前記第2昇降機構よりも前記ロボットの基台に近い側に配置している2段の昇降機構により構成されており、

前記停電の発生を検出したときに、前記第1昇降機構を前記Z軸として前記第1の制御及び前記第2の制御を実行し、その後、前記第1昇降機構に対する前記第2の制御が終了したときを前記基準時として前記第2昇降機構に対して前記第1の制御及び前記第2の制御を実行する、請求項2に記載のロボットの停止方法。

[請求項7] 前記外部電源における欠相を検出することにより前記停電の発生を検出する、請求項1乃至6のいずれか1項に記載のロボットの停止方法。

[請求項8] 複数の軸を有するロボットと、外部電源から電力を供給されて前記ロボットを駆動し制御するコントローラと、を有し、前記ロボットは前記ロボットの少なくとも一部を重力方向に移動させるZ軸を備えるロボットシステムであって、

前記外部電源における停電の発生を検出する停電検出手段と、

前記コントローラに設けられ、前記Z軸が上昇状態にあって前記停電検出手段により前記停電の発生を検出したときに、前記停電の発生を検出したときを基準時として前記基準時における前記Z軸の上昇速度に基づいて重力加速度による減速によって前記Z軸の速度が0となるまでの時間を減速時間として算出し、前記減速時間で前記Z軸の上昇を減速停止させるように前記Z軸を駆動する第1の制御を実行する制御手段と、

を有するロボットシステム。

[請求項9] 前記基準時における前記Z軸の位置を基準位置として、前記制御手段は、前記基準時から前記減速時間が経過したときに、前記減速時間と同じ時間だけかけて前記Z軸が前記基準位置に移動するように前記Z軸を駆動する第2の制御を開始する、請求項8に記載のロボットシ

ステム。

[請求項10] 前記制御手段は、前記基準時から前記減速時間が経過したのちに前記停電からの復帰を検出したときに、前記第2の制御の実行を打ち切る、請求項9に記載のロボットシステム。

[請求項11] 前記制御手段は、前記第2の制御により前記Z軸が前記基準位置に移動したのち、前記減速時間と同じ時間だけかけて前記Z軸を減速停止させるように前記Z軸を駆動する第3の制御を実施する、請求項9に記載のロボットシステム。

[請求項12] 前記ロボットは、前記Z軸として、第1昇降機構及び第2昇降機構からなる2段の昇降機構を備え、

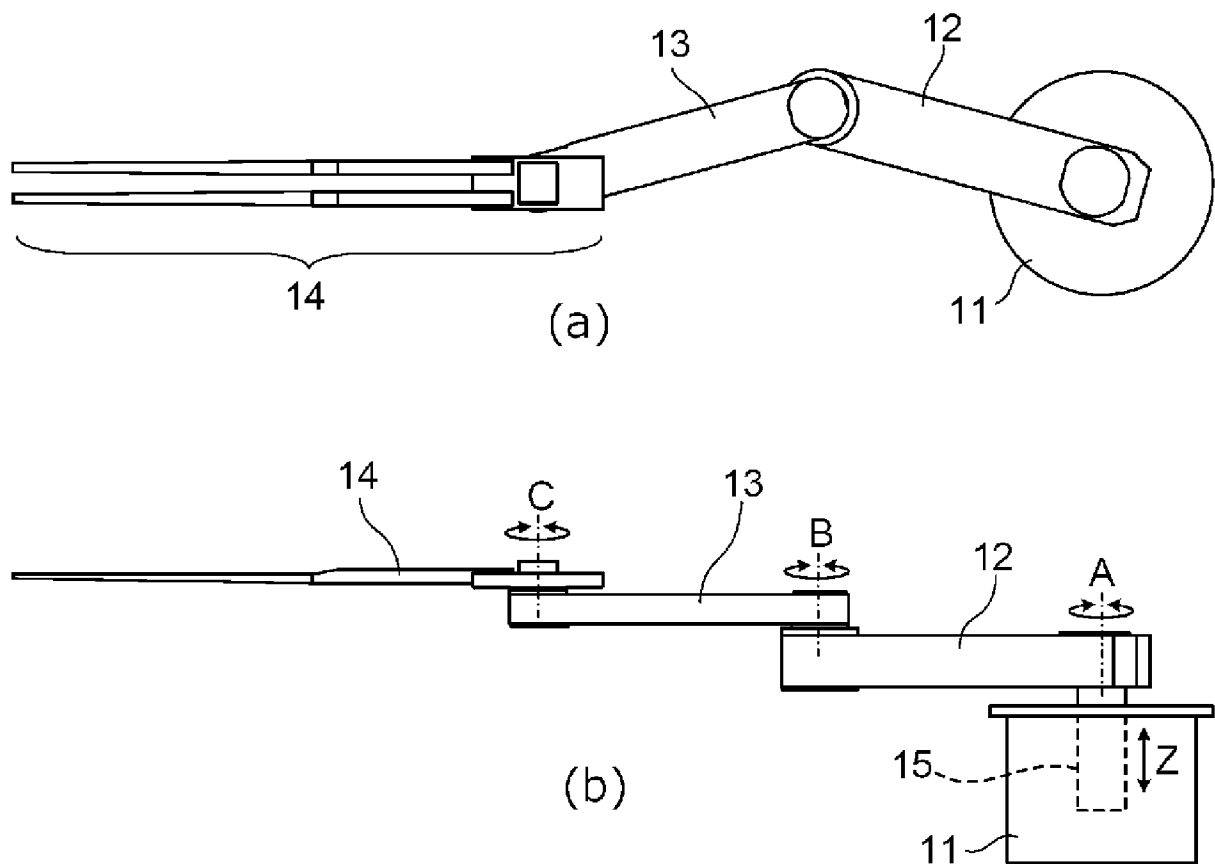
前記制御手段は、前記Z軸に関して算出した制御量を所定の比率で前記第1昇降機構及び前記第2昇降機構に振り分けて出力する、請求項8乃至11のいずれか1項に記載のロボットシステム。

[請求項13] 前記ロボットは、前記Z軸として、第1昇降機構及び第2昇降機構からなって前記第1昇降機構が前記第2昇降機構よりも前記ロボットの基台に近い側に配置している2段の昇降機構を備え、

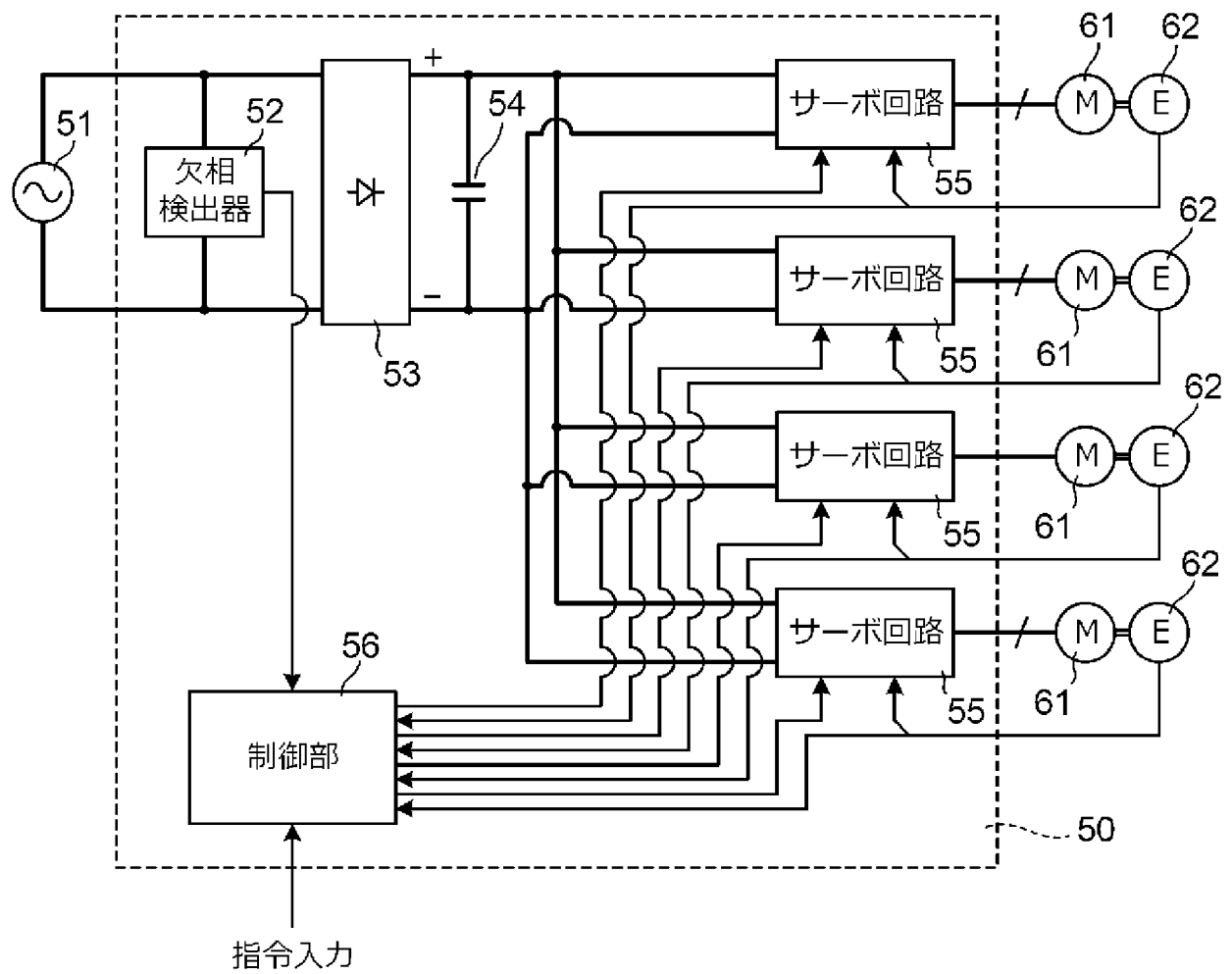
前記制御手段は、前記停電の発生が検出されたときに、前記第1昇降機構を前記Z軸として前記第1の制御及び前記第2の制御を実行し、その後、前記第1昇降機構に対する前記第2の制御が終了したときを前記基準時として前記第2昇降機構に対して前記第1の制御及び前記第2の制御を実行する、請求項9に記載のロボットシステム。

[請求項14] 前記停電検出手段は、前記外部電源における欠相を検出する欠相検出器からなる、請求項8乃至13のいずれか1項に記載のロボットシステム。

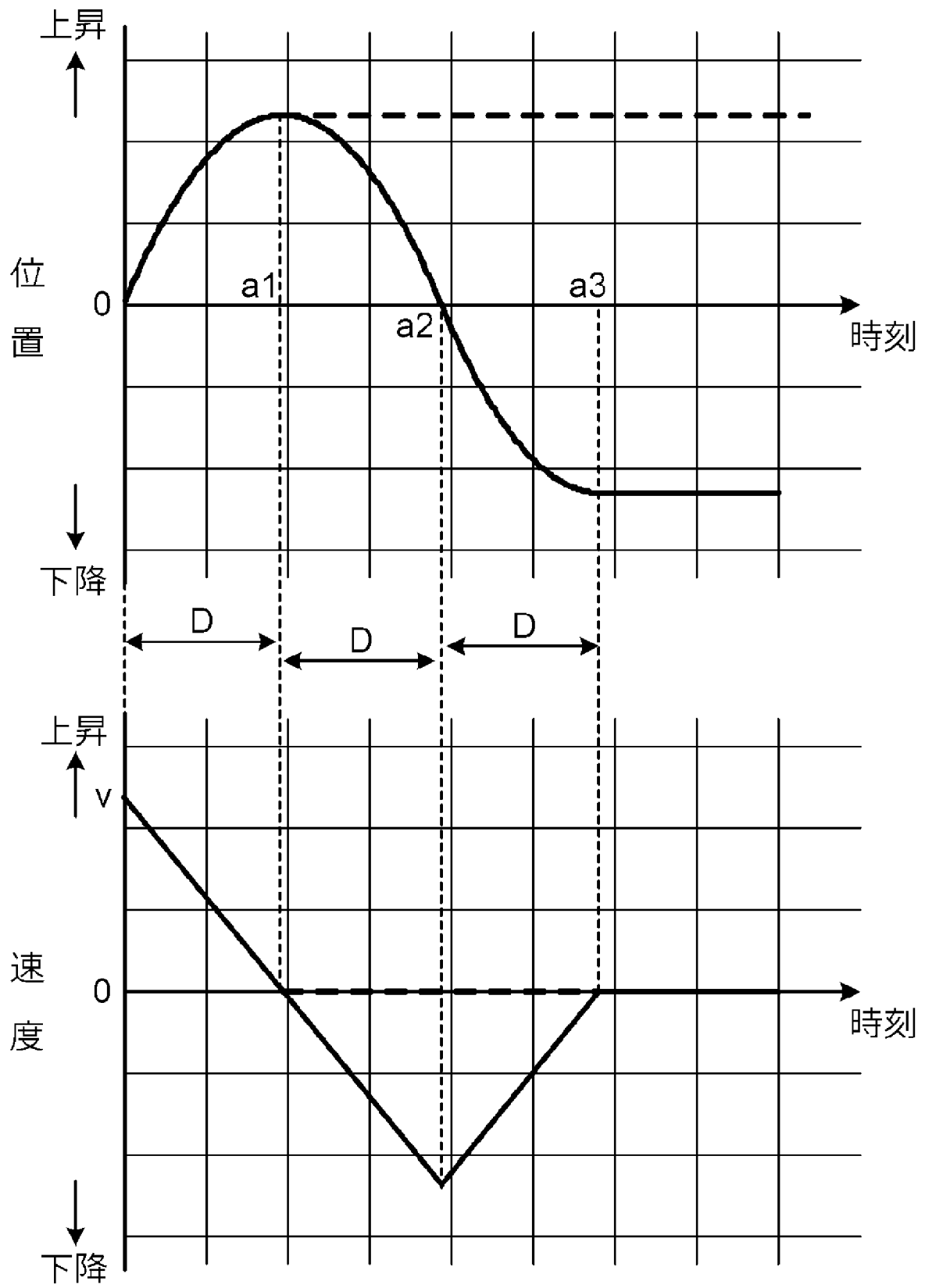
[図1]



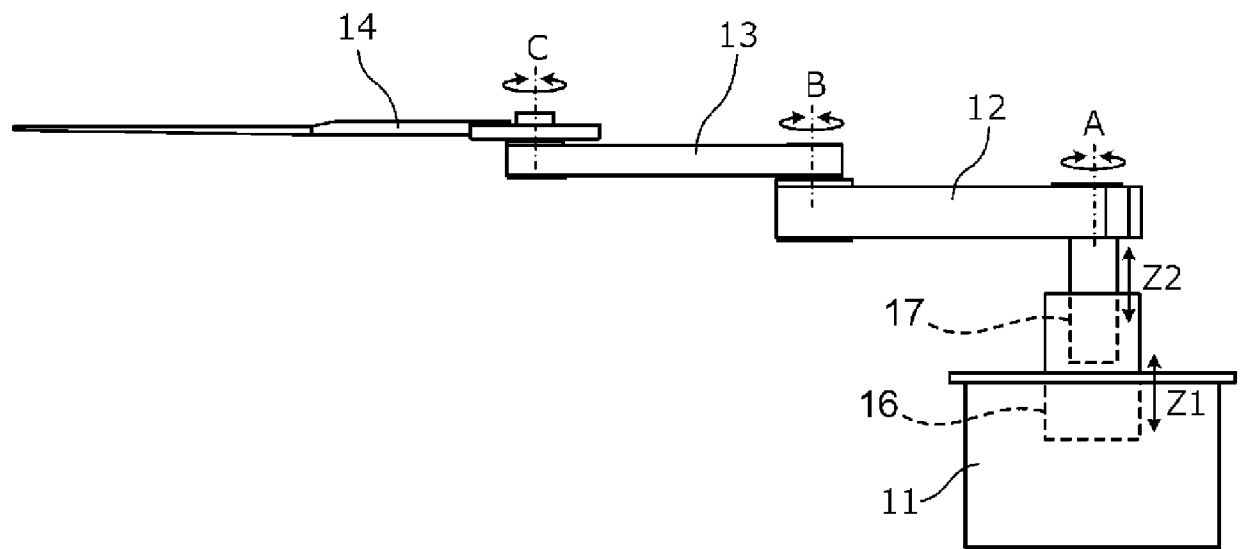
[図2]



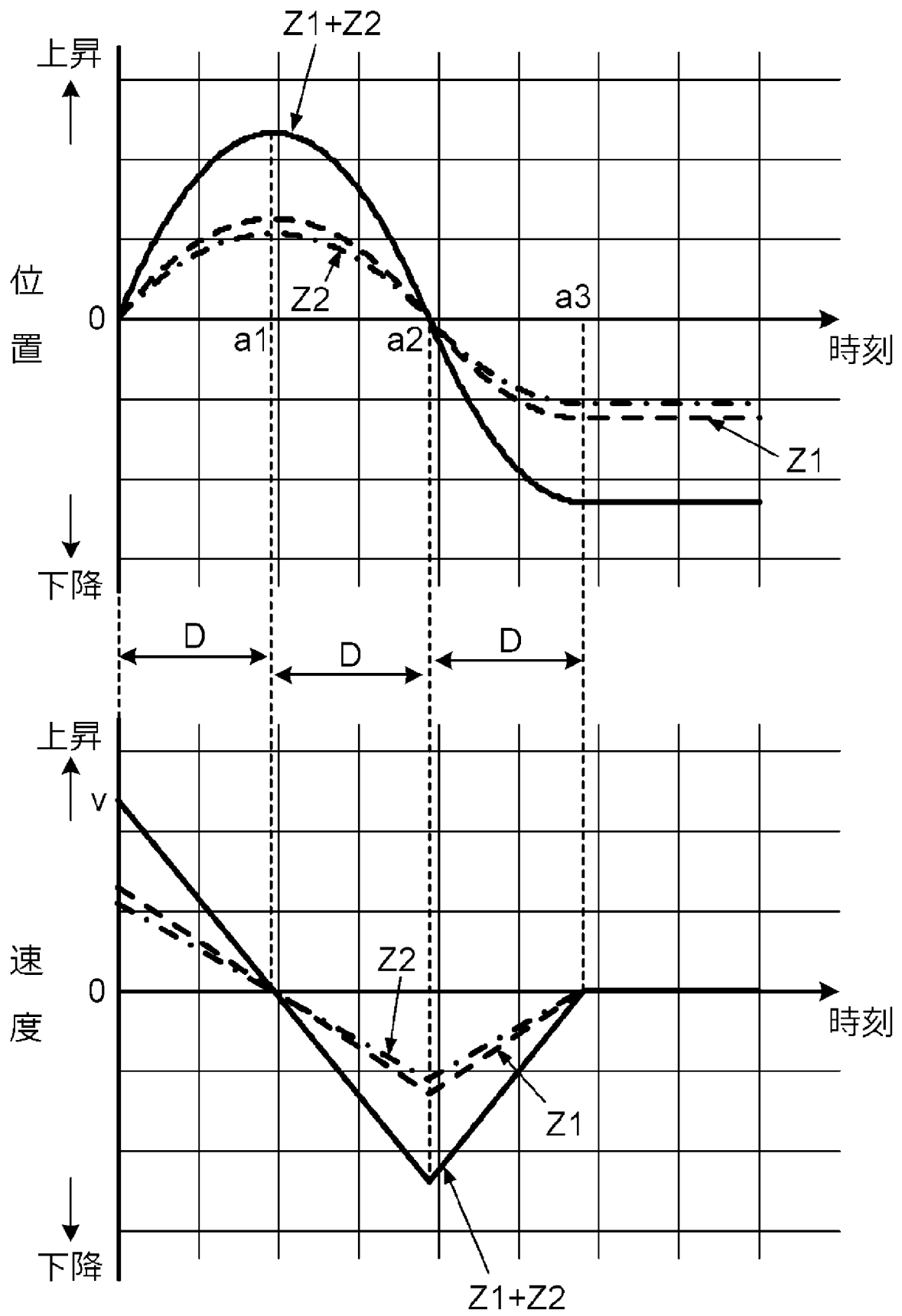
[図3]



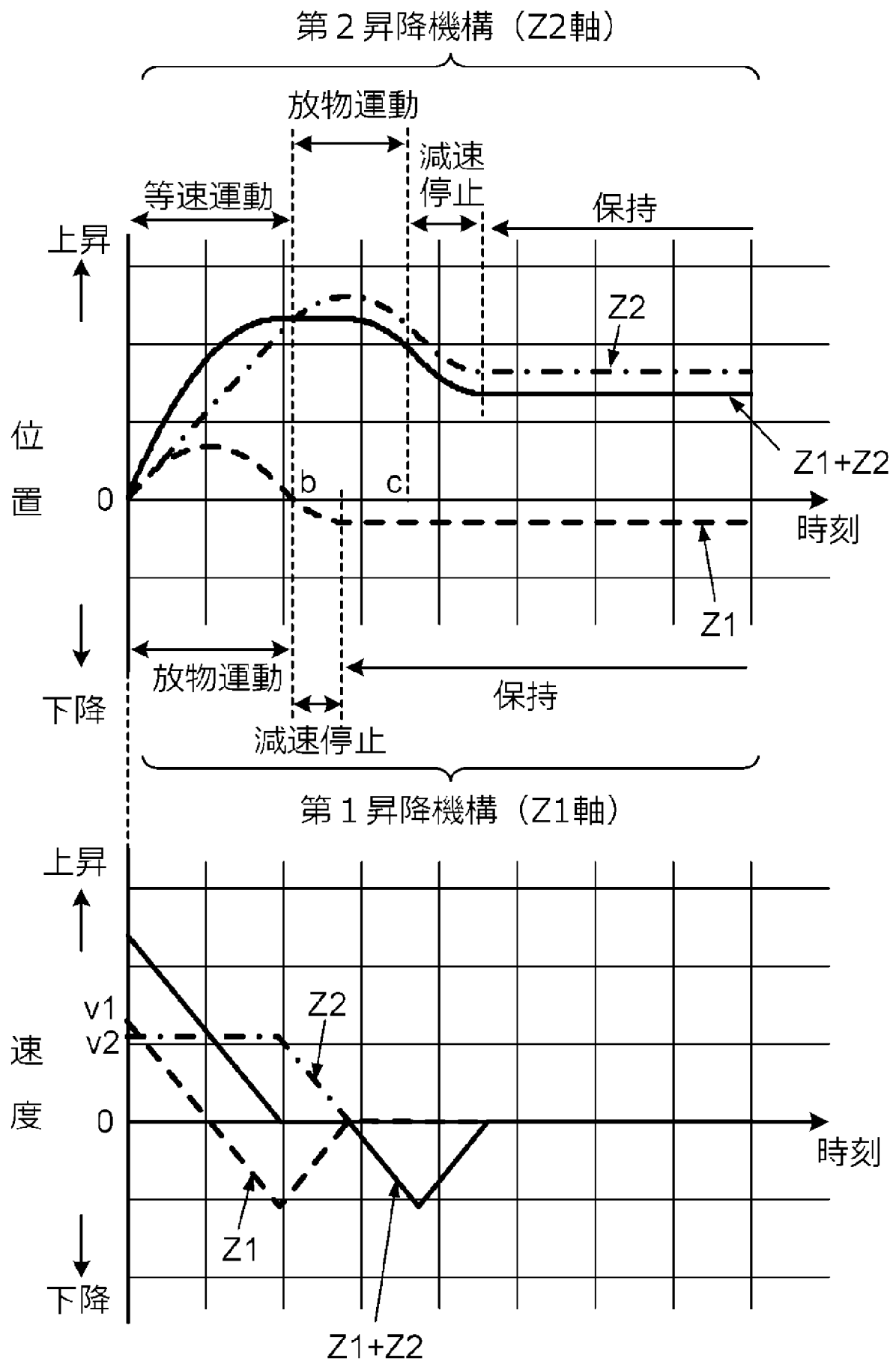
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/027244

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J19/06 (2006.01) i; H01L21/677 (2006.01) i

FI: B25J19/06; H01L21/68 A

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)

B25J1/00-21/02; H01L21/677; G05B19/18-19/19

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 2009-201180 A (HITACHI HIGH-TECH CONTROL SYSTEMS CORPORATION) 03.09.2009 (2009-09-03) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2003-131701 A (FANUC CORPORATION) 09.05.2003 (2003-05-09) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2008-204365 A (SODICK CO., LTD.) 04.09.2008 (2008-09-04) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2002-218676 A (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 02.08.2002 (2002-08-02) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2004-220384 A (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 05.08.2004 (2004-08-05) entire text, all drawings	1-14



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
18 September 2020 (18.09.2020)

Date of mailing of the international search report
06 October 2020 (06.10.2020)

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/027244

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2009-201180 A	03 Sep. 2009	(Family: none)	
JP 2003-131701 A	09 May 2003	US 2003/0076066 A1 entire text, all drawings EP 1304604 A2	
JP 2008-204365 A	04 Sep. 2008	(Family: none)	
JP 2002-218676 A	02 Aug. 2002	(Family: none)	
JP 2004-220384 A	05 Aug. 2004	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B25J 19/06(2006.01)i; H01L 21/677(2006.01)i FI: B25J19/06; H01L21/68 A														
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）） B25J1/00-21/02; H01L21/677; G05B19/18-19/19														
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>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020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	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020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 2009-201180 A（株式会社日立ハイテクコントロールシステムズ）03.09.2009 (2009-09-03) 全文、全文	1-14												
A	JP 2003-131701 A（ファナック株式会社）09.05.2003（2003-05-09） 全文、全文	1-14												
A	JP 2008-204365 A（株式会社ソディック）04.09.2008（2008-09-04） 全文、全文	1-14												
A	JP 2002-218676 A（株式会社安川電機）02.08.2002（2002-08-02） 全文、全文	1-14												
A	JP 2004-220384 A（株式会社安川電機）05.08.2004（2004-08-05） 全文、全文	1-14												
☐ 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</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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 18.09.2020	国際調査報告の発送日 06.10.2020													
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） 松浦 陽 3U 3752 電話番号 03-3581-1101 内線 3364													

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/JP2020/027244

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2009-201180	A	03.09.2009	(ファミリーなし)	
JP	2003-131701	A	09.05.2003	US 2003/0076066 A1	
				全文、全図	
				EP 1304604 A2	
JP	2008-204365	A	04.09.2008	(ファミリーなし)	
JP	2002-218676	A	02.08.2002	(ファミリーなし)	
JP	2004-220384	A	05.08.2004	(ファミリーなし)	