

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02016/125204

発行日 平成29年11月9日 (2017.11.9)

(43) 国際公開日 平成28年8月11日 (2016.8.11)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
B 2 5 J	9/10	(2006.01)	B 2 5 J	9/10	A	3 C 7 0 7		
H 0 1 L	21/677	(2006.01)	H 0 1 L	21/68	A	5 F 1 3 1		
B 6 5 G	49/06	(2006.01)	B 6 5 G	49/06	Z			
B 6 5 G	49/07	(2006.01)	B 6 5 G	49/07	C			

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

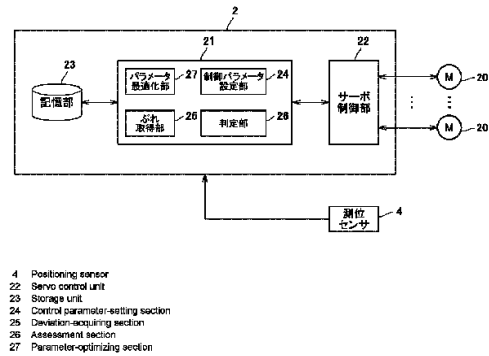
出願番号 特願2016-572938 (P2016-572938)	(71) 出願人 00000974
(21) 国際出願番号 PCT/JP2015/000501	川崎重工業株式会社
(22) 国際出願日 平成27年2月4日 (2015.2.4)	兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
(81) 指定国 AP (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, 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), OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, 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	(74) 代理人 110000556 特許業務法人 有古特許事務所
	(72) 発明者 藤森 一夫 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内
	(72) 発明者 吉田 雅也 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内
	Fターム(参考) 3C707 AS24 BS15 KS17 KS36 KX07 LU01 LU02 LV24 LW01 LW02 NS12 NS13

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットのぶれ自動調整装置及びロボットのぶれ自動調整方法

(57) 【要約】

ロボットのぶれ自動調整装置(2)は、ぶれ評価値が所定の閾値よりも大きい場合は、制御パラメータ設定部(23)に複数の制御パラメータのいずれか一つを新たに設定させ、前記ぶれ評価値が前記所定の閾値以下になるまで、前記制御パラメータの新たな設定、エンドエフェクタ(15)の直線移動、ぶれの取得、及び判定を、それぞれ、制御パラメータ設定部(23)、ロボット制御部(22)、ぶれ取得部(25)、及び判定部(26)に繰り返し行わせ、複数の制御パラメータの組み合わせを最適化するパラメータ最適化部(27)と、を備える。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の関節軸を有するアームを備えるロボットの当該アームの先端部の所定部位の直線移動時におけるぶれを自動的に調整する装置であって、

前記所定部位を直線移動させる目標軌跡及び当該目標軌跡に従って前記所定部位が直線移動するよう前記アームの各軸の動作を制御するための複数の制御パラメータを予め記憶する記憶部と、

前記複数の制御パラメータの値をそれぞれ設定する制御パラメータ設定部と、

前記目標軌跡及び前記設定された複数の制御パラメータに基づいて、前記所定部位が直線移動するよう前記アームの各軸の動作を制御するロボット制御部と、

前記直線移動における 1 以上の時刻にそれぞれ対応する前記目標軌跡上の点と前記所定部位の前記直線移動時の軌跡上の点との当該目標軌跡に対する前記所定部位の軌跡の偏倚量をそれぞれ前記ぶれとして取得するぶれ取得部と、

前記ぶれ取得部により取得されたぶれ又は当該ぶれの重み付けされた値であるぶれ評価値が所定の閾値以下であるか否かを判定する判定部と、

前記ぶれ評価値が前記所定の閾値よりも大きい場合は、前記制御パラメータ設定部に前記複数の制御パラメータのいずれか一つを新たに設定させ、前記ぶれ評価値が前記所定の閾値以下になるまで、前記制御パラメータの新たな設定、前記所定部位の直線移動、前記ぶれの取得、及び前記判定を、それぞれ、前記制御パラメータ設定部、前記ロボット制御部、前記ぶれ取得部、及び前記判定部に繰り返し行わせ、前記複数の制御パラメータの組み合わせを最適化するパラメータ最適化部と、

を備える、ロボットのぶれ自動調整装置。

【請求項 2】

前記アームは、前記複数の関節軸の各々を駆動するサーボモータを備え、

前記パラメータ最適化部は、前記各軸のサーボモータの回転子の速度及び角速度に関する制御パラメータを優先的に変更する、請求項 1 に記載のロボットのぶれ自動調整装置。

【請求項 3】

前記判定部は、前記ぶれ評価値が前記所定の閾値以下になった後、前記ぶれ取得部により取得されたぶれ評価値が前記所定の閾値よりも小さい第 2 閾値以下であるか否かを判定し、

前記パラメータ最適化部は、前記ぶれ評価値が前記第 2 閾値よりも大きい場合は、前記制御パラメータ部に前記複数の制御パラメータのいずれか一つを新たに設定させ、前記ぶれ評価値が前記第 2 閾値以下になるまで、前記制御パラメータの新たな設定、前記所定部位の直線移動、前記ぶれの取得、及び前記判定を、それぞれ、前記制御パラメータ設定部、前記ロボット制御部、前記ぶれ取得部、及び前記判定部に繰り返し行わせ、前記複数の制御パラメータの組み合わせを最適化する、請求項 1 又は 2 に記載のロボットのぶれ自動調整装置。

【請求項 4】

前記所定部位の軌跡の偏倚量は、前記所定部位の目標軌跡に平行な面を備えた計測治具と、前記所定部位に配置され、前記計測治具に対する前記所定部位の距離を計測する距離センサとに基づいて取得される、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のロボットのぶれ自動調整装置。

【請求項 5】

前記ロボットは、水平多関節型ロボットである、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のロボットのぶれ自動調整装置。

【請求項 6】

前記所定部位は、前記ロボットの前記アーム先端に取り付けられたエンドエフェクタであって、

前記ぶれ取得部は、前記エンドエフェクタの前記直線移動における 1 以上の時刻にそれぞれ対応する前記目標軌跡上の点と前記エンドエフェクタの前記直線移動時の軌跡上の点

10

20

30

40

50

との当該目標軌跡に対する当該目標軌跡に直交する横方向の前記エンドエフェクタの軌跡の偏倚量をそれぞれ横ぶれとして取得する、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のロボットのぶれ自動調整装置。

【請求項 7】

複数の関節軸を有するアームを備えるロボットの当該アームの先端部の所定部位の直線移動時におけるぶれを自動的に調整するぶれ自動調整装置により実行される方法であって、

前記所定部位を直線移動させる目標軌跡及び当該目標軌跡に従って前記所定部位が直線移動するよう前記アームの各軸の動作を制御するための複数の制御パラメータを予め記憶部に記憶しておくステップと、

前記複数の制御パラメータの値をそれぞれ設定するステップと、

前記目標軌跡及び前記設定された複数の制御パラメータに基づいて、前記所定部位が直線移動するよう前記アームの各軸の動作を制御するステップと、

前記直線移動における 1 以上の時刻にそれぞれ対応する前記目標軌跡上の点と前記所定部位の前記直線移動時の軌跡上の点との当該目標軌跡に対する前記所定部位の軌跡の偏倚量をそれぞれ前記ぶれとして取得するステップと、

前記取得されたぶれ又は当該ぶれの重み付けされた値であるぶれ評価値が所定の閾値以下であるか否かを判定するステップと、

前記ぶれ評価値が前記所定の閾値よりも大きい場合は、前記複数の制御パラメータのいずれか一つを新たに設定し、前記ぶれ評価値が前記所定の閾値以下になるまで、前記制御パラメータの新たな設定、前記所定部位の直線移動、前記ぶれの取得、及び前記判定を、それぞれ、繰り返し行い、前記複数の制御パラメータの組み合わせを最適化するステップと、

を含む、ロボットのぶれ自動調整方法。

【請求項 8】

前記所定部位は、前記ロボットの当該アーム先端に取り付けられたエンドエフェクタであって、

前記ぶれを取得するステップでは、前記エンドエフェクタの前記直線移動における 1 以上の時刻にそれぞれ対応する前記目標軌跡上の点と前記エンドエフェクタの前記直線移動時の軌跡上の点との当該目標軌跡に対する当該目標軌跡に直交する横方向の前記エンドエフェクタの軌跡の偏倚量をそれぞれ横ぶれとして取得する、請求項 7 に記載のロボットのぶれ自動調整方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットのぶれ自動調整装置及びロボットのぶれ自動調整方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、半導体処理設備において半導体ウェハ、表示パネル用のガラス基板等を搬送する際にはリンク系の水平多関節型の搬送ロボットが使用される。リンク系の搬送ロボットにおいては、直線動作時にはロボットの動作軌跡に対する横方向のぶれ（以下、横ぶれともいう）が発生する。

【0003】

リンク系の搬送ロボットでは、各関節軸の動作を制御するための数種類のパラメータによりハンドの動作が決まる。このため、従来は、計測器を用いて、人手により、直線動作パターン全てのパラメータを手動で調整し、ロボットの横ぶれを調整していた。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、従来の方法では、計測器の調整や計測にはノウハウや熟練が必要であり、作業

10

20

30

40

50

者の能力により作業時間にばらつきがあり、正確さに欠ける場合もあった。このような課題は、直線動作を行うロボット全般に共通する課題である。更に、このような課題は、上記横ぶれだけでなく、縦方向、斜め方向を含む全体的なロボットのぶれに共通する課題である。

【0005】

そこで、本発明では、ロボットのぶれを簡単に自動調整することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様に係るロボットのぶれ自動調整装置は、複数の関節軸を有するアームを備えるロボットの当該アームの先端部の所定部位の直線移動時におけるぶれを自動的に調整する装置であって、前記所定部位を直線移動させる目標軌跡及び当該目標軌跡に従って前記所定部位が直線移動するよう前記アームの各軸の動作を制御するための複数の制御パラメータを予め記憶する記憶部と、前記複数の制御パラメータの値をそれぞれ設定する制御パラメータ設定部と、前記目標軌跡及び前記設定された複数の制御パラメータに基づいて、前記所定部位が直線移動するよう前記アームの各軸の動作を制御するロボット制御部と、前記直線移動における1以上の時刻にそれぞれ対応する前記目標軌跡上の点と前記所定部位の前記直線移動時の軌跡上の点との当該目標軌跡に対する前記所定部位の軌跡の偏倚量をそれぞれ前記ぶれとして取得するぶれ取得部と、前記ぶれ取得部により取得されたぶれ又は当該ぶれの重み付けされた値であるぶれ評価値が所定の閾値以下であるか否かを判定する判定部と、前記ぶれ評価値が前記所定の閾値よりも大きい場合は、前記制御パラメータ設定部に前記複数の制御パラメータのいずれか一つを新たに設定させ、前記ぶれ評価値が前記所定の閾値以下になるまで、前記制御パラメータの新たな設定、前記所定部位の直線移動、前記ぶれの取得、及び前記判定を、それぞれ、前記制御パラメータ設定部、前記ロボット制御部、前記ぶれ取得部、及び前記判定部に繰り返し行わせ、前記複数の制御パラメータの組み合わせを最適化するパラメータ最適化部と、を備える。

10

20

【0007】

ここでぶれとは、直線移動させる所定部位の目標軌跡に対する所定部位の位置の偏倚量をいう。つまり、ぶれは、目標軌跡に対する横方向、縦方向、及び斜め方向のうちの少なくとも一つの方向のぶれを含む。

【0008】

上記構成によれば、複数の制御パラメータを網羅的に繰り返し変更することにより、直線移動する所定部位（例えばエンドエフェクタ）のぶれを所定範囲内に収束させることができるので、最適な制御パラメータの組み合わせを決定できる。その結果、従来の人手によらず、ロボットの所定部位の制御パラメータを自動調整できる。

30

【0009】

前記アームは、前記複数の関節軸の各々を駆動するサーボモータを備え、前記パラメータ最適化部は、前記各軸のサーボモータの回転子の速度及び角速度に関する制御パラメータを優先的に変更してもよい。

【0010】

上記構成によれば、直線移動軌跡のぶれに対する寄与の大きい制御パラメータを優先的に変更するので、ぶれを好適に収束させることができる。

40

【0011】

前記判定部は、前記ぶれ評価値が前記所定の閾値以下になった後、前記ぶれ取得部により取得されたぶれ評価値が前記所定の閾値よりも小さい第2閾値以下であるか否かを判定し、前記パラメータ最適化部は、前記ぶれ評価値が前記第2閾値よりも大きい場合は、前記制御パラメータ部に前記複数の制御パラメータのいずれか一つを新たに設定させ、前記ぶれ評価値が前記第2閾値以下になるまで、前記制御パラメータの新たな設定、前記エンドエフェクタの直線移動、前記ぶれの取得、及び前記判定を、それぞれ、前記制御パラメータ設定部、前記ロボット制御部、前記ぶれ取得部、及び前記判定部に繰り返し行わせ、前記複数の制御パラメータの組み合わせを最適化してもよい。

50

【0012】

上記構成によれば、閾値を多段階に分けて徐々に閾値を小さくしていくことで、より安定的な解に収束しやすくなる。

【0013】

前記所定部位の軌跡の偏倚量は、前記所定部位の目標軌跡に平行な面を備えた計測器具と、前記所定部位に配置され、前記計測器具に対する前記所定部位の相対位置を計測する距離センサとに基づいて取得されてもよい。

【0014】

上記構成によれば、動作軌跡の偏倚量を好適に計測することができる。

【0015】

前記ロボットは、水平多関節型ロボットでもよい。前記所定部位は、前記ロボットの前記アーム先端に取り付けられたエンドエフェクタでもよい。前記ぶれ取得部は、前記エンドエフェクタの前記直線移動における1以上の時刻にそれぞれ対応する前記目標軌跡上の点と前記エンドエフェクタの前記直線移動時の軌跡上の点との当該目標軌跡に対する当該目標軌跡に直交する横方向の前記エンドエフェクタの軌跡の偏倚量をそれぞれ横ぶれとして取得してもよい。

10

【0016】

本発明のその他の態様に係るロボットのぶれ自動調整方法は、複数の関節軸を備えるロボットの当該アームの先端の所定部位の直線移動時におけるぶれを自動的に調整する装置により実行される方法であって、前記所定部位を直線移動させる目標軌跡及び当該目標軌跡に従って前記所定部位が直線移動するよう前記アームの各軸の動作を制御するための複数の制御パラメータを予め記憶部に記憶しておくステップと、前記複数の制御パラメータの値をそれぞれ設定するステップと、前記目標軌跡及び前記設定された複数の制御パラメータに基づいて、前記所定部位が直線移動するよう前記アームの各軸の動作を制御するステップと、前記直線移動における1以上の時刻にそれぞれ対応する前記目標軌跡上の点と前記所定部位の前記直線移動時の軌跡上の点との当該目標軌跡に対する前記所定部位の軌跡の偏倚量をそれぞれ前記ぶれとして取得するステップと、前記取得されたぶれ又は当該ぶれの重み付けされた値であるぶれ評価値が所定の閾値以下であるか否かを判定するステップと、前記ぶれ評価値が前記所定の閾値よりも大きい場合は、前記複数の制御パラメータのいずれか一つを新たに設定し、前記ぶれ評価値が前記所定の閾値以下になるまで、前記制御パラメータの新たな設定、前記所定部位の直線移動、前記ぶれの取得、及び前記判定を、それぞれ、繰り返し行い、前記複数の制御パラメータの組み合わせを最適化するステップと、を含む。

20

30

【0017】

前記所定部位は、前記ロボットの前記アーム先端に取り付けられたエンドエフェクタでもよい。前記ぶれを取得するステップでは、前記エンドエフェクタの前記直線移動における1以上の時刻にそれぞれ対応する前記目標軌跡上の点と前記エンドエフェクタの前記直線移動時の軌跡上の点との当該目標軌跡に対する当該目標軌跡に直交する横方向の前記エンドエフェクタの軌跡の偏倚量をそれぞれ横ぶれとして取得してもよい。

【発明の効果】

40

【0018】

本発明によれば、ロボットのぶれを簡単に自動調整することができる。

【0019】

本発明の上記目的、他の目的、特徴、及び利点は、添付図面参照の下、以下の好適な実施態様の詳細な説明から明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、一実施形態に係るロボットのぶれ自動調整システムの構成を示す概略図である。

【図2】図2は、図1のロボットの制御装置の構成を示すブロック図である。

50

【図3】図3は、図2の制御装置の一部の構成例を示したブロック図である。

【図4】図4は、ロボットの横ぶれ自動調整処理の一例を示すフローチャートである。

【図5】図5は、横ぶれの測定結果の一例を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明に係る実施形態について図面を参照しつつ説明する。以下では、全ての図面を通じて同一又は相当する要素には同じ符号を付して、重複する説明は省略する。

【0022】

図1は、一実施形態に係るロボットのぶれ自動調整システムの構成を示す概略図である。図1に示すように、ロボットのぶれ自動調整システム(ぶれ自動調整装置)100は、制御装置2と、計測治具3と、距離センサ4を備える。参照符号1は、ぶれ調整の対象であるロボットである。なお、以下では、ロボット1の「ぶれ」として、ロボット1の「横ぶれ」を例示するが、ロボット1の「ぶれ」も以下の例示と同様に適宜調整できる。

10

【0023】

ロボット1は、例えば、複数の関節軸を有するアーム6と、アーム6の先端部に設けられたエンドエフェクタ15を有する。ロボット1は、複数の関節軸を有するアームを備えるロボットであれば、特に限定されない。ここで「関節軸」とは、いわゆるジョイント(joint)であり、回転運動を行う回転ジョイントと、直進運動を行う直進ジョイントとを含む。従って、ロボット1は、いわゆる多関節ロボットの他、直動系のロボットも含む。本実施形態では、水平多関節型の搬送用ロボットである。ロボット1は、例えば、半導体処理設備において半導体ウェハ、表示パネル用のガラス基板等を搬送する。ここではロボット1のアーム6は、基台10に設けられた昇降軸11と、昇降軸11に設けられた第1リンク12と、第1リンク12の先端部に設けられた第2リンク13と、第2リンク13の先端部に設けられた第3リンク14と、第3リンク14の先端に設けられたエンドエフェクタ15で構成される。アーム6の関節軸(図示しない)にはそれぞれ駆動用のサーボモータ及び関節の角度を検出可能な角度検出器の一例であるエンコーダ等が組み込まれる(いずれも図示せず)。エンドエフェクタ15は、例えば、ハンドである。搬送時にはハンドは半導体ウェハ等の基板(図示せず)を把持するが、その代り、ここでは測定用の距離センサ4を把持する。

20

【0024】

制御装置2は、エンドエフェクタ15を直線移動させる目標軌跡5に従ってエンドエフェクタ15が直線移動するようアーム6の各軸の動作を制御する。エンドエフェクタ15の目標軌跡5は、点P1と点P2を結ぶ点線で示した直線であり、点P1から点P2までの往路と、点P2から点P1までの復路で構成される。つまりアーム6を伸縮動作させることにより、エンドエフェクタ15は始点P1(待機位置)から点P2(教示位置)までの往路を直線移動し、その後点P2から点P1まで復路を直線移動して元の待機位置に戻る。図1では一つの目標軌跡5のみを示しているが、搬送時にはF O U P等の位置、高さの異なる複数のポートの各々に対して目標軌跡が設定される。

30

【0025】

計測治具3は、エンドエフェクタ15の目標軌跡5に沿って配置され、この目標軌跡5に平行な壁面3aを備えている。

40

【0026】

距離センサ4は、エンドエフェクタ15に配置され、且つ把持される。本実施形態では、距離センサ4はセンサヘッド、センサアンプなどの構成要素を備える。センサヘッドから計測治具3の壁面3aに赤外線が照射され、距離センサ4と計測治具3の壁面3a間の距離が測定される。これをロボット1の動作中に行うことで、横ぶれを測定する。ここで横ぶれとは、直線移動における1以上の時刻にそれぞれ対応する目標軌跡5上の点とエンドエフェクタ15の直線移動時の軌跡上の点との当該目標軌跡5に対する当該目標軌跡5に直交する横方向のエンドエフェクタ15の軌跡の偏倚量(偏差)をいう。つまり、ぶれは、目標軌跡5に対する横方向、縦方向、及び斜め方向のうちの少なくとも一つの方向のぶ

50

れを含むが、本実施形態では目標軌跡 5 に直交する横方向のぶれが測定される。

【 0 0 2 7 】

距離センサ 4 は、無線又は有線通信により、制御装置 2 に測定結果を出力するように構成される。

【 0 0 2 8 】

図 2 は、制御装置 2 の構成を示すブロック図である。図 2 に示すように、制御装置 2 は、演算部 2 1 と、サーボ制御部 2 2 と、記憶部 2 3 と、通信インターフェース（図示しない）を備える。制御装置 2 は、ロボット 1 と制御線（図示しない）を介して接続され、例えばマイクロコントローラ等のコンピュータを備えたロボットコントローラである。本実施形態では、制御装置 2 は、ロボット 1 の横ぶれを自動的に調整する機能を備える。制御装置 2 は単一の装置とは限らず、後述するぶれの自動調整機能を備えた装置を含む複数の装置で構成されてもよい。ここではアーム 6 の各関節軸に内蔵された複数のサーボモータ 2 0 を位置制御しながらサーボモータ 2 0 によってアーム 6 を駆動するよう構成される。

10

【 0 0 2 9 】

記憶部 2 3 は、制御装置 2 の基本プログラム、ロボットの動作プログラム、目標軌跡 5 及び制御パラメータを予め記憶する。

【 0 0 3 0 】

演算部 2 1 は、ロボット制御のための各種の演算処理を実行する演算装置であり、制御装置 2 の基本プログラム、ロボットの動作プログラム及びぶれ自動調整プログラムを実行してロボットの制御指令を生成し、サーボ制御部 2 2 に出力する。また、演算部 2 1 は、制御パラメータ設定部 2 4 と、ぶれ取得部 2 5 と、判定部 2 6 と、パラメータ最適化部 2 7 を含む各機能ブロックを実現する（各機能ブロックとして動作する）ように構成されている。

20

【 0 0 3 1 】

制御パラメータ設定部 2 4 は、複数の制御パラメータの値をそれぞれ設定する。ここで制御パラメータとは、目標軌跡 5 に従ってエンドエフェクタ 1 5 が直線移動するようアーム 6 の各軸の動作を制御するための複数の調整パラメータである。なお、制御パラメータは、ロボット 1 の「ぶれ」に影響する調整パラメータであればどのようなものでもよい。

【 0 0 3 2 】

サーボ制御部 2 2 は、目標軌跡 5 及び設定された複数の制御パラメータに基づいて、エンドエフェクタ 1 5 が直線移動するようアーム 6 の各軸の動作を制御する。

30

【 0 0 3 3 】

ぶれ取得部 2 5 は、ぶれ又は当該ぶれの重み付けされた値であるぶれ評価値を取得する。具体的には、距離センサ 4 からぶれに関する測定データを受け取り、それに基づいてぶれ評価値を算出する。

【 0 0 3 4 】

判定部 2 6 は、ぶれ取得部 2 5 により取得されたぶれ又は当該ぶれの重み付けされた値であるぶれ評価値が所定の閾値以下であるか否かを判定する。

【 0 0 3 5 】

パラメータ最適化部 2 7 は、ぶれ評価値が所定の閾値よりも大きい場合は、制御パラメータ設定部 2 4 に複数の制御パラメータのいずれか一つを新たに設定させ、ぶれ評価値が所定の閾値以下になるまで、制御パラメータの新たな設定、エンドエフェクタ 1 5 の直線移動、ぶれの取得、及び判定を、それぞれ、制御パラメータ設定部 2 4、サーボ制御部 2 2、ぶれ取得部 2 5、及び判定部 2 6 に繰り返し行わせ、複数の制御パラメータの組み合わせを最適化する。

40

【 0 0 3 6 】

図 3 は、制御装置 2 における制御パラメータ設定部 2 4 及びサーボ制御部 2 2 の一部の構成例を示すブロック図である。図 3 では、図 1 の第 3 リンク 1 4 の関節軸（以下、A 軸という）とエンドエフェクタ（ハンド）1 5 の関節軸（以下、B 軸という）のモータ制御についてのみ示しているが、他の関節軸についても同様であるのでその説明を省略する。

50

【 0 0 3 7 】

図 3 に示すように、制御パラメータ設定部 2 4 は、デジタルフィルタ部 3 1、3 2 と、加算器 3 3、3 4 と、速度及び加速度のパラメータ設定部 4 0 ~ 4 5 と、A 軸及び B 軸のモータ制御部 5 0、5 1 を備える。ここで速度及び加速度は、A 軸及び B 軸のサーボモータ 2 0 の回転子の速度及び角速度である。制御パラメータは、例えば、A 軸の速度フィードフォワードゲイン $K_v 1$ 、A 軸の加速度フィードフォワードゲイン $K_a 1$ 、A 軸の動作を B 軸に作用させるための速度フィードフォワードゲイン $K_v 2$ 、A 軸の動作を B 軸に作用させるための加速度フィードフォワードゲイン $K_a 2$ 、B 軸の速度フィードフォワードゲイン $K_v 3$ 、B 軸の加速度フィードフォワードゲイン $K_a 3$ である。

【 0 0 3 8 】

デジタルフィルタ部 3 1 は、演算部 2 1 から入力された A 軸位置指令信号にフィルタリング処理を施し、これを加算器 3 3、速度パラメータ設定部 4 0、加速度パラメータ設定部 4 1、速度パラメータ設定部 4 2、及び、加速度パラメータ設定部 4 3 に出力する。デジタルフィルタ部 3 1 は、例えば F I R フィルタである。

【 0 0 3 9 】

速度パラメータ設定部 4 0 は、デジタルフィルタ部 3 1 から入力されたフィルタ後の A 軸位置指令信号に速度フィードフォワードゲイン $K_v 1$ を重み付けし、これを加算器 3 3 に出力する。加速度パラメータ設定部 4 1 は、デジタルフィルタ部 3 1 から入力されたフィルタ後の A 軸位置指令信号に加速度フィードフォワードゲイン $K_a 1$ を重み付けし、これを加算器 3 3 に出力する。

【 0 0 4 0 】

加算器 3 3 は、デジタルフィルタ部 3 1、速度パラメータ設定部 4 0、及び、加速度パラメータ設定部 4 1 から入力された各々の演算結果を加算し、これをモータ制御部 5 0 に出力する。このように、A 軸の位置制御の前段において、A 軸位置指令信号に速度及び加速度の制御パラメータ加算することによりフィードフォワード補償を行うように構成されている。

【 0 0 4 1 】

モータ制御部 5 0 は、加算器 3 3 から入力されたフィードフォワード補償後の A 軸位置指令に基づいて A 軸のサーボモータ 2 0 の動作をフィードバック制御する。

【 0 0 4 2 】

速度パラメータ設定部 4 2 は、デジタルフィルタ部 3 1 から入力された A 軸位置指令信号に速度フィードフォワードゲイン $K_v 2$ を重み付けし、これを加算器 3 4 に出力する。

【 0 0 4 3 】

加速度パラメータ設定部 4 3 は、デジタルフィルタ部 3 1 から入力された A 軸位置指令信号に加速度フィードフォワードゲイン $K_a 2$ を重み付けし、これを加算器 3 4 に出力する。

【 0 0 4 4 】

デジタルフィルタ部 3 2 は、演算部 2 1 から入力された B 軸位置指令信号にフィルタリング処理を施し、これを加算器 3 4、速度パラメータ設定部 4 4、加速度パラメータ設定部 4 5 に出力する。デジタルフィルタ部 3 2 は、例えば F I R フィルタである。

【 0 0 4 5 】

速度パラメータ設定部 4 4 は、デジタルフィルタ部 3 2 から入力されたフィルタ後の B 軸位置指令信号に速度フィードフォワードゲイン $K_v 3$ を重み付けし、これを加算器 3 4 に出力する。

【 0 0 4 6 】

加速度パラメータ設定部 4 5 は、デジタルフィルタ部 3 2 から入力されたフィルタ後の B 軸位置指令信号に加速度フィードフォワードゲイン $K_a 3$ を重み付けし、これを加算器 3 4 に出力する。

【 0 0 4 7 】

加算器 3 4 は、速度パラメータ設定部 4 2、加速度パラメータ設定部 4 3、デジタルフ

10

20

30

40

50

ィルタ部 3 2、速度パラメータ設定部 4 4、及び、加速度パラメータ設定部 4 5 から入力された各々の演算結果を加算し、これを B 軸のモータ制御部 5 1 に出力する。このように、B 軸の位置制御の前段において、B 軸位置指令信号に A 軸に関する速度及び加速度の制御パラメータと、B 軸に関する速度及び加速度の制御パラメータとを加算することによりフィードフォワード補償を行うように構成されている。

【 0 0 4 8 】

モータ制御部 5 1 は、加算器 3 4 から入力されたフィードフォワード補償後の B 軸位置指令に基づいて B 軸のサーボモータ 2 0 の動作をフィードバック制御する。

【 0 0 4 9 】

本実施形態では、制御パラメータ設定部 2 4 によりフィードフォワード補償を施した後に、サーボ制御部 2 2 により通常の位置制御を行って各軸のサーボモータ 2 0 を制御するように構成されている。

【 0 0 5 0 】

そして、図 3 に示す制御パラメータ設定部 2 4 では、上記制御パラメータの値をそれぞれ設定することにより、第 3 リンク 1 4 の動作が、ハンドの動作の位置指令へのフィードフォワード制御として与えられる。つまり、各軸の位置指令信号に対して、制御パラメータの値を適切な値に設定することにより、エンドエフェクタ 1 5 の目標軌跡 5 (図 1) を維持しつつアーム 6 の各軸の角度、位置を互いに変更することができる。

【 0 0 5 1 】

本実施形態では、このような仕組みを利用して、エンドエフェクタ 1 5 の直線移動時における横ぶれを自動的に調整する。以下では、制御装置 2 によるロボット 1 の横ぶれ自動調整処理について図 4 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 0 5 2 】

まず、最初に初期設定を行う (ステップ S 1) 。具体的には距離センサ 4 のゼロイング及び距離センサ 4 と計測治具 3 との間の距離のオフセットを調整する。距離センサ 4 の測定範囲は予め仕様により決まっているので測定前に測定範囲内に入るように両者の位置を補正する。

【 0 0 5 3 】

次に、制御パラメータを変更する (ステップ S 2) 。制御パラメータ設定部 2 4 は、複数の制御パラメータの値をそれぞれ設定又は変更する。最初は初期値として予め定められた値が設定される。尚、制御パラメータの設定は図 3 で示した、各軸のサーボモータ 2 0 の回転子の速度、及び角速度に関する制御パラメータを優先的に変更する。これらの制御パラメータは直線移動軌跡の横ぶれに対する寄与が大きいので、横ぶれを好適に収束させることができる。

【 0 0 5 4 】

次に、横ぶれの測定を行う (ステップ S 3) 。サーボ制御部 2 2 は、目標軌跡 5 及びステップ S 2 で設定された複数の制御パラメータに基づいて、エンドエフェクタ 1 5 が直線移動するようにアーム 6 の各軸の動作を制御する。アーム 6 を伸縮動作させることにより、エンドエフェクタ 1 5 は P 1 から点 P 2 までの往路を直線移動し、その後点 P 2 から点 P 1 まで復路を直線移動して元の待機位置に戻る (図 1 参照) 。この動作中に距離センサ 4 による横ぶれの測定を行い、ぶれ取得部 2 5 は、距離センサ 4 から横ぶれに関する測定データを受け取る。

【 0 0 5 5 】

図 5 は、横ぶれの測定結果の一例を示したグラフである。同グラフの横軸は時間、縦軸は計測治具 3 と距離センサ 4 との間の距離を示している。尚、測定値の中心値は、距離センサ 4 や計測治具 3 の取り付け誤差によりずれが生じるが、ここで示した測定値はデジタル処理により補正されている。ここで M A X は、中心値 M I D を基準としたプラス方向の最大値である。M I N は、中心値 M I D を基準としたマイナス方向の最小値である。

【 0 0 5 6 】

図 5 に示すように、横ぶれには目標軌跡 5 上の中心値 M I D (一点鎖線) からプラス方

10

20

30

40

50

向の横ぶれとマイナス方向の横ぶれがある。横ぶれは、エンドエフェクタ 15 の直線移動における 1 以上の時刻にそれぞれ対応する目標軌跡 5 上の点とエンドエフェクタ 15 の直線移動時の軌跡上の点との当該目標軌跡 5 に対する当該目標軌跡 5 に直交する横方向のエンドエフェクタ 15 の軌跡の偏倚量である。

【 0 0 5 7 】

次に、距離の振幅が減少したか否かの判定を行う（ステップ S 4）。判定部 26 は横ぶれ又はその横ぶれの重み付けされた値である横ぶれ評価値を用いて判定する。このため、本実施形態では、ぶれ取得部 25 は、横ぶれの重み付けされた値である横ぶれ評価値を算出する。横ぶれ評価値の算出式は任意である。横ぶれの測定値が中心に近づくほど、評価値が低くなり、閾値以下に収まるような算出式であればよい。ここでは図 5 に示すように

10

【 0 0 5 8 】

そして、判定部 26 は、横ぶれ評価値が所定の閾値以下であるか否かを判定する。

【 0 0 5 9 】

パラメータ最適化部 27 は、評価値が前回計測時の評価値よりも減少していれば、次のステップ S 5 に進む。一方、評価値が前回値と同じ又は増加していればステップ S 2 に戻る。

【 0 0 6 0 】

次に、評価値が瞬間閾値を満たしたか否かを判定する（ステップ S 5）。本実施形態では、判定は、瞬間閾値と安定閾値を用いて行われる。例えば第 1 段階では瞬間閾値 a 1 と安定閾値 b 1 が用いられ、安定閾値 b 1 は瞬間閾値 a 1 よりも大きな値に設定される。判定部 26 は、評価値が瞬間閾値を満たしているか否かを判定し、パラメータ最適化部 27 は、満たしている場合は次のステップに進み、満たしていない場合はステップ S 2 に戻る。

20

【 0 0 6 1 】

パラメータ最適化部 27 は、更に、横ぶれの計測を 5 回実行させる（ステップ S 6）。そして、判定部 26 は、これらの測定による評価値が安定閾値を満たしているか否かを判定する（ステップ S 7）。このように、最初に値の小さい瞬間閾値で判定し、これを満たしている場合のみ大きい安定閾値の判定を行うことによりノイズの影響を除去することができる。

30

【 0 0 6 2 】

次に、パラメータ最適化部 27 は、ステップ S 7 で使用した安定閾値が最終閾値（最終段階の安定閾値）であるか否かを確認する（ステップ S 8）。安定閾値が最終閾値で無ければ次の段階の閾値を設定し（ステップ S 9）、ステップ S 2 に戻る。本実施の形態では、3 段階の瞬間閾値と安定閾値が設定される。第 1 段階では瞬間閾値 a 1 と安定閾値 b 1 が設定され、第 2 段階では瞬間閾値 a 2 と安定閾値 b 2 が設定され、第 2 段階では瞬間閾値 a 3 と安定閾値 b 3 が設定される。第 3 段階では b 3 に設定される。各閾値は、以下の関係式（1）を満たす。

40

$$a 1 < b 1 , a 2 < b 2 , a 3 < b 3 \quad , a 1 > a 2 > a 3 \quad , b 1 > b 2 > b 3 \dots$$

（ 1 ）

関係式（1）より、段階が上がるごとに瞬間閾値と安定閾値は小さくなるように設定されている。このように閾値を多段階に分けて徐々に閾値を小さくしていくことで、より安定的な解に収束しやすくなる。

【 0 0 6 3 】

そして、パラメータ最適化部 27 は、評価値が最終閾値であった場合は制御パラメータを保存して終了する（ステップ S 10）。以上のように、パラメータ最適化部 27 は、横ぶれ評価値が最終閾値以下になるまで、制御パラメータの新たな設定、エンドエフェクタ 15 の直線移動、横ぶれの測定（取得）、及び判定を、それぞれ、繰り返し行い、複数の

50

制御パラメータの組み合わせを最適化する。

【 0 0 6 4 】

本実施形態によれば、複数の制御パラメータを網羅的に繰り返し変更することにより、エンドエフェクタ 1 5 の横ぶれを所定範囲内に収束させることができるので、最適な制御パラメータの組み合わせを決定できる。その結果、従来の人手によらず、ロボット 1 のエンドエフェクタ 1 5 の制御パラメータを自動調整できる。

【 0 0 6 5 】

尚、本実施形態では、一つの目標軌跡 5 (図 1) について横ぶれを自動調整する場合について説明したが、位置、高さの異なる複数のポートの各々に対して目標軌跡 5 を設定し、各ポート毎に横ぶれの自動調整処理を行ってもよい。例えば全 2 4 ポートの各ポートについて目標軌跡 5 を設定した場合には、第 1 段階の閾値 (瞬間閾値及び安定閾値) で 1 ~ 2 4 ポートまで順次調整を行い、次に第 2 段階の閾値で 1 ~ 2 4 ポートまで順次調整を行い、最後の第 3 段階の閾値で 1 ~ 2 4 ポートまで順次調整を行うようにしてもよい。これにより、ロボット 1 が同一ポートについて同じ動作を繰り返して調整を行うよりも、ノイズの影響を除去することができ最適解に収束し易くなる。また、各段階で、最初に値の小さい瞬間閾値で判定し、これを満たしている場合のみ大きい安定閾値の判定を行うことによりノイズの影響を効果的に除去することができる。

10

【 0 0 6 6 】

尚、本実施形態では、エンドエフェクタ 1 5 の横ぶれは、エンドエフェクタ 1 5 の目標軌跡 5 に平行な面 5 a を備えた計測治具 3 と、距離センサ 4 とにより計測されたが、これに限定されない。例えばその他の加速度センサ、GPS により目標軌跡 5 に対して横方向、縦方向、及び斜め方向のうち少なくとも一つの方向のぶれが計測されてもよい。

20

【 0 0 6 7 】

尚、本実施形態では、制御パラメータ設定部 2 4 によりフィードフォワード補償を施した後に、サーボ制御部 2 2 により通常の位置制御を行って各軸のサーボモータ 2 0 を制御するように構成され、制御パラメータは、各軸の速度及び角速度のフィードフォワードゲインとしたが、ロボット 1 のぶれに影響する制御パラメータであればこれに限定されない。

【 0 0 6 8 】

尚、本実施形態では、ロボット 1 は、水平多関節型の搬送用ロボットとしたが、直線移動可能なロボット全般であればこれに限定されない。例えば直動機構を備えたロボットでもよい。このようなロボットでは、直線移動させる目標軌跡に対してあらゆる方向のぶれが発生し得るからである。また目標軌跡は二次元平面上に限られることなく、3次元空間上の任意の軌跡でもよいし、直線でなくても曲線でもよい。

30

【 0 0 6 9 】

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形態が明らかである。従って、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、その構造及び機能の一方又は双方の詳細を実質的に変更できる。

【 産業上の利用可能性 】

40

【 0 0 7 0 】

本発明は、直線移動可能なロボット全般に有用である。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

- 1 ロボット
- 2 ぶれ自動調整装置 (制御装置)
- 3 計測治具
- 4 距離センサ
- 5 目標軌跡
- 1 0 ベース

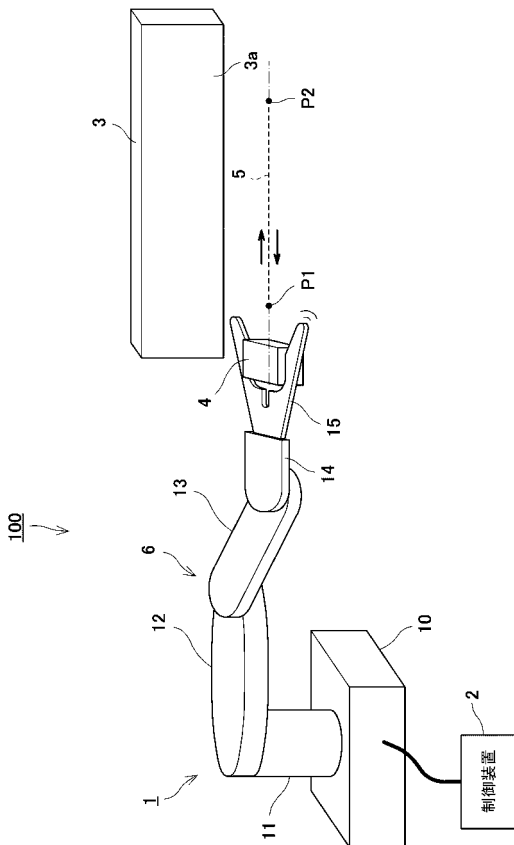
50

- 1 1 昇降軸
- 1 2 第 1 リンク
- 1 3 第 2 リンク
- 1 4 第 3 リンク
- 1 5 エンドエフェクタ (ハンド)
- 2 0 サーボモータ
- 2 1 演算部
- 2 2 サーボ制御部
- 2 2 記憶部
- 2 3 制御パラメータ設定部
- 2 5 ぶれ取得部
- 2 6 判定部
- 2 7 パラメータ最適化部
- 3 1 , 3 2 デジタルフィルタ部
- 3 3 , 3 4 加算器
- 4 0 速度パラメータ設定部 (A 軸)
- 4 1 加速度パラメータ設定部 (A 軸)
- 4 2 速度パラメータ設定部 (A 軸 ~ B 軸)
- 4 3 加速度パラメータ設定部 (A 軸 ~ B 軸)
- 4 4 速度パラメータ設定部 (A 軸)
- 4 5 加速度パラメータ設定部 (A 軸)
- 5 0 モータ制御部 (A 軸)
- 5 1 モータ制御部 (B 軸)
- 1 0 0 ぶれ自動調整システム

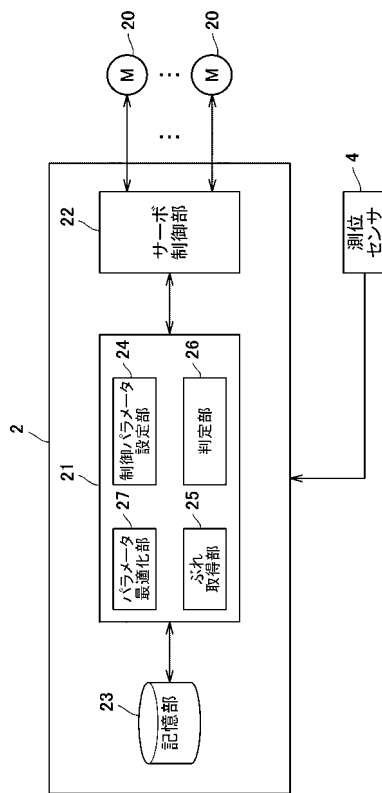
10

20

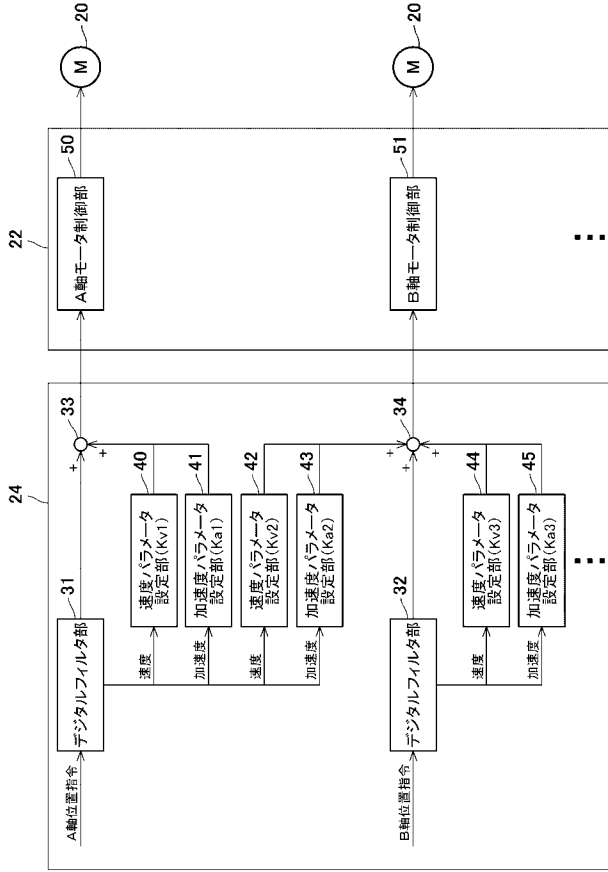
【 図 1 】



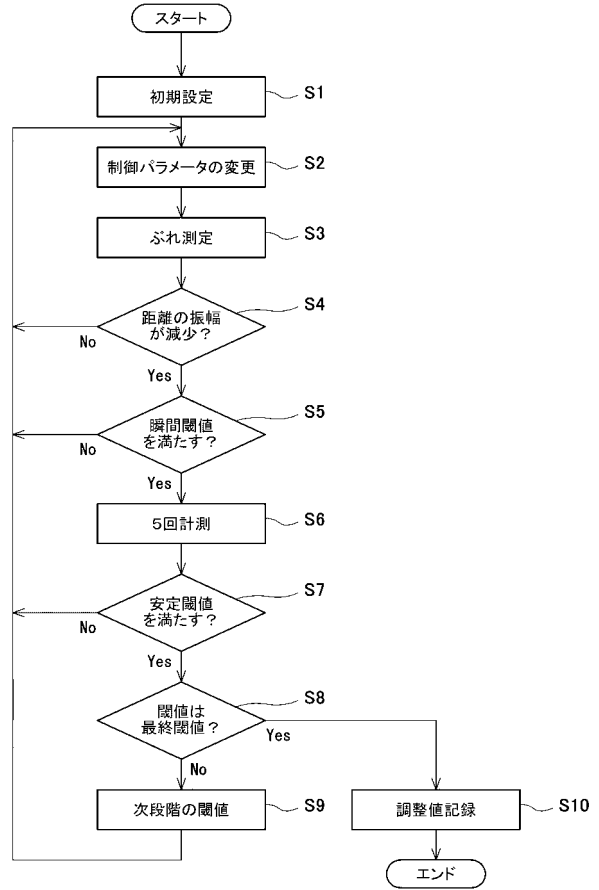
【 図 2 】



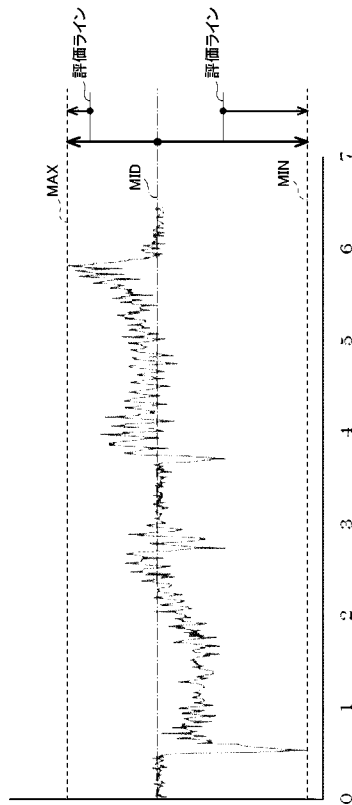
【図3】



【図4】



【図5】



【手続補正書】【提出日】平成29年7月28日(2017.7.28)【手続補正1】【補正対象書類名】特許請求の範囲【補正対象項目名】全文【補正方法】変更【補正の内容】【特許請求の範囲】【請求項1】

複数の関節軸を有するアームを備えるロボットの当該アームの先端部の所定部位の移動時におけるぶれを自動的に調整する装置であって、

目標軌跡及び当該目標軌跡に従って前記所定部位が移動するよう前記アームの各軸の動作を制御するための複数の制御パラメータを予め記憶する記憶部と、

前記複数の制御パラメータの値をそれぞれ設定する制御パラメータ設定部と、

前記目標軌跡及び前記設定された複数の制御パラメータに基づいて、前記所定部位が移動するように前記アームの各軸の動作を制御するロボット制御部と、

前記移動における1以上の時刻にそれぞれ対応する前記目標軌跡上の点と前記所定部位の前記移動時の軌跡上の点との当該目標軌跡に対する前記所定部位の軌跡の偏倚量をそれぞれ前記ぶれとして取得するぶれ取得部と、

前記ぶれ取得部により取得された前記偏倚量であるぶれ又は当該ぶれの重み付けされた値であるぶれ評価値が所定の閾値以下であるか否かを判定する判定部と、

前記ぶれ評価値が前記所定の閾値よりも大きい場合は、前記制御パラメータ設定部に前記複数の制御パラメータのいずれか一つを新たに設定させ、前記ぶれ評価値が前記所定の閾値以下になるまで、前記制御パラメータの新たな設定、前記所定部位の移動、前記ぶれの取得、及び前記判定を、それぞれ、前記制御パラメータ設定部、前記ロボット制御部、前記ぶれ取得部、及び前記判定部に繰り返し行わせ、前記複数の制御パラメータの組み合わせを最適化するパラメータ最適化部と、
を備える、ロボットのぶれ自動調整装置。

【請求項2】

前記アームは、前記複数の関節軸の各々を駆動するサーボモータを備え、

前記パラメータ最適化部は、前記各軸のサーボモータの回転子の速度及び角速度に関する制御パラメータを優先的に変更する、請求項1に記載のロボットのぶれ自動調整装置。

【請求項3】

前記判定部は、前記ぶれ評価値が前記所定の閾値以下になった後、前記ぶれ取得部により取得されたぶれ評価値が前記所定の閾値よりも小さい第2閾値以下であるか否かを判定し、

前記パラメータ最適化部は、前記ぶれ評価値が前記第2閾値よりも大きい場合は、前記制御パラメータ設定部に前記複数の制御パラメータのいずれか一つを新たに設定させ、前記ぶれ評価値が前記第2閾値以下になるまで、前記制御パラメータの新たな設定、前記所定部位の移動、前記ぶれの取得、及び前記判定を、それぞれ、前記制御パラメータ設定部、前記ロボット制御部、前記ぶれ取得部、及び前記判定部に繰り返し行わせ、前記複数の制御パラメータの組み合わせを最適化する、請求項1又は2に記載のロボットのぶれ自動調整装置。

【請求項4】

前記所定部位の軌跡の偏倚量は、前記所定部位に配置され、前記所定部位の目標軌跡に平行な面を備えた計測治具に対する前記所定部位の距離を計測する距離センサの測定データに基づいて取得される、請求項1乃至3のいずれか一項に記載のロボットのぶれ自動調整装置。

【請求項5】

前記ロボットは、水平多関節型ロボットである、請求項1乃至4のいずれか一項に記載

のロボットのぶれ自動調整装置。

【請求項 6】

前記所定部位は、前記ロボットの前記アーム先端に取り付けられたエンドエフェクタであって、

前記ぶれ取得部は、前記エンドエフェクタの前記移動における 1 以上の時刻にそれぞれ対応する前記目標軌跡上の点と前記エンドエフェクタの前記移動時の軌跡上の点との当該目標軌跡に対する当該目標軌跡に直交する横方向の前記エンドエフェクタの軌跡の偏倚量をそれぞれ横ぶれとして取得する、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載のロボットのぶれ自動調整装置。

【請求項 7】

複数の関節軸を有するアームを備えるロボットの当該アームの先端部の所定部位の移動時におけるぶれを自動的に調整するぶれ自動調整装置により実行される方法であって、

前記所定部位を移動させる目標軌跡及び当該目標軌跡に従って前記所定部位が移動するよう前記アームの各軸の動作を制御するための複数の制御パラメータを予め記憶部に記憶しておくステップと、

前記複数の制御パラメータの値をそれぞれ設定するステップと、

前記目標軌跡及び前記設定された複数の制御パラメータに基づいて、前記所定部位が移動するように前記アームの各軸の動作を制御するステップと、

前記移動における 1 以上の時刻にそれぞれ対応する前記目標軌跡上の点と前記所定部位の前記移動時の軌跡上の点との当該目標軌跡に対する前記所定部位の軌跡の偏倚量をそれぞれ前記ぶれとして取得するステップと、

前記取得されたぶれ又は当該ぶれの重み付けされた値であるぶれ評価値が所定の閾値以下であるか否かを判定するステップと、

前記ぶれ評価値が前記所定の閾値よりも大きい場合は、前記複数の制御パラメータのいずれか一つを新たに設定し、前記ぶれ評価値が前記所定の閾値以下になるまで、前記制御パラメータの新たな設定、前記所定部位の移動、前記ぶれの取得、及び前記判定を、それぞれ、繰り返し行い、前記複数の制御パラメータの組み合わせを最適化するステップと、を含む、ロボットのぶれ自動調整方法。

【請求項 8】

前記所定部位は、前記ロボットの前記アーム先端に取り付けられたエンドエフェクタであって、

前記ぶれを取得するステップでは、前記エンドエフェクタの前記移動における 1 以上の時刻にそれぞれ対応する前記目標軌跡上の点と前記エンドエフェクタの前記移動時の軌跡上の点との当該目標軌跡に対する当該目標軌跡に直交する横方向の前記エンドエフェクタの軌跡の偏倚量をそれぞれ横ぶれとして取得する、請求項 7 に記載のロボットのぶれ自動調整方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0003】

リンク系の搬送ロボットでは、各関節軸の動作を制御するための数種類のパラメータによりハンドの動作が決まる。このため、従来は、計測器を用いて、直線動作パターン全てのパラメータを手動で調整し、ロボットの横ぶれを調整していた。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 1 1 】

前記判定部は、前記ぶれ評価値が前記所定の閾値以下になった後、前記ぶれ取得部により取得されたぶれ評価値が前記所定の閾値よりも小さい第 2 閾値以下であるか否かを判定し、前記パラメータ最適化部は、前記ぶれ評価値が前記第 2 閾値よりも大きい場合は、前記制御パラメータ設定部に前記複数の制御パラメータのいずれか一つを新たに設定させ、前記ぶれ評価値が前記第 2 閾値以下になるまで、前記制御パラメータの新たな設定、前記エンドエフェクタの直線移動、前記ぶれの取得、及び前記判定を、それぞれ、前記制御パラメータ設定部、前記ロボット制御部、前記ぶれ取得部、及び前記判定部に繰り返し行わせ、前記複数の制御パラメータの組み合わせを最適化してもよい。

【 手 続 補 正 4 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 2 2

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 2 2 】

図 1 は、一実施形態に係るロボットのぶれ自動調整システムの構成を示す概略図である。図 1 に示すように、ロボットのぶれ自動調整システム（ぶれ自動調整装置）100は、制御装置2と、計測治具3と、距離センサ4を備える。参照符号1は、ぶれ調整の対象であるロボットである。

【 手 続 補 正 5 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 5 4

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 5 4 】

次に、横ぶれの測定を行う（ステップS3）。サーボ制御部22は、目標軌跡5及びステップS2で設定された複数の制御パラメータに基づいて、エンドエフェクタ15が直線移動するようにアーム6の各軸の動作を制御する。アーム6を伸縮動作させることにより、エンドエフェクタ15は点P1から点P2までの往路を直線移動し、その後点P2から点P1まで復路を直線移動して元の待機位置に戻る（図1参照）。この動作中に距離センサ4による横ぶれの測定を行い、ぶれ取得部25は、距離センサ4から横ぶれに関する測定データを受け取る。

【 手 続 補 正 6 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 6 2

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 6 2 】

次に、パラメータ最適化部27は、ステップS7で使用した安定閾値が最終閾値（最終段階の安定閾値）であるか否かを確認する（ステップS8）。安定閾値が最終閾値で無ければ次の段階の閾値を設定し（ステップS9）、ステップS2に戻る。本実施の形態では、3段階の瞬間閾値と安定閾値が設定される。第1段階では瞬間閾値a1と安定閾値b1が設定され、第2段階では瞬間閾値a2と安定閾値b2が設定され、第3段階では瞬間閾値a3と安定閾値b3が設定される。各閾値は、以下の関係式（1）を満たす。

$$a_1 < b_1, a_2 < b_2, a_3 < b_3, a_1 > a_2 > a_3, b_1 > b_2 > b_3 \dots \quad (1)$$

関係式（1）より、段階が上がるごとに瞬間閾値と安定閾値は小さくなるように設定されている。このように閾値を多段階に分けて徐々に閾値を小さくしていくことで、より安定的な解に収束しやすくなる。

【 手 続 補 正 7 】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0071】

- 1 ロボット
- 2 制御装置
- 3 計測治具
- 4 距離センサ
- 5 目標軌跡
- 10 ベース
- 11 昇降軸
- 12 第1リンク
- 13 第2リンク
- 14 第3リンク
- 15 エンドエフェクタ（ハンド）
- 20 サーボモータ
- 21 演算部
- 22 サーボ制御部
- 23 記憶部
- 24 制御パラメータ設定部
- 25 ぶれ取得部
- 26 判定部
- 27 パラメータ最適化部
- 31, 32 デジタルフィルタ部
- 33, 34 加算器
- 40 速度パラメータ設定部（A軸）
- 41 加速度パラメータ設定部（A軸）
- 42 速度パラメータ設定部（A軸～B軸）
- 43 加速度パラメータ設定部（A軸～B軸）
- 44 速度パラメータ設定部（A軸）
- 45 加速度パラメータ設定部（A軸）
- 50 モータ制御部（A軸）
- 51 モータ制御部（B軸）
- 100 ぶれ自動調整システム

【手続補正8】

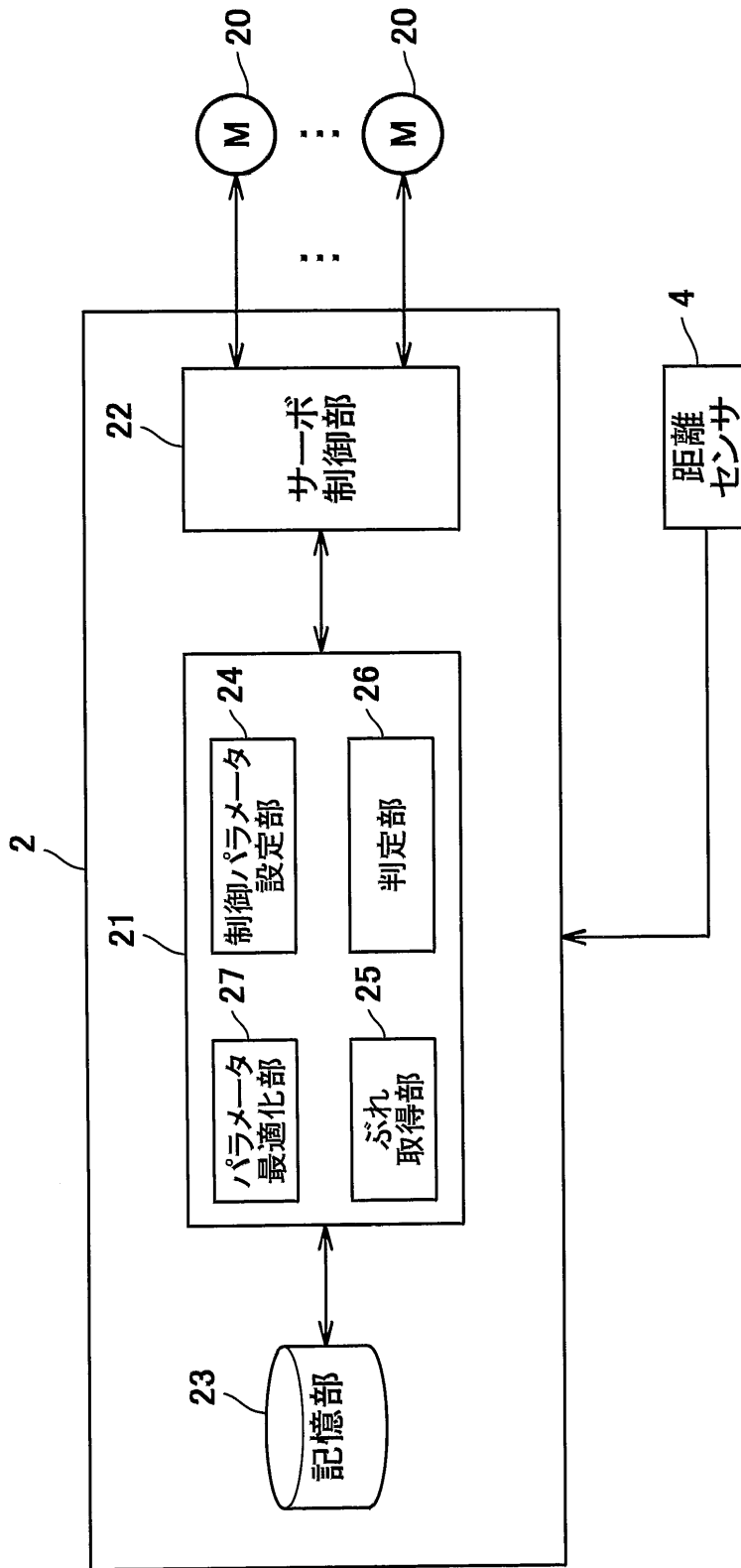
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 2】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2015/000501
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B25J9/10(2006.01)i, H01L21/677(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) B25J9/10, H01L21/677 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 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015 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 Y A	JP 3-50602 A (Kobe Steel, Ltd.), 05 March 1991 (05.03.1991), page 2, upper right column, line 9 to lower left column, line 2; page 4, upper left column, line 14 to lower left column, line 7; page 4, lower right column, line 16 to page 5, line 16; page 6, upper left column, line 4 to page 7, lower left, line 11; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-3, 6-8 5 4
Y A	JP 2014-76498 A (Sinfonia Technology Co., Ltd.), 01 May 2014 (01.05.2014), paragraphs [0016], [0033]; fig. 3, 7 (Family: none)	5 1-4, 6-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 April 2015 (23.04.15)		Date of mailing of the international search report 12 May 2015 (12.05.15)
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/JP2015/000501

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-129705 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 16 May 1997 (16.05.1997), paragraphs [0001] to [0004], [0025] to [0027], [0039]; fig. 6 to 7 (Family: none)	1-8
A	JP 60-156107 A (Hitachi, Ltd.), 16 August 1985 (16.08.1985), entire text; all drawings & US 4617502 A & EP 130570 A2	1-8
A	JP 2001-92511 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 06 April 2001 (06.04.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2015/000501									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B25J9/10(2006.01)i, H01L21/677(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. B25J9/10, 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 <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>1971-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2015年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2015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	1971-2015年	日本国実用新案登録公報	1996-2015年	日本国登録実用新案公報	1994-2015年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2015年										
日本国実用新案登録公報	1996-2015年										
日本国登録実用新案公報	1994-2015年										
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用了用語)											
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 Y A	JP 3-50602 A (株式会社神戸製鋼所) 1991.03.05, 第2ページ右上欄第9行-左下欄第2行, 第4ページ左上欄第14行-左下欄第7行, 第4ページ右下欄第16行-第5ページ第16行, 第6ページ左上欄第4行-第7ページ左下第11行, 第1図-第9図 (ファミリーなし)	1-3, 6-8 5 4									
Y A	JP 2014-76498 A (シンフォニアテクノロジー株式会社) 2014.05.01, 段落【0016】, 【0033】, 【図3】, 【図7】 (ファミリーなし)	5 1-4, 6-8									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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		の日の後に公表された文献									
「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		「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									
「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		「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									
「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)		「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									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 23.04.2015		国際調査報告の発送日 12.05.2015									
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) 川東 孝至	3U 5367								
		電話番号 03-3581-1101 内線 3364									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2015/000501
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 9-129705 A (大日本スクリーン製造株式会社) 1997.05.16, 段落【0001】 - 【0004】, 【0025】 - 【0027】, 【0039】, 【図6】 - 【図7】 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 60-156107 A (株式会社日立製作所) 1985.08.16, 全文, 全図 & US 4617502 A & EP 130570 A2	1-8
A	JP 2001-92511 A (川崎重工株式会社) 2001.04.06, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8

フロントページの続き

Fターム(参考) 5F131 AA02 AA03 CA32 DB02 DB12 DB52 DB72 DD03 DD25 DD26
DD42 DD56 DD57 DD74 DD78 DD79 GA14 KA13 KA16 KA43
KA72 KB12 KB32 KB58

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。