

(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
2020年12月30日(30.12.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/262145 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/677 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/023765

(22) 国際出願日: 2020年6月17日(17.06.2020)

(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 2019-121508 2019年6月28日(28.06.2019) JP

(71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (**KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP).

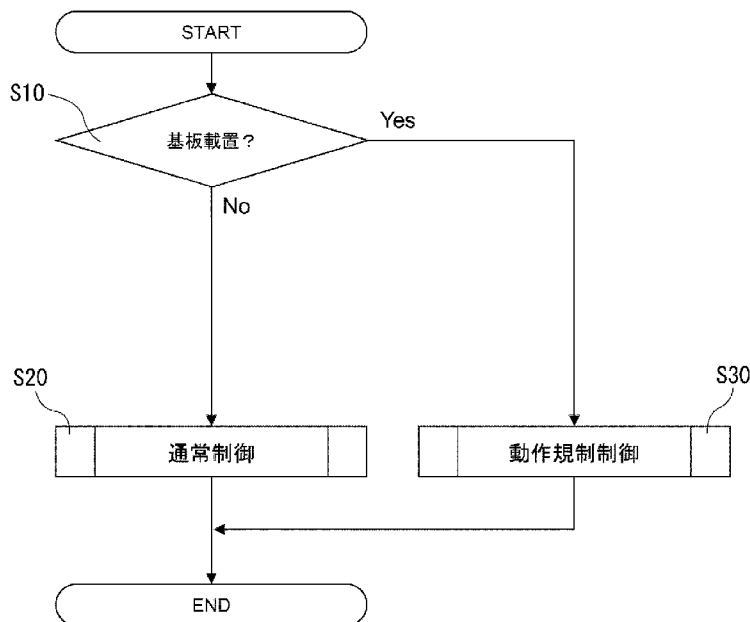
(72) 発明者: 吉田 浩之 (**YOSHIDA, Hiroyuki**). 山田 幸政 (**YAMADA, Yukimasa**). 北野 真也(**KITANO, Shinya**).

(74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (**PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE**); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町1 2 3 番地の1 貿易ビル3階 Hyogo (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, 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,

(54) **Title:** SUBSTRATE TRANSPORT ROBOT AND CONTROL METHOD FOR SUBSTRATE TRANSPORT ROBOT

(54) 発明の名称: 基板搬送ロボット及び基板搬送ロボットの制御方法



S10 Is board placed?
S20 Normal control
S30 Operation restriction control

(57) **Abstract:** A robot control unit (41) for this substrate transport robot performs operation restriction control when a substrate is placed on a substrate placement part (12a), and the operation restriction control is a control for moving a hand according to an operation plan that restricts a hand movement that includes at least any one among a horizontal speed component exceeding a predetermined second threshold (L2) and an acceleration component exceeding a predetermined third threshold in a restriction target interval (A) in which the hand (12) is moved so as to have an acceleration component in the vertical direction exceeding a predetermined first threshold (L1).

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, 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))

(57) 要約: 基板搬送ロボットのロボット制御部(41)は、基板載置部(12a)に基板が載置されているときは動作規制制御を行い、動作規制制御は、所定の第1閾値(L1)を超える鉛直方向の加速度成分を有するようにハンド(12)を移動させる規制対象区間(A)において所定の第2閾値(L2)を超える水平方向の速度成分及び所定の第3閾値を超える加速度成分の少なくとも何れか一方を含むハンドの移動を規制する動作計画に沿ってハンドを移動させる制御である。

明 細 書

発明の名称： 基板搬送ロボット及び基板搬送ロボットの制御方法
技術分野

[0001] 本発明は、基板搬送ロボット及び基板搬送ロボットの制御方法に関する。

背景技術

[0002] 従来からロボットアームによって搬送されるウェハの位置ずれを抑制することができる装置が知られている（例えば特許文献1参照）。

[0003] この装置は、ウェハの位置ずれが所定の大きさを超えたと判定した場合に、アームの加速度を低下させる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-49357号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、特許文献1に記載の装置は、ウェハの位置ずれの発生を未然に防ぐことが困難であるという問題があった。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するため、本発明のある態様に係る基板搬送ロボットは、1以上のリンクが関節によって連結され、先端部に基板を載置する基板載置部を有するハンドが設けられたロボットアームを有するロボット本体と、所定の始点から所定の終点まで前記ハンドを移動させるように前記ロボットアームを制御するロボット制御部と、を備え、前記ロボット制御部は、前記基板載置部に前記基板が載置されているときは、所定の第1閾値を超える鉛直方向の加速度成分を有するように前記ハンドを移動させる規制対象区間における所定の第2閾値又は加速度成分を超える水平方向の速度成分を含む前記ハンドの移動を規制する動作計画に沿って前記ハンドを移動させる動作規制制御を行う。

[0007] これによって、基板載置部に載置した基板の位置ずれの発生を未然に抑制することができる。

発明の効果

[0008] 本発明は、基板載置部に載置した基板の位置ずれの発生を未然に抑制することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態に係る基板処理システムの構成例を示す平面図である。

[図2]図1の基板処理システムの基板搬送ロボットの構成例を示す正面図である。

[図3]図1の基板処理システムの基板搬送ロボットの動作例1を示すフローチャートである。

[図4A]図1の基板処理システムの基板搬送ロボットの動作例1における基板搬送ロボットのハンドの移動経路を示す図である。

[図4B]図4Aの移動経路上を移動する基板搬送ロボットのハンドの鉛直方向の速度成分及び加速度成分の経時的な変化、及び水平方向の速度成分及び加速度成分の経時的な変化を示す図である。

[図5A]図1の基板処理システムの基板搬送ロボットの動作例2における基板搬送ロボットのハンドの移動経路を示す図である。

[図5B]図5Aの移動経路上を移動する基板搬送ロボットのハンドの鉛直方向の速度成分及び加速度成分の経時的な変化、及び水平方向の速度成分及び加速度成分の経時的な変化を示す図である。

[図6]図1の基板処理システムの基板搬送ロボットの動作例3における基板搬送ロボットのハンドの移動経路を示す図である。

[図7]図1の基板処理システムの基板搬送ロボットの動作例5を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] ある態様に係る基板搬送ロボットは、1以上のリンクが関節によって連結され、先端部に基板を載置する基板載置部を有するハンドが設けられたロボ

ットアームを有するロボット本体と、所定の始点から所定の終点まで前記ハンドを移動させるように前記ロボットアームを制御するロボット制御部と、を備え、前記ロボット制御部は、前記基板載置部に前記基板が載置されているときは動作規制制御を行い、該動作規制制御は、所定の第1閾値を超える鉛直方向の加速度成分を有するように前記ハンドを移動させる規制対象区間において所定の第2閾値を超える水平方向の速度成分及び所定の第3閾値を超える加速度成分の少なくとも何れか一方を含む前記ハンドの移動を規制する動作計画に沿って前記ハンドを移動させる制御である。

[0011] これによって、基板載置部に載置した基板の位置ずれの発生を未然に抑制することができる。

[0012] 前記ロボット制御部は、前記基板載置部に前記基板が載置されていないときは通常制御を行い、該通常制御は、前記規制対象区間において前記第2閾値を超える水平方向の速度成分及び前記第3閾値を超える加速度成分の少なくとも何れか一方を含む前記ハンドの移動を許容する動作計画に沿って前記ハンドを移動させる制御であってもよい。

[0013] これによって、基板載置部に基板が載置されていないときのハンドを速やかに終点に向けて移動させることができる。

[0014] 前記始点と前記終点とを直線的に結ぶ経路が水平方向及び上下方向の移動成分を有してもよい。

[0015] これによって、基板載置部に載置した基板の位置ずれの発生を適切に抑制することができる。

[0016] 前記ロボット制御部は、前記始点から前記終点まで前記ハンドを移動させたときの該ハンドが周囲の環境と干渉しない経路であって、且つ該ハンドの動作に水平方向及び上下方向の速度成分を有する動作が含まれる経路を設定可能であるときに前記動作規制制御を行ってもよい。

[0017] これによって、基板載置部に載置した基板の位置ずれの発生を適切に抑制することができる。

[0018] 前記ハンドは、前記基板を摩擦力で保持してもよい。

- [0019] これによって、パッシブハンド等の基板の位置ずれの発生が顕在化しやすいハンドの基板載置部に載置した基板の位置ずれの発生を抑制することができる。
- [0020] 前記動作規制制御は、前記第1閾値以下の鉛直方向の加速度成分を有するように前記ハンドを移動させる規制対象外区間において前記第2閾値を超える水平方向の速度成分及び前記第3閾値を超える加速度成分の少なくとも何れか一方を含む前記ハンドの移動を許容する動作計画に沿って前記ハンドを移動させる制御であってもよい。
- [0021] これによって、ハンドを速やかに終点に移動させることができる。
- [0022] 前記始点は、前記基板載置部に前記基板を載置する位置であり、前記終点は、前記基板載置部に載置された前記基板を降ろす位置であってもよい。
- [0023] これによって、ハンドの移送を速やかに行うことができる。
- [0024] 前記ロボット本体は水平多関節ロボットであってもよい。
- [0025] これによって、水平多関節ロボットを用いて基板載置部に載置した基板の位置ずれを抑制することができる。
- [0026] 前記動作規制制御において、前記始点から前記終点まで前記ハンドを移動させる経路は、水平方向に前記ハンドを移動させる区間と上下方向に前記ハンドを移動させる区間とが交互に3つ以上連続する経路を含んでいてもよい。
- [0027] これによって、基板載置部に載置した基板の位置ずれの発生を効果的に抑制することができる。
- [0028] ある態様に係る基板搬送ロボットの制御方法は、基板搬送ロボットのハンドを所定の始点から所定の終点まで移動させる基板搬送ロボットの制御方法であって、前記ハンドを周囲の環境と干渉させずに前記始点から前記終点まで直線的に移動させる直線経路を設定可能である場合に、前記ハンドを前記直線経路とは異なる水平方向に前記ハンドを移動させる区間と上下方向に前記ハンドを移動させる区間とを含む経路に沿って移動させる。
- [0029] これによって、基板載置部に載置した基板の位置ずれの発生を未然に抑制

することができる。

[0030] 他の態様に係る基板搬送ロボットの制御方法は、基板搬送ロボットのハンドを所定の始点から所定の終点まで移動させる基板搬送ロボットの制御方法であって、前記ハンドを周囲の環境と干渉させずに前記始点から前記終点まで直線的に移動させる直線経路を設定可能である場合に、前記ハンドを前記直線経路とは異なる実移動経路に沿って移動させ、前記ハンドを前記実移動経路に沿って移動させる間の以下の式で表されるズレ抵抗係数の最小値は、前記ハンドを前記始点から前記終点に至る直線的な経路に沿って移動させる間の前記ズレ抵抗係数の最小値より大きい。

ズレ抵抗係数＝前記ハンドに載置した基板と前記ハンドとの間の静止摩擦係数×前記基板の上下方向加速度－前記基板の水平方向加速度

[0031] これによって、基板載置部に載置した基板の位置ずれの発生を未然に抑制することができる。

[0032] 以下、実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、本実施の形態によって本発明が限定されるものではない。また、以下では、全ての図を通じて、同一又は相当する要素には同一の参照符号を付して、その重複する説明を省略する。

[0033] 図1は、実施の形態に係る基板処理システム100の構成例を示す平面図である。

[0034] 図1に示すように、基板処理システム100は、基板処理設備1と基板移載設備2とを備え、F O U P (Front Opening Unified Pod) と称されるキャリア110に複数收容された状態で基板処理システム100に搬送されたウェハWを、基板移載設備2によってキャリア110から取り出し、基板処理設備1のステージ3に移送する。そして、基板処理設備1においてウェハWに対して予め定める処理が実施される。そして、ウェハWに対して予め定める処理が実施された後、基板移載設備2は、ウェハWをステージ3からキャリア110に移送して、キャリア110に再度收容する。これらの過程におけるウェハWへのパーティクルの付着等を防ぐため、基板処理システム100

0は、基板処理設備1の処理空間1a及び基板移載設備2の準備空間2aのクリーン度を高く保つための図示しない装置を含む。なお、基板処理システム100が処理する基板はウェハに限られるものではなく、ガラス基板であってもよい。

[0035] 図2は、基板移載設備2の基板搬送ロボット5の構成例を示す正面図である。

[0036] 基板移載設備2は、ウェハWをキャリア110とステージ3との間で移送する設備であり、基板搬送ロボット5を含む。

[0037] 基板搬送ロボット5は、基板移載設備2の準備空間2aに配置されたロボットであり、例えばスカラ型の水平多関節ロボットである。図2に示すように、基板搬送ロボット5は、ロボット本体10と、ロボット制御部41とを含む。

[0038] ロボット本体10は、ロボットアーム11と、ハンド12と、ロボットアーム駆動機構20と、基台31とを含む。

[0039] 基台31は、基板移載設備2の準備空間2aに固定されている。

[0040] ロボットアーム11は、1以上のリンクが関節によって連結され、先端部にハンド12が設けられている。図2に示すように、ロボットアーム11は、基端部から先端部に向かう方向に関節を介して順次連結される複数のリンク（第1リンク11a、第2リンク11b、第3リンク11c）を備える。各リンクは、水平方向に延びる中空の厚板状に形成されている。

[0041] 第1リンク11aは、基端部が後述する上下駆動機構26の可動部27の上端部に対して第1関節61を介して回動可能に連結されている。また、第2リンク11bは、基端部が第1リンク11aの先端部に第2関節62を介して回動可能に連結されている。更に、第3リンク11cは、基端部が第2リンク11bの先端部に第3関節63を介して回動可能に連結されている。そして、第3リンク11cの先端部にハンド12が固定されている。各関節の回動軸は、互いに平行に上下方向に延び、これらの関節61、62、63の回動によって、ハンド12は、水平方向に移動する。関節61、62、6

3は、例えば、関節によって連結される一対のリンク（上下駆動機構26の可動部27を含む）のうち一方のリンクに回転軸が固定され、この回転軸を他方のリンクが軸受けを介して回転可能に支持する。

[0042] ハンド（ブレード）12は、その上に載置されたウェハWを摩擦力で保持するパッシブハンドであり、水平方向に延びる薄板状に形成され、上面にウェハWを載置する基板載置部12aを有する。摩擦力でウェハWを保持するパッシブハンドは、例えば加速度に比例する慣性力、並びに速度の二乗に比例する遠心力及び風圧の影響により、基板の位置ずれが生じやすい。なお、これに代えて、ハンド12は、ウェハWをベルヌーイハンド等のワークを吸引保持する吸着ハンドや、ウェハWのエッジを把持するエッジグリップハンドであってもよい。

[0043] ロボットアーム駆動機構20は、ハンド12を水平方向に移動させると共に、ロボットアーム11全体を上下方向に移動させる機構である。ロボットアーム駆動機構20は、水平駆動機構21と、上下駆動機構26とを含む。

[0044] 水平駆動機構21は、ロボットアーム11の各関節を駆動する機構であり、例えば、各関節に対応してロボットアーム11の内部空間に設けられたサーボモータと、モータの回転角を関節に伝達する複数のギアを含む。上下駆動機構26は、ロボットアーム11を支持し、ロボットアーム11全体を昇降させる機構である。上下駆動機構26は、基台31に固定されている図示しない固定部と、固定部に対して鉛直方向及び鉛直方向と反対方向（以下、単に上下方向ともいう）に昇降可能に連結されている可動部27と、サーボモータと、モータの駆動力を固定部に対する可動部27の直進力に変換して、可動部27に伝達し、可動部27を昇降させるボールねじ機構を含む。

[0045] ロボット制御部41は、所定の動作プログラム又はユーザから入力される移動指令にしたがって、ロボットアーム駆動機構20を制御する。これによって、ロボット制御部41は、所定の始点P_sから所定の終点P_e（図4参照）までハンド12を移動させるようにロボットアーム11を制御する。ロボット制御部41は、例えば、CPU等の演算器を有する制御部と、ROM

及びRAM等のメモリを有する記憶部とを備えている。制御器は、集中制御する単独の制御器で構成されていてもよく、互いに協働して分散制御する複数の制御器で構成されてもよい。記憶部には、後述する通常制御に対応付けられた移動経路 R_t 及び動作規制制御に対応付けられた移動経路 R が記憶されている。これらの移動経路 R 、 R_t は、始点 P_s 及び終点 P_e が決定されたときに、予め教示された動作計画である。

[0046] [動作例1]

次に、基板処理システム100の基板搬送ロボット5の動作例1を説明する。動作例1において、ロボット制御部41は、終点 P_e が始点 P_s よりも上方に設定されている移動経路 R 上を移動させる。

[0047] 図3は、基板搬送ロボット5の動作例1を示すフローチャートである。図4Aは、動作例1における基板搬送ロボット5のハンド12の移動経路 R を示す図である。図4Bは、図4Aに示す移動経路 R 上を移動するハンド12の鉛直方向の速度成分 v_v 及び加速度成分 a_v の経時的な変化、及び水平方向の速度成分 v_h 及び加速度成分 a_h の経時的な変化を示す図である。なお、図4Bの上段のグラフは、縦軸の上側に向かうにしたがって、鉛直方向、すなわち下方に向かう速度成分 v_v 及び加速度成分 a_v の値が大きくなるように示している。また、図4Bの下段のグラフは、縦軸の上側に向かうにしたがって、終点 P_e に近づく方向への速度成分 v_h 及び加速度成分 a_h の値が大きくなるように示している。

[0048] まず、ロボット制御部41は、キャリア110に収容された移送対象のウェハWの直下に基板載置部12aを位置させた上でハンド12を上昇させ、ウェハWを取り上げる。これによって、基板載置部12aにウェハWが載置され、ウェハWはハンド12に保持される。このとき、ウェハWの水平方向への移動は摩擦力によって規制される。この基板載置部12aにウェハWを載置する位置が、移動経路 R の始点 P_s である。

[0049] 次に、ロボット制御部41は、移動経路 R の終点 P_e に向かってハンド12を移動させる。この終点 P_e は、ステージ3上に設定され、基板載置部1

2 aに載置されたウェハWを降ろす（基板処理設備1に受け渡す）位置である。

[0050] このとき、ロボット制御部41は、まず、基板載置部12aにウェハWが載置されているか否かを判定する（ステップS10）。

[0051] そして、ロボット制御部41は、基板載置部12aにウェハWが載置されていないと判定すると（ステップS10においてNo）、通常制御を実行する（ステップS20）。この通常制御において、ロボット制御部41は、ハンド12を通常制御に対応付けられた移動経路R_t上を移動させる。この移動経路R_tは、始点P_sと終点P_eとを直線的に結ぶ最短経路であり、ロボット制御部41は、通常制御において、ハンド12を斜め上方向に向かって移動させる。すなわち、ロボット制御部41は、規制対象区間Aにおける水平方向の速度成分v_hを含むハンド12の移動（詳細は後述）を許容してハンド12を移動させる。これによって、基板載置部12aにウェハWが載置されていないときは、ハンド12を速やかに終点P_eに移動させることができる。

[0052] 一方、ロボット制御部41は、基板載置部12aにウェハWが載置されていると判定すると（ステップS10においてYes）、動作規制制御を実行する（ステップS30）。この動作規制制御において、ロボット制御部41は、動作規制制御に対応付けられた移動経路R上を移動させる。

[0053] 動作規制制御に対応付けられた移動経路Rとは、例えば図4Aに示す経路である。ハンド12をこの図4Aに示す移動経路R上を移動させる場合、まず、ロボット制御部41は、上下駆動機構26を制御して可動部27を上昇させると同時に、水平駆動機構21を制御してハンド12を終点P_eに向かって水平方向に移動させ、ロボット制御部41が終点P_eの下方に設定した経由点P_vに向けてハンド12を移動させる。このとき、ロボット制御部41は、図4Bの上段のグラフに示すように、上下駆動機構26を制御して、可動部27を終点P_eに向けて上方向（鉛直方向と反対方向、図4Bの上段のグラフの縦軸の下方に向かう方向）に加速し、その後速度が目標速度に達

すると、可動部 27 の加速を停止する。すなわち、ハンド 12 の鉛直方向の加速度成分 a_v の値は、移動開始時から一定時間負の値を有し、その後 0 に変化する。また、これと同時に、ロボット制御部 41 は、図 4 B の下段のグラフに示すように、水平駆動機構 21 を制御して、ハンド 12 を終点 P_e に向かう方向に加速し、その後速度が目標速度に達すると、ハンド 12 の加速を停止する。すなわち、ハンド 12 の終点 P_e に向かう水平方向の加速度成分 a_h の値は、移動開始時から一定時間正の値を有し、その後 0 に変化する。

[0054] 次に、経路点 P_v に近づくと、ロボット制御部 41 は、図 4 B の下段のグラフに示すように、水平駆動機構 21 を制御して、ハンド 12 の水平方向の移動速度を減速し、ハンド 12 が経路点 P_v に到達した時点 t_v でハンド 12 の水平方向の移動を停止させる。すなわち、ハンド 12 の終点 P_e に向かう水平方向の加速度成分 a_h の値は、減速を開始した時点において 0 から負の値に変化し、その後ハンド 12 が経路点 P_v に到達した時点 t_v において 0 に変化する。その後、ハンド 12 は、経路点 P_v を超え、経路点 P_v と終点 P_e との間の区間を移動するとき、水平方向の速度成分 v_h を有さず、上方向（鉛直方向と反対方向）の速度成分 v_v を有する。

[0055] 次に、ハンド 12 が終点 P_e に近づくと、ロボット制御部 41 は、図 4 B の上段のグラフに示すように、上下駆動機構 26 を制御して、可動部 27 の移動速度（ハンド 12 の上下方向の移動速度）を減速し、ハンド 12 が終点 P_e に到達した時点 t_e で停止させる。すなわち、ハンド 12 の鉛直方向の加速度成分 a_v の値は、減速を開始した時点において 0 から正の値に変化し、その後ハンド 12 が終点 P_e に到達した時点 t_e において 0 に変化する。

[0056] 可動部 27 の減速を開始したときにハンド 12 が位置する減速開始点 P_w と終点 P_e との間の区間が 0（第 1 閾値 L_1 ）を超える鉛直方向の加速度成分 a_v を有するようにハンド 12 を移動させる規制対象区間 A である。また、それ以外の区間、すなわち始点 P_s と減速開始点 P_w との間の区間が 0 以下（負数を含む）の鉛直方向の加速度成分 a_v を有するようにハンド 12 を

移動させる規制対象外区間Bである。

[0057] 規制対象区間Aにおいては、重力方向と反対向きの慣性力がウェハWに働き、ウェハWと基板載置部12aとの接触面に働く摩擦力を減少させる。この状態においては、ウェハWに風圧がかかったり、ウェハWに遠心力や慣性力が作用したりすることにより、ウェハWの位置ずれが生じやすい。しかし、上述の通り、規制対象区間Aにおいて、ロボット制御部41は、0（第2閾値L2）を超える水平方向の速度成分 v_h を含むハンド12の移動を規制してハンド12を移動させる。したがって、この区間においてはウェハWに作用する位置ずれの要因となる力を抑制することができ、基板載置部12aに載置した基板の位置ずれの発生を未然に抑制することができる。本実施の形態において、第1閾値L1及び第2閾値L2は0であるが、これに限られない。

[0058] また、上述の通り、規制対象外区間Bにおいて、ロボット制御部41は、0（第2閾値L2）を超える水平方向の速度成分 v_h を含むハンド12の移動を許容してハンド12を移動させる。したがって、慣性力がウェハWに作用しない区間や、重力方向と同方向の慣性力がウェハWに作用する区間においては、ハンド12を速やかに終点P_eに向けて移動させることができる。

[0059] このように、ロボット制御部41は、ハンド12を周囲の環境と干渉させずに始点P_sから終点P_eまで移動させる直線的な経路R_tを設定可能な場合に、経路R_tとは異なる経路Rに沿ってハンド12を移動させる。この経路（実移動経路）Rは、上述の通り、水平方向にハンド12を移動させる規制対象外区間Bと上下方向にハンド12を移動させる規制対象区間Aとを含む。そして、ハンド12を経路Rに沿って移動させる間のズレ抵抗係数の最小値は、ハンド12を経路R_tに沿って移動させる間のズレ抵抗係数の最小値よりも大きくなるように、経路Rは教示される。このズレ抵抗係数とは、以下の式（1）で表される。

ズレ抵抗係数＝ウェハWと基板載置部12aとの間の静止摩擦係数×ウェハWの上下方向加速度－ウェハWの水平方向加速度　・・・（1）

[0060] これによって、基板載置部 12a に載置したウェハ W の位置ずれの発生を未然に抑制することができる。

[0061] [動作例 2]

次に、基板処理システム 100 の基板搬送ロボット 5 の動作例 2 を説明する。動作例 2 において、ロボット制御部 41 は、終点 P_e が始点 P_s よりも下方に設定されている移動経路 R 上を移動させる。本動作例においては、始点 P_s がステージ 3 に設定され、終点 P_e がキャリア 110 に設定される。

[0062] 図 5A は、動作例 2 における基板搬送ロボット 5 のハンド 12 の移動経路 R を示す図である。図 5B は、図 5A に示す移動経路 R 上を移動するハンド 12 の鉛直方向の速度成分 v_v 及び加速度成分 a_v の経時的な変化、及び水平方向の速度成分 v_h 及び加速度成分 a_h の経時的な変化を示す図である。

[0063] 動作例 1 と動作例 2 とは、ステップ S10～ステップ S30 の動作フローは同じであり、第 2 閾値 L_2 を超える水平方向の速度成分 v_h を含むハンド 12 の移動を規制してハンド 12 を移動させる動作タイミングが異なる。

[0064] 動作例 2 の動作規制制御において、例えば、ハンド 12 をこの図 5A に示す移動経路 R 上を移動させる場合、まず、ロボット制御部 41 は、上下駆動機構 26 を制御して可動部 27 を下降させ、ロボット制御部 41 が始点 P_s の下方に設定した経由点 P_v に向けてハンド 12 を移動させる。このとき、ロボット制御部 41 は、図 5B の上段のグラフに示すように、上下駆動機構 26 を制御して、可動部 27 を終点 P_e に向けて鉛直方向に加速し、その後速度が目標速度に達すると、可動部 27 の加速を停止させる。すなわち、ハンド 12 の鉛直方向の加速度成分 a_v の値は、移動開始時から一定時間正の値を有し、その後 0 に変化する。このように、ハンド 12 は、始点 P_s と経由点 P_v との間の区間を移動するとき、水平方向の速度成分 v_h を有さず、鉛直方向の速度成分 v_v を有する。

[0065] そして、ハンド 12 が始点 P_s の下方に位置する経由点 P_v に到達すると、ロボット制御部 41 は、図 5B の下段のグラフに示すように、水平駆動機構 21 を制御して、ハンド 12 を終点 P_e に向かう方向に水平方向に加速す

る。そして、その後速度が目標速度に達すると、ロボット制御部41は、ハンド12の加速を停止させる。すなわち、ハンド12の終点 P_e に向かう水平方向の加速度成分 a_h は、経路点 P_v に到達した時点から一定時間正の値を有し、その後0に変化する。

[0066] そして、ハンド12が終点 P_e に近づくと、ロボット制御部41は、図4Bの下段のグラフに示すように、上下駆動機構26を制御して可動部27（ハンド12）を減速し、更に、水平駆動機構21を制御して、ハンド12を減速する。そして、ハンド12が終点 P_e に到達した時点 t_e において停止させる。すなわち、ハンド12の鉛直方向の加速度成分 a_v の値は、減速を開始した時点において0から負の値に変化し、その後ハンド12が終点 P_e に到達した時点 t_e において0に変化する。また、ハンド12の終点 P_e に向かう水平方向の加速度成分 a_h の値は、減速を開始した時点において0から負の値に変化し、その後ハンド12が終点 P_e に到達した時点 t_e において0に変化する。

[0067] 始点 P_s と可動部27の加速を停止した時点におけるハンド12が位置する加速停止点 P_x との間の区間が規制対象区間Aであり、それ以外の区間が規制対象外区間Bである。

[0068] [動作例3]

次に、基板処理システム100の基板搬送ロボット5の動作例3を説明する。動作例3において、ロボット制御部41は、水平方向にハンド12を移動させる区間と鉛直方向又は鉛直方向と反対方向にハンド12を移動させる区間とが交互に3つ以上連続する移動経路R上を移動させる。

[0069] 図6は、動作例3における基板搬送ロボット5のハンド12の移動経路Rを示す図である。

[0070] 動作例1と動作例3とは、ステップS10～ステップS30の動作フローは同じであり、第2閾値 L_2 を超える水平方向の速度成分 v_h を含むハンド12の移動を規制してハンド12を移動させるタイミングが異なる。

[0071] 動作例3の動作規制制御において、例えば、図5Aに示す始点 P_s から終

点 P_e にハンド 12 を移動させる場合、まず、ロボット制御部 41 は、水平駆動機構 21 を制御して、ハンド 12 を最初の経路点 P_{v1} に向かって水平方向に移動させる。そして、ロボット制御部 41 は、ハンド 12 を経路点 P_{v1} 上で一旦停止させる。

[0072] 次に、ロボット制御部 41 は、上下駆動機構 26 を制御して、ハンド 12 を P_{v1} の下方に位置する次の経路点 P_{v2} に向かって鉛直方向に移動させる。そして、ロボット制御部 41 は、ハンド 12 を経路点 P_{v1} 上で一旦停止させる。

[0073] 更に、ロボット制御部 41 は、この水平方向の移動と鉛直方向に向かう移動とを交互に繰り返してハンド 12 を終点 P_e に位置させる。

[0074] これによって、鉛直方向の加速度成分 a_v を有するようにハンド 12 を移動させる規制対象区間 A においては、水平方向の速度成分 v_h を含むハンド 12 の移動を規制してハンド 12 を移動させることができる。

[0075] [動作例 4]

上記動作例 1～3 では、規制対象区間 A において、ロボット制御部 41 は、0（第 2 閾値 L_2 ）を超える水平方向の速度成分 v_h を含むハンド 12 の移動を規制してハンド 12 を移動させた。しかし、これに変えて、又はこれに加えて、ロボット制御部 41 は、0（第 3 閾値）を超える水平方向の加速度成分 a_h を含むハンド 12 の移動を規制してハンド 12 を移動させてもよい。これによって、ウェハ W の位置ずれが生じやすい状態となる規制対象区間 A において、基板載置部 12a に載置したウェハ W に慣性力が作用することによるウェハ W の位置ずれの発生を未然に抑制することができる。なお、第 3 閾値は 0 に限定されない。

[0076] [動作例 5]

図 7 は、基板搬送ロボット 5 の動作例 5 を示すフローチャートである。

上記動作例 1～4 では、移動経路 R 、 R_t は、始点 P_s 及び終点 P_e が決定されたときに、予め教示された経路であったが、これに代えて、決定された始点 P_s 及び終点 P_e に応じてロボット制御部 41 が生成してもよい。そ

して、図7に示すように、本動作例において、ロボット制御部41は、基板載置部12aにウェハWが載置されていると判定すると（ステップS10においてYes）、更に、通常制御によってハンド12を始点Psから終点Peに動作させるときのハンド12の動作が規制対象動作を含むか否か判定する（ステップS25）。このとき、ロボット制御部41は、経路Rtが水平方向の移動成分Lh及び上下方向の移動成分Lv（図4A及び図5A参照）を有するときに規制対象動作を含むと判定する。また、ロボット制御部41は、始点Psから終点Peまでハンド12を移動させたときのハンド12が周囲の環境と干渉しない経路であって、且つハンド12の動作に水平方向の速度成分vh及び上下方向の速度成分vvを有する動作が含まれる経路を設定可能であるときに規制対象動作を含むと判定してもよい。この水平方向及び上下方向の速度成分vh、vvを有する動作とは、垂直多関節ロボットである基板搬送ロボット5においては、例えば、水平駆動機構21が可動部27を上下動させると同時に、上下駆動機構26がハンド12を水平方向に移動させる動作である。

[0077] そして、ロボット制御部41は、経路Rtが水平方向の移動成分Lhのみを有する又は上下方向の移動成分Lvのみを有すると判定すると（ステップS25においてNo）、通常動作を実行する（ステップS20）。これによって、基板載置部12aに載置されたウェハWの位置ずれが生じにくい状況においては、ウェハWを速やかに終点Peに移送することができる。

[0078] 一方、ロボット制御部41は、通常制御におけるハンド12の動作が規制対象動作を含むと判定すると（ステップS25においてYes）、動作規制制御を実行する。この動作規制制御において、ロボット制御部41は、規制対象区間A及び規制対象外区間Bを含む移動経路Rを生成する。そして、ロボット制御部41は、ハンド12が移動経路R上を移動するように制御する。

[0079] 上記説明から、当業者にとっては、本発明の多くの改良や他の実施の形態が明らかである。したがって、上記説明は、例示としてのみ解釈されるべき

であり、本発明を実行する最良の態様を当業者に教示する目的で提供されたものである。本発明の精神を逸脱することなく、その構造及び／又は機能の詳細を実質的に変更できる。

符号の説明

- [0080] 5 基板搬送ロボット
- 1 0 ロボット本体
- 1 1 ロボットアーム
- 1 2 ハンド
- 1 2 a 基板載置部
- 4 1 ロボット制御部

請求の範囲

- [請求項1] 1以上のリンクが関節によって連結され、先端部に基板を載置する基板載置部を有するハンドが設けられたロボットアームを有するロボット本体と、
- 所定の始点から所定の終点まで前記ハンドを移動させるように前記ロボットアームを制御するロボット制御部と、を備え、
- 前記ロボット制御部は、前記基板載置部に前記基板が載置されているときは動作規制制御を行い、該動作規制制御は、所定の第1閾値を超える鉛直方向の加速度成分を有するように前記ハンドを移動させる規制対象区間において所定の第2閾値を超える水平方向の速度成分及び所定の第3閾値を超える加速度成分の少なくとも何れか一方を含む前記ハンドの移動を規制する動作計画に沿って前記ハンドを移動させる制御である、基板搬送ロボット。
- [請求項2] 前記ロボット制御部は、前記基板載置部に前記基板が載置されていないときは通常制御を行い、該通常制御は、前記規制対象区間において前記第2閾値を超える水平方向の速度成分及び前記第3閾値を超える加速度成分の少なくとも何れか一方を含む前記ハンドの移動を許容する動作計画に沿って前記ハンドを移動させる制御である、請求項1に記載の基板搬送ロボット。
- [請求項3] 前記始点と前記終点とを直線的に結ぶ経路が水平方向及び上下方向の移動成分を有する、請求項1又は2に記載の基板搬送ロボット。
- [請求項4] 前記ロボット制御部は、前記始点から前記終点まで前記ハンドを移動させたときの該ハンドが周囲の環境と干渉しない経路であって、且つ該ハンドの動作に水平方向及び上下方向の速度成分を有する動作が含まれる経路を設定可能であるときに前記動作規制制御を行う、請求項1乃至3の何れか1に記載の基板搬送ロボット。
- [請求項5] 前記ハンドは、前記基板を摩擦力で保持する、請求項1乃至4の何れか1に記載の基板搬送ロボット。

- [請求項6] 前記動作規制制御は、前記第1 閾値以下の鉛直方向の加速度成分を有するように前記ハンドを移動させる規制対象外区間において前記第2 閾値を超える水平方向の速度成分及び前記第3 閾値を超える加速度成分の少なくとも何れか一方を含む前記ハンドの移動を許容する動作計画に沿って前記ハンドを移動させる制御である、請求項1 乃至5 の何れか1 に記載の基板搬送ロボット。
- [請求項7] 前記始点は、前記基板載置部に前記基板を載置する位置であり、
前記終点は、前記基板載置部に載置された前記基板を降ろす位置である、請求項1 乃至6 の何れか1 に記載の基板搬送ロボット。
- [請求項8] 前記ロボット本体は水平多関節ロボットである、請求項1 乃至7 の何れか1 に記載の基板搬送ロボット。
- [請求項9] 前記動作規制制御において、前記始点から前記終点まで前記ハンドを移動させる経路は、水平方向に前記ハンドを移動させる区間と上下方向に前記ハンドを移動させる区間とが交互に3 つ以上連続する経路を含む、請求項1 乃至8 の何れか1 に記載の基板搬送ロボット。
- [請求項10] 基板搬送ロボットのハンドを所定の始点から所定の終点まで移動させる基板搬送ロボットの制御方法であって、
前記ハンドを周囲の環境と干渉させずに前記始点から前記終点まで直線的に移動させる直線経路を設定可能である場合に、前記ハンドを前記直線経路とは異なる水平方向に前記ハンドを移動させる区間と上下方向に前記ハンドを移動させる区間とを含む経路に沿って移動させる基板搬送ロボットの制御方法。
- [請求項11] 基板搬送ロボットのハンドを所定の始点から所定の終点まで移動させる基板搬送ロボットの制御方法であって、
前記ハンドを周囲の環境と干渉させずに前記始点から前記終点まで直線的に移動させる直線経路を設定可能である場合に、前記ハンドを前記直線経路とは異なる実移動経路に沿って移動させ、
前記ハンドを前記実移動経路に沿って移動させる間の以下の式で表

されるズレ抵抗係数の最小値は、前記ハンドを前記始点から前記終点に至る直線的な経路に沿って移動させる間の前記ズレ抵抗係数の最小値より大きい、基板搬送ロボットの制御方法。

ズレ抵抗係数＝前記ハンドに載置した基板と前記ハンドとの間の静止摩擦係数×前記基板の上下方向加速度－前記基板の水平方向加速度

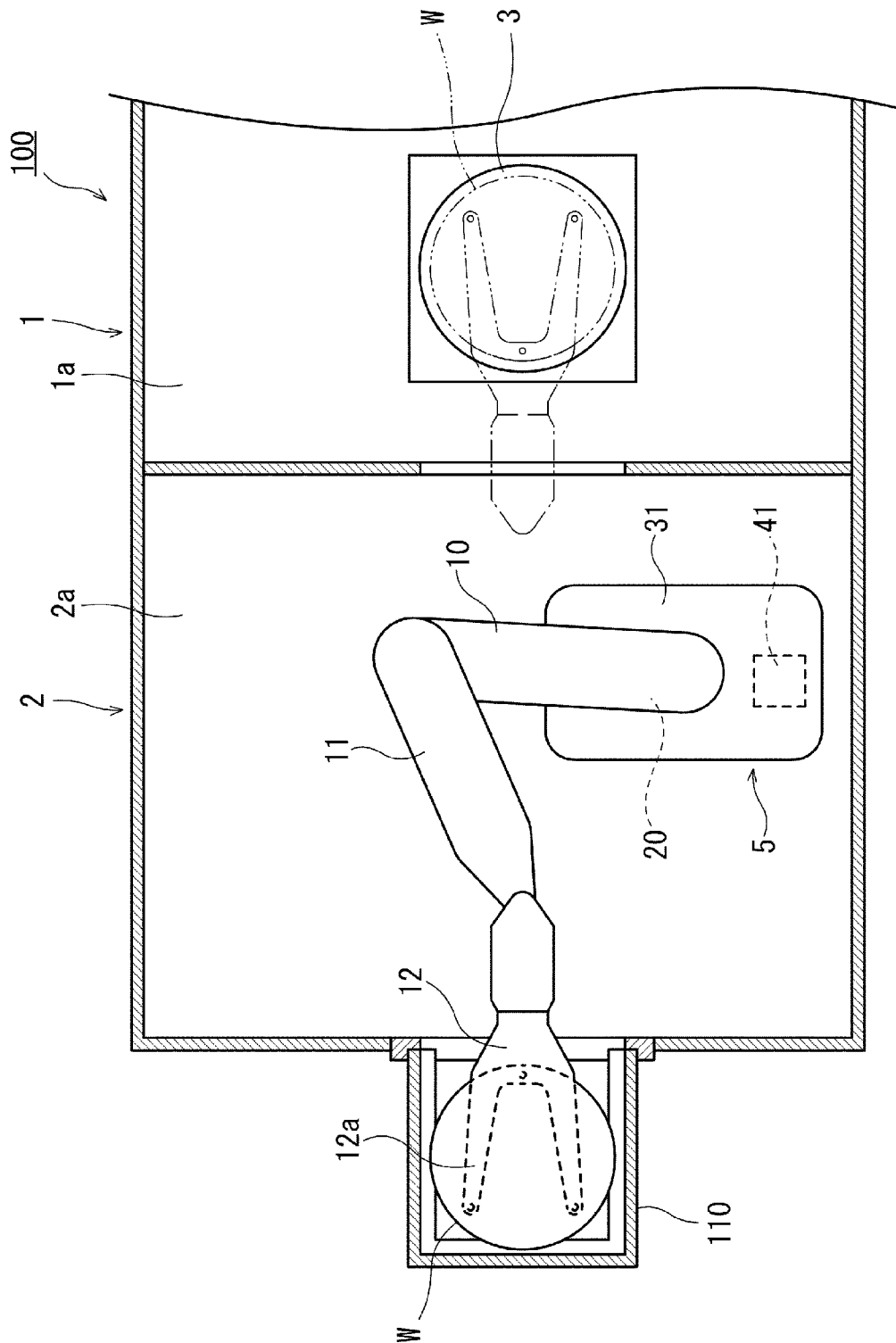
[請求項12]

1 以上のリンクが関節によって連結され、先端部に基板を載置する基板載置部を有するハンドが設けられたロボットアームを有するロボット本体を備える基板搬送ロボットの制御方法であって、

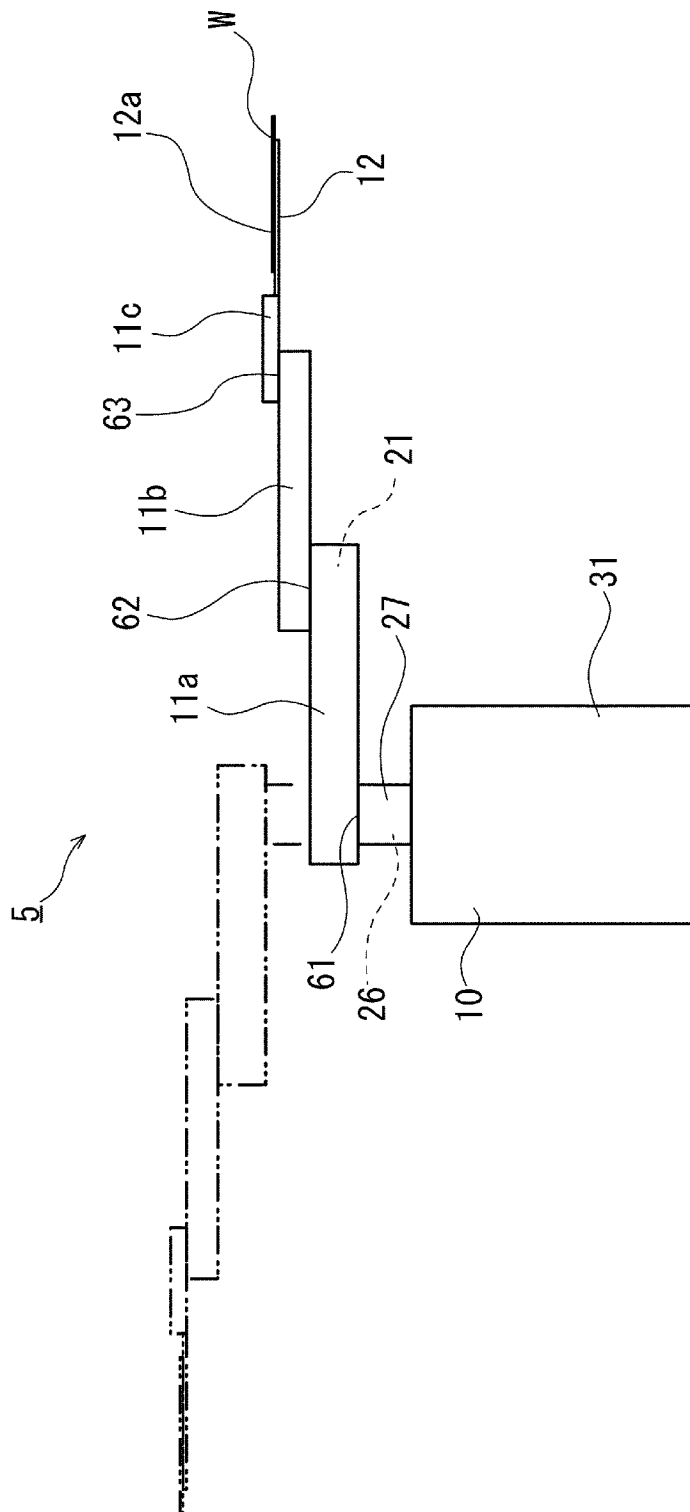
前記基板載置部に前記基板が載置されているときは、所定の第1 閾値を超える鉛直方向の加速度成分を有するように前記ハンドを移動させる規制対象区間における所定の第2 閾値を超える水平方向の速度成分又は所定の第3 閾値を超える加速度成分の少なくとも何れか一方を含む前記ハンドの移動を規制する動作計画を生成し、

前記動作計画に沿って前記ハンドを移動させる、基板搬送ロボットの制御方法。

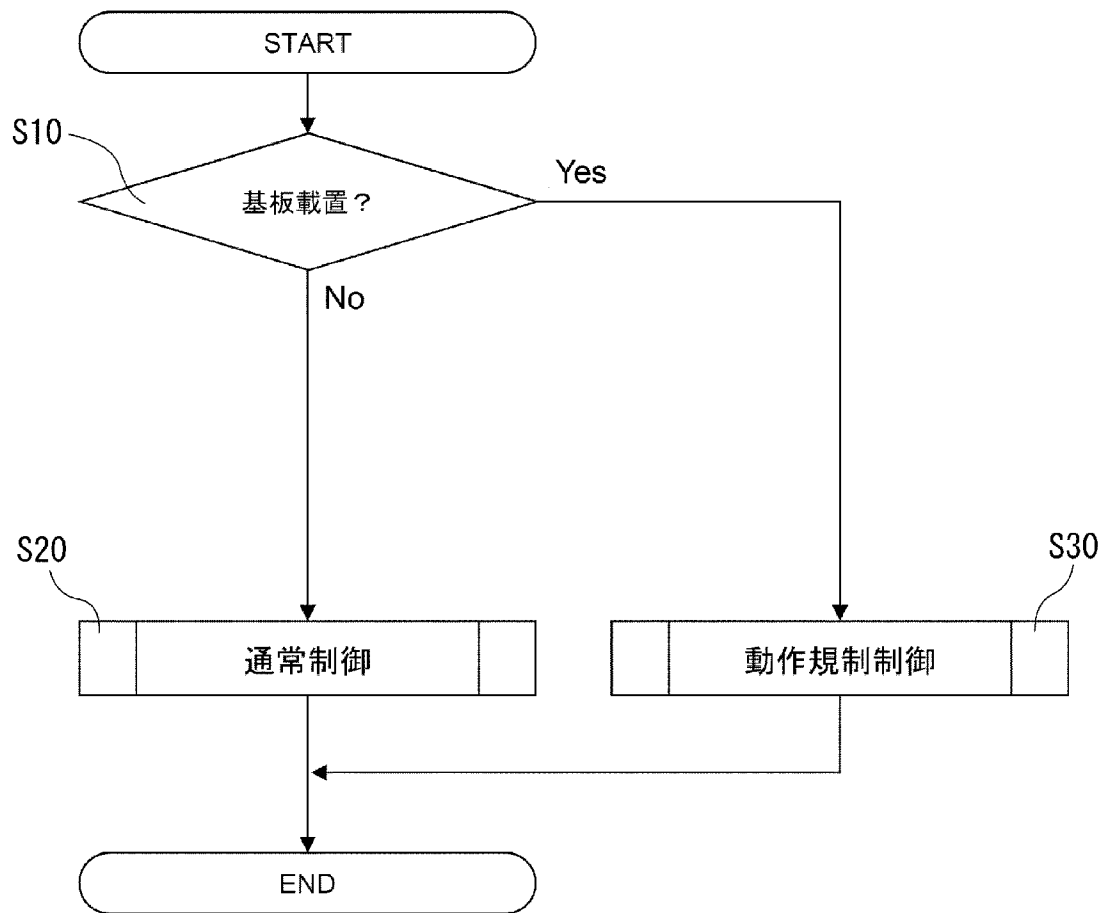
[図1]



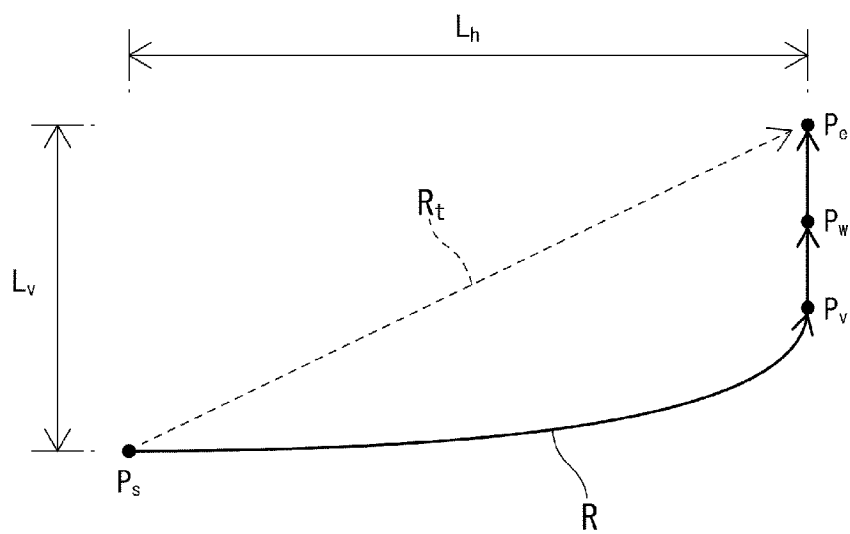
[図2]



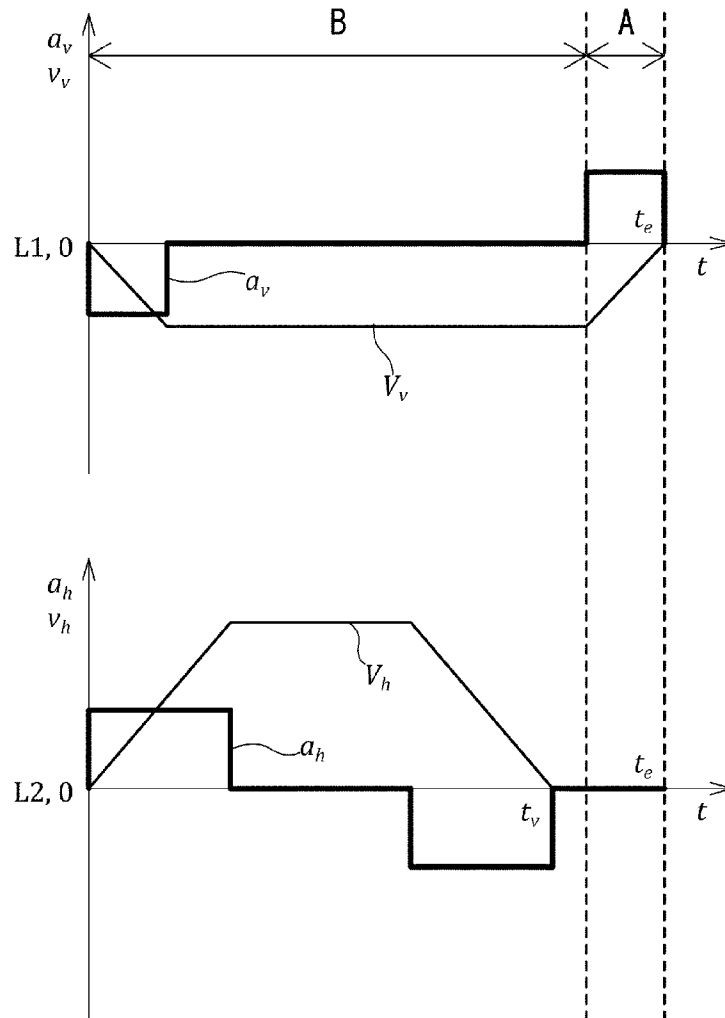
[図3]



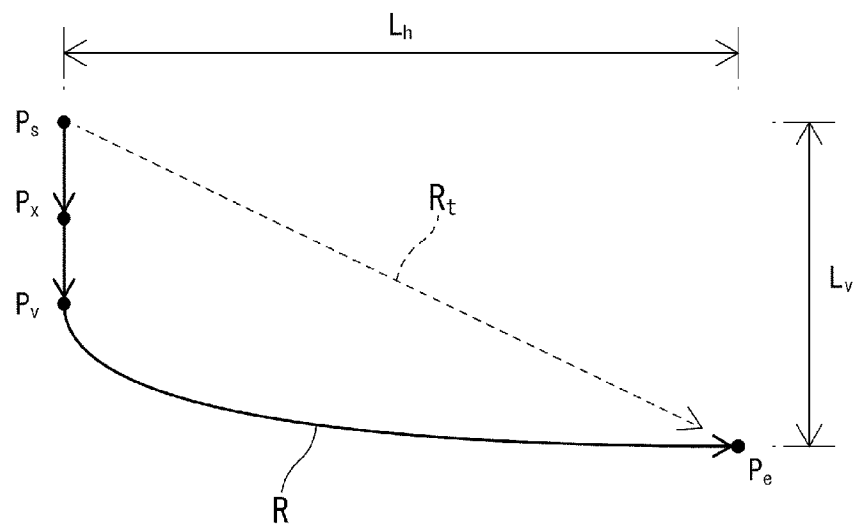
[図4A]



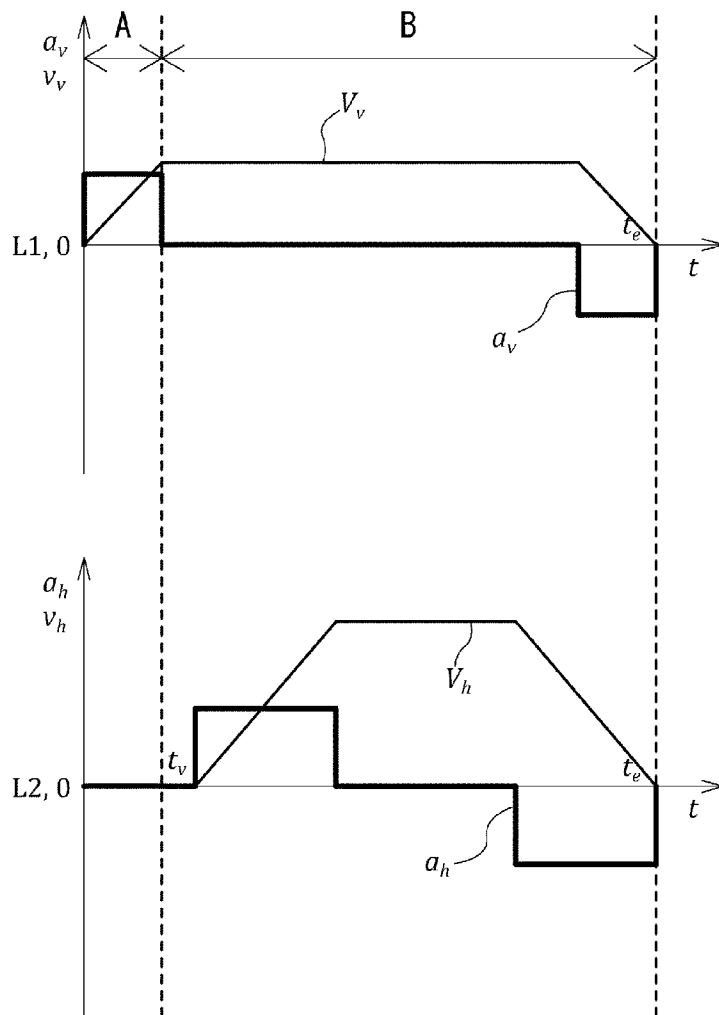
[図4B]



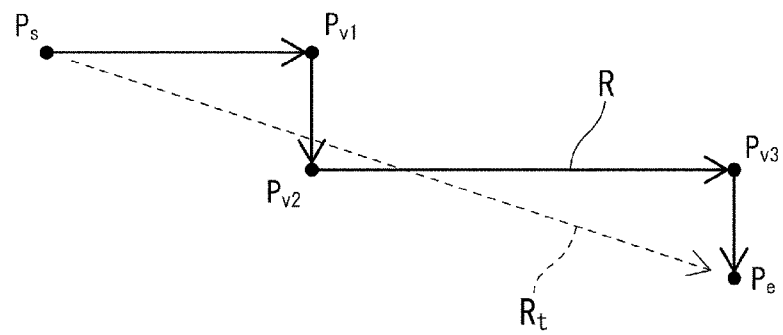
[図5A]



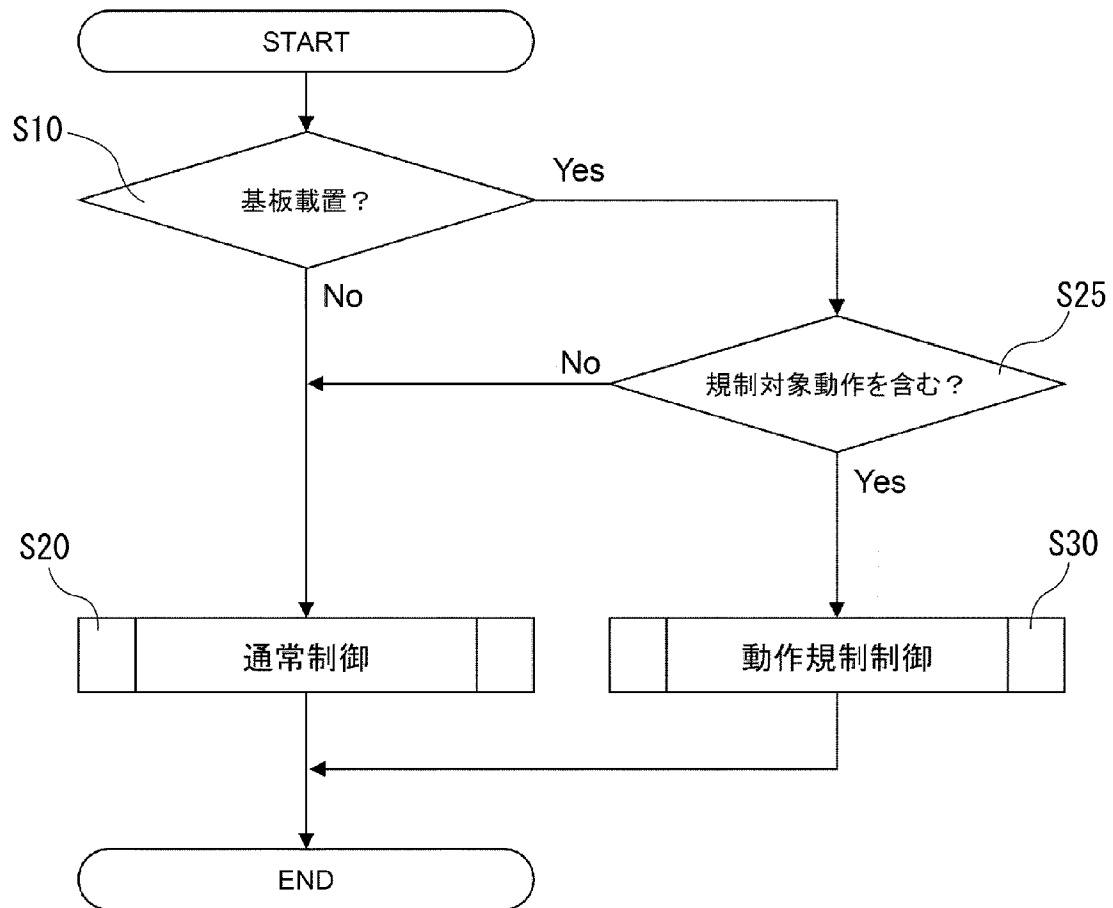
[図5B]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/023765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/677 (2006.01) i

FI: 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)

H01L21/677

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.
X A	JP 2011-159738 A (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 18.08.2011 (2011-08-18) paragraphs [0020], [0039]-[0049], fig. 1, 4-6	1-3, 6-9, 12 4-5, 10-11
X A	JP 2013-151034 A (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 08.08.2013 (2013-08-08) paragraphs [0026]-[0035], [0146]-[0148], [0152]-[0154], [0157]-[0160], fig. 2, 10B, 11B	1, 3-4, 6, 8, 10, 12 2, 5, 7, 9, 11
A	JP 2012-049357 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 08.03.2012 (2012-03-08) paragraph [0030], fig. 3	5
A	JP 2007-281073 A (CANON INC.) 25.10.2007 (2007-10-25) paragraph [0045], fig. 3	11
A	JP 2016-072268 A (NEC CORP.) 09.05.2016 (2016-05-09) paragraphs [0053]-[0054], [0070]-[0074], fig. 4	11



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
03 September 2020 (03.09.2020)

Date of mailing of the international search report
15 September 2020 (15.09.2020)

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

International application No.

PCT/JP2020/023765

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2017/104648 A1 (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD., KAWASAKI ROBOTICS (USA), INC.) 22.06.2017 (2017-06-22) paragraphs [0051]-[0052]	1-12
A	JP 11-340297 A (DAINIPPON SCREEN MFG. CO., LTD.) 10.12.1999 (1999-12-10) paragraphs [0011], [0029], fig. 2, 4	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/023765

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2011-159738 A	18 Aug. 2011	(Family: none)	
JP 2013-151034 A	08 Aug. 2013	US 2013/0190924 A1 paragraphs [0039]- [0048], [0159]- [0161], [0165]- [0167], [0170]- [0173], fig. 2, 10B, 11B CN 103213133 A KR 10-2013-0086269 A TW 201345679 A	
JP 2012-049357 A	08 Mar. 2012	(Family: none)	
JP 2007-281073 A	25 Oct. 2007	(Family: none)	
JP 2016-072268 A	09 May 2016	(Family: none)	
WO 2017/104648 A1	22 Jun. 2017	US 2017/0170050 A1 paragraphs [0065]- [0066] TW 201722663 A KR 10-2018-0099726 A CN 108604563 A	
JP 11-340297 A	10 Dec. 1999	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 21/677(2006.01)i FI: 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）） H01L21/677		
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 1971-2020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
X A	JP 2011-159738 A（川崎重工業株式会社）18.08.2011（2011-08-18） 段落 [0020]，[0039]－[0049]，図1，4－6	1-3, 6-9, 12 4-5, 10-11
X A	JP 2013-151034 A（株式会社安川電機）08.08.2013（2013-08-08） 段落 [0026]－[0035]，[0146]－[0148]，[0152]－[0154]，[0157]－[0160]，図2，10B，11B	1, 3-4, 6, 8, 10, 12 2, 5, 7, 9, 11
A	JP 2012-049357 A（株式会社日立ハイテクノロジーズ）08.03.2012（2012-03-08） 段落 [0030]，図3	5
A	JP 2007-281073 A（キャノン株式会社）25.10.2007（2007-10-25） 段落 [0045]，図3	11
A	JP 2016-072268 A（日本電気株式会社）09.05.2016（2016-05-09） 段落 [0053]－[0054]，[0070]－[0074]，図4	11
☒ 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、一般的な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 03.09.2020		国際調査報告の発送日 15.09.2020
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） 三浦 みちる 50 4442 電話番号 03-3581-1101 内線 3559

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	WO 2017/104648 A1 (川崎重工業株式会社, カワサキロボティクス (ユーエスエー) インコーポレイテッド) 22.06.2017 (2017 - 06 - 22) 段落 [0051] - [0052]	1-12
A	JP 11-340297 A (大日本スクリーン製造株式会社) 10.12.1999 (1999 - 12 - 10) 段落 [0011], [0029], 図2, 4	1-12

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/JP2020/023765

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2011-159738	A	18.08.2011	(ファミリーなし)	
JP	2013-151034	A	08.08.2013	US 2013/0190924 A1 paragraphs [0039]-[0048], [0159]-[0161], [0165]- [0167], [0170]-[0173], figures 2, 10B, 11B CN 103213133 A KR 10-2013-0086269 A TW 201345679 A	
JP	2012-049357	A	08.03.2012	(ファミリーなし)	
JP	2007-281073	A	25.10.2007	(ファミリーなし)	
JP	2016-072268	A	09.05.2016	(ファミリーなし)	
WO	2017/104648	A1	22.06.2017	US 2017/0170050 A1 paragraphs [0065]-[0066] TW 201722663 A KR 10-2018-0099726 A CN 108604563 A	
JP	11-340297	A	10.12.1999	(ファミリーなし)	