(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7月4日(04.07.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/142654 A1

(51) 国際特許分類:
H02P 5/46 (2006.01) *G05D 3/12* (2006.01)
G05D 3/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/041325

(22) 国際出願日： 2023年11月16日(16.11.2023)

(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 2022-212351 2022年12月28日(28.12.2022) JP
特願 2023-088233 2023年5月29日(29.05.2023) JP
特願 2023-125072 2023年7月31日(31.07.2023) JP

(71) 出願人：パナソニックＩＰマネジメント株式会社(**PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.**) [JP/JP]；〒5710057 大阪府門真市元町２２番６号 Osaka (JP).

(72) 発明者：藤森 雄大(**FUJIMORI Takehiro**). 伊藤 銀平(**ITO Gimpei**). 松岡 廣登(**MATSUOKA Hiroto**). 筒井 健斗(**TSUTSUI Kento**). 佐々木 則明(**SASAKI Noriaki**).

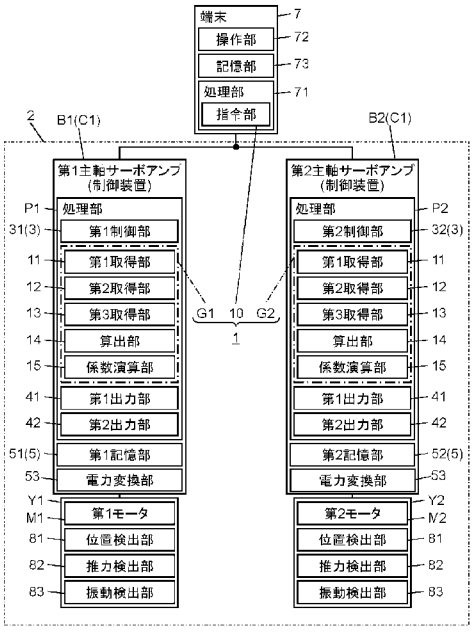
(74) 代理人：鎌田 健司，外(**KAMATA Kenji** et al.)；〒5710057 大阪府門真市元町２２番６号 パナソニックＩＰマネジメント株式会社内 Osaka (JP).

(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,

(54) **Title:** MEASUREMENT SYSTEM, CONTROL DEVICE, MEASUREMENT METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 計測システム、制御装置、計測方法、及びプログラム

[図1]



7 Terminal
10 Command unit
11 First acquisition unit
12 Second acquisition unit
13 Third acquisition unit
14 Calculation unit
15 Coefficient computing unit
31(3) First control unit
32(3) Second control unit
41 First output unit
42 Second output unit
51(5) First storage unit
52(5) Second storage unit
53 Power conversion unit
71, P1, P2 Processing unit
72 Manipulation unit
73 Storage unit
81 Position detection unit
82 Thrust detection unit
83 Vibration detection unit
B1(C1) First main shaft servo amplifier (control device)
B2(C1) Second main shaft servo amplifier (control device)
M1 First motor
M2 Second motor

(57) **Abstract:** The present invention suppresses influence of interference between two main shafts in a synchronous driving system. A measurement system (1) comprises a command unit (10), a first acquisition unit (11), a second acquisition unit (12), and a calculation unit (14). The command unit (10) issues the same positional command to a first control unit (31) and a second control unit (32) to cause the units to control a first motor (M1) and a second motor (M2) to perform a test operation in which a first main shaft (Y1) and a second main shaft (Y2) synchronously move to designated positions.

WO 2024/142654 A1

[続葉有]

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, 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))

The first acquisition unit (11) acquires first information related to a first force applied to the first main shaft (Y1) and a second force applied to the second main shaft (Y2) during the test operation. The second acquisition unit (12) acquires second information related to the positions of the first motor (M1) and the second motor (M2) during the test operation. The calculation unit (14) calculates the positional correction amount of the first motor (M1) or of the second motor (M2) so as to correct positional deviation between the first main shaft (Y1) and the second main shaft (Y2) on the basis of the first information and the second information.

(57) 要約：同期駆動システムにおいて２主軸間の干渉の影響を抑制する。計測システム（１）は指令部（１０）と第１取得部（１１）と第２取得部（１２）と算出部（１４）とを備える。指令部（１０）は第１制御部（３１）及び第２制御部（３２）に同じ位置指令を与え、第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）が同期して指定の位置に移動する試験動作を行うように第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）の制御をさせる。第１取得部（１１）は試験動作中の第１主軸（Ｙ１）に掛かる第１の力及び第２主軸（Ｙ２）に掛かる第２の力に係る第１情報を取得する。第２取得部（１２）は試験動作中の第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）の位置に係る第２情報を取得する。算出部（１４）は第１情報及び第２情報に基づき第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）の間の位置ずれを補正するように、第１モータ（Ｍ１）又は第２モータ（Ｍ２）の位置補正量を算出する。

明　細　書

発明の名称 ：

計測システム、制御装置、計測方法、及びプログラム

技術分野

[0001]　本開示は、一般に、計測システム、制御装置、計測方法、及びプログラムに関する。より詳細には本開示は、平行な２つの主軸を同期駆動する同期駆動システムに適用される位置補正量の測定を行う計測システム、同期駆動システムの制御装置、計測方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002]　特許文献１には、位置制御システムについて開示がある。位置制御システムは、汎用パーソナルコンピュータ（ＰＣ）、Ｘ軸サーボアンプ、Ｙ１軸サーボアンプ、及びＹ２軸サーボアンプを有する。Ｙ２軸サーボアンプは、汎用ＰＣから入力されるＹ軸位置指令に基づいて、Ｙ２軸リニアモータの駆動を制御する。Ｙ２軸サーボアンプは、Ｙ軸位置指令の各所定値に対応する軸間補正値を記憶する補正値テーブル記憶部を備える。Ｙ２軸サーボアンプは、入力されたＹ軸位置指令に対応する軸間補正値を補正値テーブル記憶部から取得し、これを入力されたＹ軸位置指令に加算又は減算したＹ２軸補正位置指令に基づいて、Ｙ２軸リニアモータの駆動を制御する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１７－４１０７５号公報

発明の概要

[0004]　特許文献１に記載の位置制御システムでは、Ｙ１軸とＹ２軸との軸間の位置補正を行うために、Ｙ１軸とＹ２軸との位置（偏差）に基づいて補正値を求めている。しかし、位置偏差に基づく補正では、Ｙ１軸（第１主軸）とＹ２軸（第２主軸）との干渉により起こり得る影響（例えば軸の捻じれ等による装置劣化）を抑制できない可能性がある。

[0005] 本開示は上記事由に鑑みてなされ、軸間の干渉により起こり得る影響の抑制を図ることができる計測システム、制御装置、計測方法、及びプログラムを提供することを目的とする。

[0006] 本開示の一態様に係る計測システムは、同期駆動システムに適用される位置補正量の測定を行う。前記同期駆動システムは、第１主軸及び第２主軸と、第１制御部及び第２制御部と、を備える。前記第１主軸及び前記第２主軸は、副軸を介して互いに平行に連結されている。前記第１主軸及び前記第２主軸は、第１モータ及び第２モータをそれぞれ有する。前記第１制御部及び前記第２制御部は、前記第１主軸及び前記第２主軸が同期して軸方向に移動するように前記第１モータ及び前記第２モータをそれぞれ制御する。前記計測システムは、指令部と、第１取得部と、第２取得部と、算出部と、を備える。前記指令部は、前記第１制御部及び前記第２制御部に同じ位置指令を与えて、前記第１主軸及び前記第２主軸が同期して指定の位置に移動する試験動作を行うように前記第１モータ及び前記第２モータの制御を実行させる。前記第１取得部は、前記試験動作中の前記第１主軸に掛かる第１の力及び前記第２主軸に掛かる第２の力に関する第１情報を取得する。前記第２取得部は、前記試験動作中の前記第１モータ及び前記第２モータの位置に関する第２情報を取得する。前記算出部は、前記第１情報及び前記第２情報に基づき、前記第１主軸及び前記第２主軸の間の位置ずれを補正するように、前記第１モータ及び前記第２モータの少なくとも一方の前記位置補正量を算出する。

[0007] 本開示の別の一態様に係る制御装置は、上記の計測システムから前記位置指令が入力される前記第１制御部及び前記第２制御部のいずれか一方の制御部を備える。前記制御部は、前記位置指令に基づき、前記第１主軸及び前記第２主軸のうち対応する主軸が前記指定の位置に移動する前記試験動作を行うように、前記第１モータ及び前記第２モータのうち対応するモータの制御を実行する。前記制御装置は、第１出力部と、第２出力部と、を更に備える。前記第１出力部は、前記試験動作中の前記主軸に掛かる力に関する前記第

１情報を出力する。前記第２出力部は、前記試験動作中の前記モータの位置に関する前記第２情報を出力する。

[0008] 本開示の別の一態様に係る制御装置は、上記の計測システムから前記位置指令が入力される前記第１制御部及び前記第２制御部のいずれか一方の制御部を備える。前記制御装置は、上記の計測システムにおける前記指令部、前記第１取得部、前記第２取得部、及び前記算出部に関する機能のうち、少なくとも一部の機能を有する。

[0009] 本開示の更に別の一態様に係る制御装置は、上記の計測システムから前記位置指令が入力される前記第１制御部及び前記第２制御部のいずれか一方の制御部を備える。前記制御装置は、前記算出部で算出された前記位置補正量を含む補正情報を記憶する記憶部を更に備える。前記制御部は、前記試験動作、又は通常の稼働動作において、前記記憶部に記憶されている前記補正情報に基づいて、前記第１モータ及び前記第２モータのうち対応するモータの制御を実行する。

[0010] 本開示の更に別の一態様に係る計測方法は、同期駆動システムに適用される位置補正量の測定を行う。前記同期駆動システムは、第１主軸及び第２主軸と、第１制御部及び第２制御部と、を備える。前記第１主軸及び前記第２主軸は、副軸を介して互いに平行に連結されている。前記第１主軸及び前記第２主軸は、第１モータ及び第２モータをそれぞれ有する。前記第１制御部及び前記第２制御部は、前記第１主軸及び前記第２主軸が同期して軸方向に移動するように前記第１モータ及び前記第２モータをそれぞれ制御する。前記計測方法は、指令処理ステップと、第１取得処理ステップと、第２取得処理ステップと、算出処理ステップと、を含む。前記指令処理ステップでは、前記第１制御部及び前記第２制御部に同じ位置指令を与えて、前記第１主軸及び前記第２主軸が同期して指定の位置に移動する試験動作を行うように前記第１モータ及び前記第２モータの制御を実行させる。前記第１取得処理ステップでは、前記試験動作中の前記第１主軸に掛かる第１の力及び前記第２主軸に掛かる第２の力に関する第１情報を取得する。前記第２取得処理ステ

ップでは、前記試験動作中の前記第１モータ及び前記第２モータの位置に関する第２情報を取得する。前記算出処理ステップでは、前記第１情報及び前記第２情報に基づき、前記第１主軸及び前記第２主軸の間の位置ずれを補正するように、前記第１モータ及び前記第２モータの少なくとも一方の前記位置補正量を算出する。

[0011] 本開示の更に別の一態様に係るプログラムは、１以上のプロセッサに、上記の計測方法を実行させるためのプログラムである。

[0012] 本開示の計測システム、制御装置、計測方法、及びプログラムによれば、軸間の干渉により起こり得る影響の抑制を図ることができる、という利点がある。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図１は、一実施形態に係る計測システム、及び当該計測システムが適用される同期駆動システムの概略ブロック構成図である。

[図2]図２は、同上の同期駆動システム、及び周辺構成の概略図である。

[図3]図３は、同上の計測システムにおける補正量測定処理に関する動作を説明するためのフローチャートである。

[図4]図４は、同上の計測システムにおける補正量最適化処理に関する動作を説明するためのフローチャートである。

[図5]図５は、同上の計測システムにおける変形例１を説明するための概略ブロック構成図である。

[図6]図６は、同上の計測システムにおける変形例２を説明するための概略ブロック構成図である。

[図7]図７は、同上の計測システムにおける変形例３を説明するための概略ブロック構成図である。

[図8]図８は、同上の計測システムにおける変形例４の補正係数の取得に関する動作を説明するためのフローチャートである。

[図9]図９は、同上の変形例４における補正値確認画面の概念図である。

[図10]図１０は、同上の変形例４における操作画面の概念図である。

[図11]図１１は、同上の変形例４におけるパラメータ設定画面の概念図である。

[図12]図１２は、同上の変形例４における補正値確認画面の概念図である。

[図13]図１３は、同上の変形例４における推力差確認画面の概念図である。

[図14]図１４は、同上の変形例４における推力差確認画面の概念図である。

[図15]図１５は、同上の変形例４における推力差確認画面の概念図である。

[図16]図１６は、同上の変形例４における補正値確認画面の概念図である。

[図17]図１７は、同上の計測システムにおける変形例５の第１機能（単位変換機能）を説明するための画面の概念図である。

[図18]図１８は、同上の第１機能を説明するための画面の概念図である。

[図19A]図１９Ａは、同上の変形例５の第２機能（図形式への変換機能）を説明するための画面の概念図である。

[図19B]図１９Ｂは、同上の変形例５の第２機能（図形式への変換機能）を説明するための画面の概念図である。

[図20]図２０は、同上の変形例５の第３機能（日付情報の紐づけ機能）を説明するための画面の概念図である。

[図21A]図２１Ａは、同上の変形例５の第４機能（チャート形式への変換機能）を説明するための画面の概念図である。

[図21B]図２１Ｂは、同上の変形例５の第４機能（チャート形式への変換機能）を説明するための画面の概念図である。

[図22A]図２２Ａは、同上の変形例５の第５機能（ヒストグラム形式への変換機能）を説明するための画面の概念図である。

[図22B]図２２Ｂは、同上の変形例５の第５機能（ヒストグラム形式への変換機能）を説明するための画面の概念図である。

[図23]図２３は、同上の変形例５の第６機能（過去データの比較表示機能）を説明するための画面の概念図である。

[図24A]図２４Ａは、同上の変形例５の第７機能（過去データについて別の表示形式での比較表示機能）を説明するための画面の概念図である。

[図24B]図２４Ｂは、同上の変形例５の第７機能（過去データについて別の表示形式での比較表示機能）を説明するための画面の概念図である。

発明を実施するための形態

[0014] （概要）

以下、実施形態及び変形例に係る計測システム、制御装置、計測方法、及びプログラムについて、図面を用いて説明する。なお、下記の実施形態及び変形例は、本開示の様々な実施形態の一つに過ぎない。また、下記の実施形態及び変形例は、本開示の目的を達成できれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。また、変形例の構成を適宜組み合わせることも可能である。

[0015] 下記の実施形態及び変形例において説明する各図は模式的な図であり、各構成要素の大きさ及び厚さのそれぞれの比が必ずしも実際の寸法比を反映しているとは限らない。

[0016] 図１は、一実施形態に係る計測システム１、及びこの計測システム１が適用される同期駆動システム２の概略ブロック構成図である。図２は、一実施形態の同期駆動システム２、及び周辺構成の概略図である。一態様に係る計測システム１（図１参照）は、同期駆動システム２（図２参照）に適用される位置補正量の測定を行う。以下では、同期駆動システム２が、図２に示すように、いわゆるガントリ機構を有する同期駆動装置（システム）であることを想定する。ガントリ機構におけるＹ１軸、Ｙ２軸、及びＸ軸は、本開示における第１主軸Ｙ１、第２主軸Ｙ２、及び副軸Ｘ１（図２参照）にそれぞれ相当する。ただし、同期駆動システム２は、ガントリ機構以外の機構を有する多軸同期駆動装置（システム）でもよい。

[0017] 同期駆動システム２は、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２と、第１制御部３１及び第２制御部３２と、を備える。第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２は、副軸Ｘ１を介して互いに平行に連結されている（図２参照）。第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２は、第１モータＭ１及び第２モータＭ２をそれぞれ有する。第１制御部３１及び第２制御部３２は、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２が同期して軸方向Ｄ１（図２参照）に移動するように第１モータＭ１及び第２モ

ータＭ２をそれぞれ制御する。下記の実施形態では、第１制御部３１は、第１主軸Ｙ１の第１モータＭ１を駆動制御する第１主軸サーボアンプＢ１（制御装置Ｃ１）に設けられている。また、第２制御部３２は、第２主軸Ｙ２の第２モータＭ２を駆動制御する第２主軸サーボアンプＢ２（制御装置Ｃ１）に設けられている。

[0018] 以下では、第１モータＭ１及び第２モータＭ２は、それぞれリニアサーボモータであることを想定する。ただし、第１モータＭ１及び第２モータＭ２は、リニアサーボモータに限定されず、回転型のサーボモータであってもよい。この場合、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２の各々は、例えば、回転型のサーボモータ、及び回転型のサーボモータの出力軸から伝達される回転運動を直線運動に変換するボールねじ機構等を有してよい。

[0019] 同期駆動システム２は、一例として、３軸の駆動装置である。図２に示すように、同期駆動システム２は、Ｘ軸に相当する副軸Ｘ１、及び副軸Ｘ１を制御する制御装置（副軸サーボアンプＢ３）も更に備え、副軸Ｘ１に設けられたヘッドＺ１をＸ軸に沿って駆動制御できる。同期駆動システム２は、ヘッドＺ１をＺ軸方向に移動させるためのモータ及び制御装置を更に備えてよい。ヘッドＺ１は、ロボットアームでもよく、同期駆動システム２は、ロボットアームを制御する制御装置を更に備えてよい。

[0020] 同期駆動システム２は、工場等の施設内において、半導体部品等の実装機、部材の加工機、又は製品や半製品の搬送機等に適用され得る。例えば、同期駆動システム２は、副軸Ｘ１のヘッドＺ１（ロボットアーム）で対象物（ワーク）のピッキングを行わせ、副軸Ｘ１、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２を駆動制御して、ワークをＸ軸及びＹ軸（図２で言えば軸方向Ｄ１）の方向の少なくとも一方に移動させ得る。

[0021] ところで、作業者が、工場等の施設内での同期駆動システム２の新規導入又は移設時において、同期駆動システム２の各種の装置を組み付ける作業を行ったとする。その際、作業者は第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２を互いに平行となるように組み付けたつもりであっても、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ

２間に僅かな位置ずれが生じ得る。また、同期駆動システム２の経年劣化によっても、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２間に位置ずれが生じ得る。しかし、このような軸間の位置ずれは、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２の同期駆動制御においては、位置精度の低下を招き得る。例えば、半導体部品等の実装工程では、位置精度の低下により、半導体部品を正しい実装位置に実装できない可能性がある。さらに、このような位置ずれは、第１主軸Ｙ１と第２主軸Ｙ２との干渉により起こり得る影響（例えば第１主軸Ｙ１、第２主軸Ｙ２、又は副軸Ｘ１の捻じれ等による装置劣化）も起き得る。

[0022] そこで、計測システム１は、下記の構成を有し、同期駆動システム２に試験動作を行わせて位置補正量の測定を行う。同期駆動システム２は、通常の稼働動作時において、計測システム１が測定した位置補正量を用いて、第１モータＭ１及び第２モータＭ２の少なくとも一方の位置を補正することで、第１主軸Ｙ１と第２主軸Ｙ２との位置ずれを相殺する。

[0023] 具体的には、計測システム１は、図１に示すように、指令部１０と、第１取得部１１と、第２取得部１２と、算出部１４と、を備える。

[0024] 指令部１０は、第１制御部３１及び第２制御部３２に同じ位置指令を与えて、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２が同期して指定の位置に移動する試験動作を行うように第１モータＭ１及び第２モータＭ２の制御を実行させる。後述する実施形態では、指令部１０の機能が、端末７に設けられていることを想定する。ただし、後述する変形例でも説明する通り、指令部１０の機能は、端末７以外の装置に設けられてよい。

[0025] 第１取得部１１は、試験動作中の第１主軸Ｙ１に掛かる第１の力及び第２主軸Ｙ２に掛かる第２の力に関する第１情報を取得する。第２取得部１２は、試験動作中の第１モータＭ１及び第２モータＭ２の位置に関する第２情報を取得する。算出部１４は、第１情報及び第２情報に基づき、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２の間の位置ずれを補正するように、第１モータＭ１及び第２モータＭ２の少なくとも一方の位置補正量を算出する。後述する実施形態では、第１取得部１１、第２取得部１２、及び算出部１４の機能が、第１主

軸サーボアンプＢ１（制御装置Ｃ１）及び第２主軸サーボアンプＢ２（制御装置Ｃ１）の各々に設けられていることを想定する。ただし、後述する変形例でも説明する通り、これらの機能の少なくとも一部が、制御装置Ｃ１以外の装置に設けられてよい。また、これらの機能が、第１主軸サーボアンプＢ１及び第２主軸サーボアンプＢ２のいずれか一方にだけ設けられてもよい。また、これらの機能が、たとえ第１主軸サーボアンプＢ１及び第２主軸サーボアンプＢ２の両方に設けられていても、いずれか一方の主軸サーボアンプでは、これらの機能の一部又は全部の機能が利用されなくてもよい。

[0026] 上記の計測システム１によれば、同期駆動システム２に適用される位置補正量が、第１主軸Ｙ１に掛かる第１の力及び第２主軸Ｙ２に掛かる第２の力に関する第１情報、及び第２情報に基づき、算出される。そのため、Ｙ１軸とＹ２軸との位置偏差によって補正値を算出する特許文献１の位置制御システムとは違って、駆動制御の精度を高めるという観点だけではなく、例えば軸の捻じれ等による装置劣化といった軸間（Ｙ１軸とＹ２軸の間）の干渉により起こり得る影響の抑制も図ることができる。なお、後述の通り、第１の力及び第２の力は、説明の便宜上、Ｙ軸に沿った推力であることを想定するが、推力以外にＹ軸回りの力（トルク）を含み得る。

[0027] また一態様に係る計測方法は、上記の同期駆動システム２に適用される位置補正量の測定を行う。計測方法は、指令処理ステップと、第１取得処理ステップと、第２取得処理ステップと、算出処理ステップと、を含む。指令処理ステップでは、第１制御部３１及び第２制御部３２に同じ位置指令を与えて、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２が同期して指定の位置に移動する試験動作を行うように第１モータＭ１及び第２モータＭ２の制御を実行させる。第１取得処理ステップでは、試験動作中の第１主軸Ｙ１に掛かる第１の力及び第２主軸Ｙ２に掛かる第２の力に関する第１情報を取得する。第２取得処理ステップでは、試験動作中の第１モータＭ１及び第２モータＭ２の位置に関する第２情報を取得する。算出処理ステップでは、第１情報、及び第２情報に基づき、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２の間の位置ずれを補正するように

、第１モータＭ１及び第２モータＭ２の少なくとも一方の位置補正量を算出する。上記の計測方法には、軸間（Ｙ１軸とＹ２軸の間）の干渉により起こり得る影響の抑制を図れるという利点がある。

[0028] この計測方法は、コンピュータシステム（計測システム１）上で用いられる。つまり、この計測方法は、コンピュータプログラムでも具現化可能である。一態様に係るプログラムは、上記の計測方法を１以上のプロセッサに実行させるためのプログラムである。プログラムは、コンピュータで読み取り可能な非一時的記録媒体に記録されていてもよい。

[0029] （詳細）

（１）全体構成

以下、本実施形態に係る計測システム１、同期駆動システム２及びその周辺構成を含んだ全体のシステムについて、図１及び図２を参照しながら詳しく説明する。

[0030] 計測システム１は、同期駆動システム２に適用される位置補正量の測定を行うように構成される。本実施形態では、計測システム１の複数の機能が、第１主軸サーボアンプＢ１（制御装置Ｃ１）、第２主軸サーボアンプＢ２（制御装置Ｃ１）及び端末７に分散的に設けられている。なお、周辺構成とは、図２の図示例で言えば、上位コントローラ６である。上位コントローラ６は、同期駆動システム２の構成として扱ってもよい。

[0031] 本開示では、計測システム１からの位置指令に応じて位置補正量の測定に関わる同期駆動システム２等の動作のことを「試験動作」と呼ぶことがある。また、計測システム１の測定によって得られた位置補正量を利用して、対象物（ワーク）に対する処理を行う通常の稼働に関わる同期駆動システム２等の動作のことを「通常の稼働動作」と呼ぶことがある。

[0032] 試験動作は、工場等の施設内での同期駆動システム２の新規導入又は移設時において、同期駆動システム２の各種の装置の組み付け作業を行った後に実行され得ることを想定する。また、試験動作は、同期駆動システム２の定期メンテナンス時、同期駆動システム２に何かしらの不具合が発生して確認

及び復旧作業を行った後、又は、同期駆動システム２における装置・部品交換を行った後に実行され得ることを想定する。

[0033] （２）同期駆動システム

同期駆動システム２は、第１主軸Ｙ１、第２主軸Ｙ２、副軸Ｘ１、ヘッドＺ１、第１主軸サーボアンプＢ１（制御装置Ｃ１）、第２主軸サーボアンプＢ２（制御装置Ｃ１）及び副軸サーボアンプＢ３を備える。以下では、説明の便宜上、第１主軸サーボアンプＢ１を「第１アンプＢ１」と略し、第２主軸サーボアンプＢ２を「第２アンプＢ２」と略して呼ぶこともある。

[0034] 第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２は、副軸Ｘ１を介して、軸方向Ｄ１に沿って互いに平行に連結されている。副軸Ｘ１は、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２の各々と直交するようにこれらを連結する。

[0035] 第１主軸Ｙ１は、第１モータＭ１（リニアサーボモータ）と、位置検出部８１（リニアスケール）と、推力検出部８２と、振動検出部８３と、を有する。なお、第１主軸Ｙ１の推力検出部８２は、必須の構成ではなく、適宜省略されてよい。第１主軸Ｙ１は、その他にも、第１モータＭ１の速度を検出する速度センサ、及び第１モータＭ１の推力を検出する推力センサ等を更に有してよい。

[0036] 本実施形態では一例として、第１モータＭ１と、第１モータＭ１の動力により駆動される負荷と、を駆動系Ａ１として規定する。負荷は、副軸Ｘ１、副軸Ｘ１と第１モータＭ１とを連結する連結部位、及びヘッドＺ１等を含み得る。

[0037] 以下、第１主軸Ｙ１側の駆動系Ａ１を第１駆動系Ａ１１と呼ぶことがある。第１モータＭ１が回転型のサーボモータであり、ボールねじ機構と連結されている場合には、回転型のサーボモータ及びボールねじ機構も第１駆動系Ａ１１の一部となる。

[0038] 第２主軸Ｙ２は、第１主軸Ｙ１と実質的に同様の構成を有する。第２主軸Ｙ２は、第２モータＭ２（リニアサーボモータ）と、位置検出部８１（リニアスケール）と、推力検出部８２と、振動検出部８３と、を有する。なお、

第２主軸Ｙ２の推力検出部８２は、必須の構成ではなく、適宜省略されてよい。第２主軸Ｙ２は、その他にも、第２モータＭ２の速度を検出する速度センサ、及び第２モータＭ２の推力を検出する推力センサ等を更に有してよい。

[0039] 本実施形態では一例として、第２モータＭ２と、第２モータＭ２の動力により駆動される負荷と、を駆動系Ａ１として規定する。負荷は、副軸Ｘ１、副軸Ｘ１と第２モータＭ２とを連結する連結部位、及びヘッドＺ１等を含み得る。

[0040] 以下、第２主軸Ｙ２側の駆動系Ａ１を第２駆動系Ａ１２と呼ぶことがある。第２モータＭ２が回転型のサーボモータであり、ボールねじ機構と連結されている場合には、回転型のサーボモータ及びボールねじ機構も第２駆動系Ａ１２の一部となる。

[0041] 第１主軸Ｙ１（第１モータＭ１）は、第１アンプＢ１の制御に従って、Ｙ軸（軸方向Ｄ１）に沿って直動的に負荷を駆動する。また、第２主軸Ｙ２（第２モータＭ２）は、第２アンプＢ２の制御に従って、Ｙ軸（軸方向Ｄ１）に沿って直動的に負荷を駆動する。ただし、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２は、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２が同期して軸方向Ｄ１に移動するように第１モータＭ１及び第２モータＭ２をそれぞれ制御する。

[0042] ここでは詳細な説明は省略するが、副軸Ｘ１は、モータ（リニアサーボモータ）と、位置検出部（リニアスケール）と、を有する。副軸Ｘ１は、副軸サーボアンプＢ３の制御に従って、Ｘ軸に沿って直動的に負荷（ヘッドＺ１）を駆動する。

[0043] 第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２の各々の位置検出部８１は、エンコーダ等から構成される。各位置検出部８１は、第１モータＭ１及び第２モータＭ２のうちの対応するモータの位置を検出する。第１主軸Ｙ１の位置検出部８１は、第１モータＭ１の位置に関する検出値を含む位置検出信号（電気信号）を第１アンプＢ１へ出力する。第２主軸Ｙ２の位置検出部８１は、第２モータＭ２の位置に関する検出値を含む位置検出信号を第２アンプＢ２へ出力す

る。第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２は、位置検出信号と上位コントローラ６からの稼働用の制御信号（以下、単に制御信号と呼ぶ）に基づき、フィードバック制御を行いながら所定の作業動作を実行するように第１モータＭ１及び第２モータＭ２を同期駆動制御する。

[0044] また、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２は、後述する位置指令を含む試験用の制御信号（以下、単に試験信号と呼ぶ）に基づき、所定の試験動作を実行するように、第１モータＭ１及び第２モータＭ２を同期駆動制御する。

[0045] 本実施形態では、「モータに掛かる力」が、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２からの第１モータＭ１及び第２モータＭ２に対する指令値（例えば推力の指令値、又はトルクの指令値）に基づいて演算される。ただし、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２の各々が有する推力検出部８２を利用して、各モータに掛かる力（推力）が検出されてよい。

[0046] 第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２の各々の推力検出部８２は、第１モータＭ１及び第２モータＭ２のうち対応するモータに掛かる力を検出するように、当該モータに配置される。各推力検出部８２は、例えば、圧電式、磁歪式、又はひずみゲージ式等の力センサを含む。

[0047] ここで言う「モータに掛かる力」とは、負荷を駆動する際に負荷から受ける応力だけでなく、軸間の位置ずれに起因して、副軸Ｘ１を介して他方のモータ側から応力を受けることによるＹ軸に沿った捻じれの力を含み得る。要するに、「モータに掛かる力」は、Ｙ軸に沿った推力を含み得る。なお、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２の間の位置ずれが、Ｙ軸のずれだけでなく、Ｘ軸やＺ軸のずれも存在する場合、「モータに掛かる力」は、Ｙ軸回りの捻じれの力（トルク）も含み得る。ただし、以下では、説明を簡単にするために、「モータに掛かる力」が、主に推力であることを想定して説明する。例えば、第１モータＭ１に掛かる力は、軸間の位置ずれに起因して、副軸Ｘ１を介して第２モータＭ２側から応力を受けることによるＹ１軸に沿った捻じれの力を含み得る。また、第２モータＭ２に掛かる力は、軸間の位置ずれに起因して、副軸Ｘ１を介して第１モータＭ１側から応力を受けることによるＹ

２軸に沿った捻じれの力を含み得る。

[0048] 上述の通り、本実施形態では、第１モータＭ１及び第２モータＭ２に掛かる推力は、第１モータＭ１及び第２モータＭ２に対する推力の指令値等に基づいて演算される。ただし、推力検出部８２を利用する場合には、次の通りである。第１主軸Ｙ１の推力検出部８２は、第１モータＭ１に掛かる推力に関する検出値を含む推力検出信号（電気信号）を第１アンプＢ１へ出力する。第２主軸Ｙ２の推力検出部８２は、第２モータＭ２に掛かる推力に関する検出値を含む推力検出信号を第２アンプＢ２へ出力する。

[0049] 第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２の各々の振動検出部８３は、第１駆動系Ａ１１及び第２駆動系Ａ１２のうち対応する駆動系Ａ１の振動を検出するように、この駆動系Ａ１に配置される。各振動検出部８３は、例えば、加速度センサ又はジャイロセンサ等を含む。第１主軸Ｙ１の振動検出部８３は、第１駆動系Ａ１１の振動に関する検出値を含む振動検出信号（電気信号）を第１アンプＢ１へ出力する。第２主軸Ｙ２の振動検出部８３は、第２駆動系Ａ１２の振動に関する検出値を含む振動検出信号を第２アンプＢ２へ出力する。

[0050] 第１アンプＢ１は、一形態に係る制御装置Ｃ１に相当する。第１アンプＢ１は、図１に示すように、処理部Ｐ１と、第１記憶部５１（記憶部５に相当）と、電力変換部５３と、を備える。言い換えると、制御装置Ｃ１（第１アンプＢ１）は、記憶部５（第１記憶部５１）を備える。

[0051] 処理部Ｐ１は、１以上のプロセッサ及びメモリを有するコンピュータシステムを含んでいる。コンピュータシステムのメモリに記録されたプログラムを、コンピュータシステムのプロセッサが実行することにより、処理部Ｐ１の少なくとも一部の機能が実現される。プログラムは、メモリに記録されていてもよいし、インターネット等の電気通信回線を通して提供されてもよく、メモリカード等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。

[0052] 処理部Ｐ１は、第１制御部３１（制御部３に相当）と、第１出力部４１と、第２出力部４２と、第１計測処理部Ｇ１と、を有する。言い換えると、制御装置Ｃ１（第１アンプＢ１）は、第１出力部４１と、第２出力部４２と、

を備える。

[0053] 第１制御部３１は、上位コントローラ６からのＹ軸に関する制御信号、及び位置検出部８１からの位置検出信号（つまり、現在の第１モータＭ１の位置）に従って、第１駆動系Ａ１１の制御値を決定する。制御値は、例えば、Ｙ１軸に関する第１モータＭ１の位置の指令値、第１モータＭ１の推力の指令値、及び第１モータＭ１の速度の指令値等を含み得る。第１制御部３１は、決定した制御値に基づき、電力変換部を制御して、第１モータＭ１に供給される電力（駆動電流）を調整する。これにより、第１制御部３１は、第１主軸Ｙ１をＹ１軸上の所定位置に駆動させる。

[0054] また、第１制御部３１は、計測システム１（後述する指令部１０）から、位置指令を含む試験信号が入力されると、所定の試験動作を実行する。言い換えると、制御装置Ｃ１（第１アンプＢ１）は、計測システム１から位置指令が入力される第１制御部３１（制御部３）を備える。第１制御部３１（制御部３）は、位置指令に基づき、第１主軸Ｙ１が指定の位置に移動する試験動作を行うように、第１モータＭ１の制御を実行する。試験動作において指定される位置は、主軸（Ｙ１、Ｙ２）が通常の稼働動作で移動可能な規定の可動範囲内に設定されている。

[0055] 本実施形態では一例として、１回分の試験動作は、主軸（第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２）が同期してＹ軸の原点位置（開始位置）から、位置指令で指定されるＹ軸の正側の位置（終了位置）に移動するまでの移動動作であることを想定する。なお、開始位置は、原点位置以外でもよい。以下、試験動作における開始位置から終了位置までの移動範囲を「補正範囲」と呼ぶ。位置指令は、例えば補正範囲の情報を含む。

[0056] また、１回分の試験動作は、上記のような移動動作に限定されない。１回分の試験動作は、主軸が同期してＹ軸の原点位置（開始位置）から、Ｙ軸の負側の位置（終了位置）に移動するまでの移動動作でもよい。また、１回分の試験動作は、主軸が同期してＹ軸の原点位置（開始位置）から、Ｙ軸の正側の位置に移動し、再び原点位置（終了位置）に戻るまでの往復動作でもよ

い。また、１回分の試験動作は、主軸が同期してＹ軸の原点位置（開始位置）から、Ｙ軸の正側の位置に移動し、再び原点位置に戻り、さらにＹ軸の負側の位置に移動し、再び原点位置（終了位置）に戻るまでの正側と負側の両側の往復動作を含んでもよい。

[0057] 処理部Ｐ１の第１出力部４１は、試験動作中の主軸に掛かる力（推力）に関する第１情報を出力する。具体的には、処理部Ｐ１は、第１モータＭ１の推力の指令値等に基づいて、第１推力値を演算する。処理部Ｐ１は、第１推力値を含む第１情報を生成し、第１出力部４１から出力させる。第１モータＭ１の推力の指令値は、位置検出部８１からの位置検出信号（つまり、現在の第１モータＭ１の位置）や現在の第１モータＭ１の速度等に基づいて決定され得る制御値のパラメータの１つである。或いは、処理部Ｐ１は、第１主軸Ｙ１の推力検出部８２から推力検出信号が入力されると、推力検出信号に含まれる検出値に基づき、第１推力値を含む第１情報を生成し、第１出力部４１から出力させてもよい。ここでは、第１出力部４１は、第１情報を、処理部Ｐ１内に実装される第１計測処理部Ｇ１に出力する。なお、第１計測処理部Ｇ１は、計測システム１の一部であり、詳細は後述する。

[0058] 処理部Ｐ１の第２出力部４２は、試験動作中のモータの位置に関する第２情報を出力する。具体的には、処理部Ｐ１は、試験動作中において、第１主軸Ｙ１の位置検出部８１から位置検出信号が入力されると、位置検出信号に含まれる検出値に基づき、第１モータＭ１の位置を含む第２情報を生成し、第２出力部４２から出力させる。ここでは、第２出力部４２は、第２情報を、処理部Ｐ１内に実装される第１計測処理部Ｇ１に出力する。なお、位置検出信号の検出値は、試験動作だけでなく、通常の稼働動作における制御値を決定する際も利用される。

[0059] また、処理部Ｐ１は、試験動作中において、加振処理を行い、第１モータＭ１の駆動制御の中で、所定の範囲で種々の振動周波数の加振力を第１駆動系Ａ１１に付与する。処理部Ｐ１は、第１主軸Ｙ１の振動検出部８３から、その加振力に応じた振動検出信号が入力されると、振動検出信号に含まれる

検出値の情報を第１計測処理部Ｇ１に出力する。

[0060] 第１記憶部５１は、フラッシュメモリ等の電気的に書き換え可能な不揮発性の半導体メモリを含む。第１記憶部５１は、計測システム（後述する算出部１４）で算出された位置補正量を含む補正情報を記憶（格納）可能に構成される。第１記憶部５１に格納されている補正情報は、処理部Ｐ１により更新され得る。

[0061] 第２アンプＢ２は、一形態に係る制御装置Ｃ１に相当する。本実施形態では一例として、第２アンプＢ２は、第１アンプＢ１と実質的に同様の機能を有する。第２アンプＢ２は、図１に示すように、処理部Ｐ２と、第２記憶部５２（記憶部５に相当）と、電力変換部５３と、を備える。言い換えると、制御装置Ｃ１（第２アンプＢ２）は、記憶部５（第２記憶部５２）を備える。

[0062] 処理部Ｐ２は、１以上のプロセッサ及びメモリを有するコンピュータシステムを含んでいる。コンピュータシステムのメモリに記録されたプログラムを、コンピュータシステムのプロセッサが実行することにより、処理部Ｐ２の少なくとも一部の機能が実現される。プログラムは、メモリに記録されていてもよいし、インターネット等の電気通信回線を通して提供されてもよく、メモリカード等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。

[0063] 処理部Ｐ２は、第２制御部３２（制御部３に相当）と、第１出力部４１と、第２出力部４２と、第２計測処理部Ｇ２と、を有する。言い換えると、制御装置Ｃ１（第２アンプＢ２）は、第１出力部４１と、第２出力部４２と、を備える。

[0064] 第２制御部３２は、上位コントローラ６からのＹ軸に関する制御信号、及び位置検出部８１からの位置検出信号（つまり、現在の第２モータＭ２の位置）に従って、第２駆動系Ａ１２の制御値を決定する。制御値は、例えば、Ｙ２軸に関する第２モータＭ２の位置の指令値、第２モータＭ２の推力の指令値、及び第２モータＭ２の速度の指令値等を含み得る。第２制御部３２は、決定した制御値に基づき、電力変換部を制御して、第２モータＭ２に供給

される電力（駆動電流）を調整する。これにより、第２制御部３２は、第２主軸Ｙ２をＹ２軸上の所定位置に駆動させる。

[0065] また、第２制御部３２は、計測システム１（後述する指令部１０）から、位置指令を含む試験信号が入力されると、所定の試験動作を実行する。言い換えると、制御装置Ｃ１（第２アンプＢ２）は、計測システム１から位置指令が入力される第２制御部３２（制御部３）を備える。第２制御部３２（制御部３）は、位置指令に基づき、第２主軸Ｙ２が指定の位置に移動する試験動作を行うように、第２モータＭ２の制御を実行する。

[0066] 処理部Ｐ２の第１出力部４１は、試験動作中の主軸に掛かる力（推力）に関する第１情報を出力する。具体的には、処理部Ｐ２は、第２モータＭ２の推力の指令値等に基づいて、第２推力値を演算する。処理部Ｐ２は、第２推力値を含む第１情報を生成し、第１出力部４１から出力させる。第２モータＭ２の推力の指令値は、位置検出部８１からの位置検出信号（つまり、現在の第２モータＭ２の位置）や現在の第２モータＭ２の速度等に基づいて決定され得る制御値のパラメータの１つである。或いは、処理部Ｐ２は、第２主軸Ｙ２の推力検出部８２から推力検出信号が入力されると、推力検出信号に含まれる検出値に基づき、第２推力値を含む第１情報を生成し、第１出力部４１から出力させてもよい。ここでは、第１出力部４１は、第１情報を、処理部Ｐ２内に実装される第２計測処理部Ｇ２に出力する。なお、第２計測処理部Ｇ２は、計測システム１の一部であり、詳細は後述する。

[0067] 処理部Ｐ２の第２出力部４２は、試験動作中のモータの位置に関する第２情報を出力する。具体的には、処理部Ｐ２は、試験動作中において、第２主軸Ｙ２の位置検出部８１から位置検出信号が入力されると、位置検出信号に含まれる検出値に基づき、第２モータＭ２の位置を含む第２情報を生成し、第２出力部４２から出力させる。ここでは、第２出力部４２は、第２情報を、処理部Ｐ２内に実装される第２計測処理部Ｇ２に出力する。なお、位置検出信号の検出値は、試験動作だけでなく、通常の稼働動作における制御値を決定する際も利用される。

[0068] また、処理部Ｐ２は、試験動作中において、加振処理を行い、第２モータＭ２の駆動制御の中で、所定の範囲で種々の振動周波数の加振力を第２駆動系Ａ１２に付与する。処理部Ｐ２は、第２主軸Ｙ２の振動検出部８３から、その加振力に応じた振動検出信号が入力されると、振動検出信号に含まれる検出値の情報を第２計測処理部Ｇ２に出力する。

[0069] 第２記憶部５２は、フラッシュメモリ等の電気的に書き換え可能な不揮発性の半導体メモリを含む。第２記憶部５２は、計測システム（後述する算出部１４）で算出された位置補正量を含む補正情報を記憶（格納）可能に構成される。第２記憶部５２に格納されている補正情報は、処理部Ｐ２により更新され得る。

[0070] このように構成された第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２は、上位コントローラ６から同期した制御信号を受信し、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２を同期させて所定位置に駆動させる。この同期駆動に加えて、副軸サーボアンプＢ３も、上位コントローラ６からＸ軸に関する制御信号、及び位置検出部からの位置検出信号に従って、駆動系の制御値を決定し、副軸Ｘ１をＸ軸上の所定位置に駆動させる。その結果、同期駆動システム２は、ヘッドＺ１に関するＸ－Ｙ座標位置の駆動制御を行う。

[0071] 特に、制御部３は、試験動作、又は通常の稼働動作において、記憶部５に記憶されている補正情報に基づいて、第１モータＭ１及び第２モータＭ２のうち対応するモータの制御を実行する。

[0072] 具体的には、第１アンプＢ１の第１制御部３１は、例えば通常の稼働動作において、第１記憶部５１に記憶されている位置補正量に基づいて第１モータＭ１の位置を補正する。第１制御部３１は、補正後の位置（補正位置）に基づき制御値を決定し、駆動電流を調整して、第１モータＭ１の制御を実行する。

[0073] また、第２アンプＢ２の第２制御部３２は、例えば通常の稼働動作において、第２記憶部５２に記憶されている位置補正量に基づいて第２モータＭ２の位置を補正する。第２制御部３２は、補正位置に基づき制御値を決定し、

駆動電流を調整して第２モータＭ２の制御を実行する。

[0074] また、第１制御部３１及び第２制御部３２は、通常の稼働動作だけでなく、試験動作でも、記憶部５に記憶されている直近の位置補正量に基づいて補正することもある。詳細は後述するが、位置補正量の最適化を行うために、試験動作を繰り返して実行する場合もある。その場合、対応するモータの制御は、試験動作でも記憶部５に記憶されている位置補正量に基づいて補正されて行われ得る。なお、同期駆動システム２の新規導入時において装置の組み付け後に試験動作が初めて実行される場合は、記憶部５（第１記憶部５１、第２記憶部５２）に補正情報が未だ格納されていない場合がある。その場合、制御部３（第１制御部３１、第２制御部３２）は、試験動作において、補正情報無しで、対応するモータの制御を実行することになる。

[0075] （３）上位コントローラ

上位コントローラ６は、１以上のプロセッサ及びメモリを有するコンピュータシステムを含んでいる。コンピュータシステムのメモリに記録されたプログラムを、コンピュータシステムのプロセッサが実行することにより、上位コントローラ６の少なくとも一部の機能が実現される。プログラムは、メモリに記録されていてもよいし、インターネット等の電気通信回線を通して提供されてもよく、メモリカード等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。

[0076] 上位コントローラ６は、例えばプログラマブルロジックコントローラ（ＰＬＣ）等を利用して構成され、第１アンプＢ１、第２アンプＢ２、及び副軸サーボアンプＢ３の動作を制御する。上位コントローラ６は、第１アンプＢ１、第２アンプＢ２、及び副軸サーボアンプＢ３と通信可能に接続されていて、これらのサーボアンプへ制御信号を出力する。これにより、上位コントローラ６は、第１アンプＢ１、第２アンプＢ２、及び副軸サーボアンプＢ３の動作を制御する。通信方式は、無線でも有線でもよい。制御信号は、ヘッドＺ１等を含む負荷のＸ－Ｙ座標位置や動作を指定するためのデータを含む。

[0077] （４）端末

本実施形態では一例として、端末７は、図２に示すように、ノートパソコンであることを想定する。しかし、端末７は、タブレット端末、又はスマートフォン等の携帯端末でもよいし、デスクトップ型のパーソナルコンピュータ、又はサーバ装置でもよい。

[0078] 端末７は、第１アンプＢ１、及び第２アンプＢ２と通信可能に接続される。端末７は、例えば通常の稼働動作時、第１アンプＢ１、及び第２アンプＢ２とは非接続とされ、試験動作を行う場合のみ、第１アンプＢ１、及び第２アンプＢ２と接続される使用形態を想定する。

[0079] 端末７は、図１に示すように、表示部７０（図２参照）と、処理部７１と、操作部７２と、記憶部７３と、を備える。

[0080] 処理部７１は、１以上のプロセッサ及びメモリを有するコンピュータシステムを含んでいる。コンピュータシステムのメモリに記録されたプログラムを、コンピュータシステムのプロセッサが実行することにより、処理部７１の少なくとも一部の機能が実現される。プログラムは、メモリに記録されていてもよいし、インターネット等の電気通信回線を通して提供されてもよく、メモリカード等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。

[0081] 処理部７１は、指令部１０を有する。指令部１０は、計測システム１の一部である。言い換えると、処理部７１は、計測システム１の指令部１０としての機能を有する。端末７には、第１アンプＢ１、及び第２アンプＢ２と通信し、さらに指令部１０の機能を持たせるための専用のアプリケーションソフトが予めインストールされている。

[0082] 指令部１０は、第１アンプＢ１、及び第２アンプＢ２に、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２のＹ軸上の位置に関する同じ位置指令（試験信号）を出力（送信）する。第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２では、入力された試験信号に基づき、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２が同期して試験動作を行うように第１モータＭ１及び第２モータＭ２の制御を実行する。つまり、指令部１０は、試験動作を開始させるためのトリガとなる試験信号を生成し、第１アン

プＢ１、及び第２アンプＢ２に出力（送信）する。

[0083] 表示部７０は、例えば、液晶ディスプレイ又は有機ＥＬ（Electro-Luminescence）ディスプレイにより構成される。表示部７０は、タッチパネル式のディスプレイにより構成されてよい。

[0084] 操作部７２は、例えば、マウス、キーボード、及びポインティングデバイス等のうち１以上を含む。作業者は、表示部７０に表示された情報を参照しながら、操作部７２を操作し、情報を入力する。作業者は、例えば、試験動作を開始するために、操作部７２を利用して専用のアプリケーションソフトを起動し、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２に対する上記の位置指令の出力実行に関する操作入力を行う。表示部７０は、タッチパネル式のディスプレイにより構成される場合、操作部７２としての機能も兼ね備える。

[0085] 記憶部７３は、フラッシュメモリ等の電気的に書き換え可能な不揮発性の半導体メモリを含む。記憶部７３は、例えば、位置指令等に関する情報を記憶（格納）している。記憶部７３は、処理部７１のメモリであってもよい。

[0086] （５）計測システム

以下、計測システム１の構成について詳細に説明する。

[0087] 計測システム１は、１以上のプロセッサ及びメモリを有するコンピュータシステムを含んでいる。コンピュータシステムのメモリに記録されたプログラムを、コンピュータシステムのプロセッサが実行することにより、計測システム１の少なくとも一部の機能が実現される。プログラムは、メモリに記録されていてもよいし、インターネット等の電気通信回線を通して提供されてもよく、メモリカード等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。

[0088] 計測システム１は、図１に示すように、指令部１０と、第１計測処理部Ｇ１と、第２計測処理部Ｇ２と、を備える。ただし、本実施形態では一例として、指令部１０、第１計測処理部Ｇ１、及び第２計測処理部Ｇ２の機能が複数の装置に分散して設けられている。すなわち、指令部１０の機能は、端末７の処理部７１内に実装されている。一方、第１計測処理部Ｇ１の機能は、

第１アンプＢ１（制御装置Ｃ１）の処理部Ｐ１内に実装され、第２計測処理部Ｇ２の機能は、第２アンプＢ２（制御装置Ｃ１）の処理部Ｐ２内に実装されている。

[0089] 第１計測処理部Ｇ１は、第１取得部１１と、第２取得部１２と、第３取得部１３と、算出部１４と、係数演算部１５と、を有する。言い換えると、第１計測処理部Ｇ１は、第１取得部１１、第２取得部１２、第３取得部１３、算出部１４、及び係数演算部１５としての機能を有する。したがって、本実施形態の制御装置Ｃ１は、計測システム１における指令部１０、第１取得部１１、第２取得部１２、及び算出部１４に関する機能のうち、少なくとも一部の機能（ここでは第１取得部１１、第２取得部１２、及び算出部１４）を有する、と言える。

[0090] 第２計測処理部Ｇ２は、第１計測処理部Ｇ１と概ね同様の機能（第１取得部１１、第２取得部１２、第３取得部１３、算出部１４、及び係数演算部１５）を有する。

[0091] 第１取得部１１は、試験動作中の第１主軸Ｙ１に掛かる第１の力（例えば推力）及び第２主軸Ｙ２に掛かる第２の力（例えば推力）に関する第１情報を、第１出力部４１から取得する。本実施形態では、第１取得部１１の機能が、第１計測処理部Ｇ１と第２計測処理部Ｇ２に分かれている。すなわち、第１計測処理部Ｇ１の第１取得部１１が、試験動作中の第１主軸Ｙ１に掛かる第１の力として、演算した第１推力値に関する第１情報を取得する。或いは、第１計測処理部Ｇ１の第１取得部１１は、第１主軸Ｙ１の推力検出部８２からの推力検出信号に含まれる検出値に基づく、試験動作中の第１主軸Ｙ１に掛かる第１推力値に関する第１情報を取得してもよい。第１計測処理部Ｇ１の第１取得部１１は、第１情報を自機の算出部１４に入力する。

[0092] また、第２計測処理部Ｇ２の第１取得部１１が、試験動作中の第２主軸Ｙ２に掛かる第２の力として、演算した第２推力値に関する第１情報を取得する。或いは、第２計測処理部Ｇ２の第１取得部１１は、第２主軸Ｙ２の推力検出部８２からの推力検出信号に含まれる検出値に基づく、試験動作中の第

２主軸Ｙ２に掛かる第２推力値に関する第１情報を取得してもよい。第２計測処理部Ｇ２の第１取得部１１は、第１情報を自機の算出部１４に入力する。

[0093] また、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２の各々は、自機の第１取得部１１が取得した第１情報を、直接、又は端末７等を介して、他方の主軸サーボアンプ側へ送信する機能を有する。通信方式は、無線でも有線でもよい。

[0094] 第２取得部１２は、試験動作中の第１モータＭ１及び第２モータＭ２の位置に関する第２情報を、第２出力部４２から取得する。本実施形態では、第２取得部１２の機能が、第１計測処理部Ｇ１と第２計測処理部Ｇ２に分かれている。すなわち、第１計測処理部Ｇ１の第２取得部１２が、第１主軸Ｙ１の位置検出部８１からの位置検出信号に含まれる検出値に基づく、試験動作中の第１モータＭ１の位置に関する第２情報を取得する。第１計測処理部Ｇ１の第２取得部１２は、第２情報を自機の算出部１４に入力する。

[0095] また、第２計測処理部Ｇ２の第２取得部１２が、第２主軸Ｙ２の位置検出部８１からの位置検出信号に含まれる検出値に基づく、試験動作中の第２モータＭ２の位置に関する第２情報を取得する。第２計測処理部Ｇ２の第２取得部１２は、第２情報を自機の算出部１４に入力する。

[0096] また、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２の各々は、自機の第２取得部１２が取得した第２情報を、直接、又は端末７等を介して、他方の主軸サーボアンプ側へ送信する機能を有する。通信方式は、無線でも有線でもよい。

[0097] 第３取得部１３は、第１モータＭ１及び第２モータＭ２の各々を含む駆動系Ａ１における振動についての周波数特性に関する第３情報を取得する。本実施形態では、第３取得部１３の機能が、第１計測処理部Ｇ１と第２計測処理部Ｇ２に分かれている。すなわち、第１計測処理部Ｇ１の第３取得部１３が、第１主軸Ｙ１の振動検出部８３からの振動検出信号に含まれる検出値に基づく、第１モータＭ１を含む第１駆動系Ａ１１における振動についての周波数特性（例えば共振周波数、及び反共振周波数）に関する第３情報を取得する。第１計測処理部Ｇ１の第３取得部１３は、第３情報を自機の算出部１

４に入力する。

[0098] また、第２計測処理部Ｇ２の第３取得部１３が、第２主軸Ｙ２の振動検出部８３からの振動検出信号に含まれる検出値に基づく、第２モータＭ２を含む第２駆動系Ａ１２における振動についての周波数特性（例えば共振周波数、及び反共振周波数）に関する第３情報を取得する。第２計測処理部Ｇ２の第３取得部１３は、第３情報を自機の算出部１４に入力する。

[0099] また、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２の各々は、自機の第３取得部１３が取得した第３情報を、直接、又は端末７等を介して、他方の主軸サーボアンプ側へ送信する機能を有する。通信方式は、無線でも有線でもよい。

[0100] 第３取得部１３は、例えば、振動検出部８３からの振動検出信号に含まれる検出値について時系列データの各々を周波数分析（Fast Fourier Transform：ＦＦＴ）し、その差分を求めることで対応する駆動系Ａ１の共振周波数、及び反共振周波数を取得（計測）する。

[0101] ところで、振動の周波数特性を得るための手段として、振動検出部８３を利用することは必須ではない。言い換えると、振動の周波数特性を測定するための手段は、特に限定されない。例えば、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２から第１駆動系Ａ１１及び第２駆動系Ａ１２への入力情報（モータ速度や推力等の指令値）に対して第１駆動系Ａ１１及び第２駆動系Ａ１２からの出力情報（モータ速度や推力等の実測値）に基づいて振動の周波数特性が間接的に測定されてもよい。

[0102] また、上述した加振処理で、与える振動の周波数についても特に限定されない。例えば、全ての周波数成分を含む信号を生成して、第１駆動系Ａ１１及び第２駆動系Ａ１２に与えてもよい（ホワイトノイズを利用した測定）。また、周波数が時間的に変化する波形の信号を生成して、第１駆動系Ａ１１及び第２駆動系Ａ１２に与えてもよい（正弦波掃引を利用した測定）。また或いは、所定周波数範囲内の複数の正弦波を合成した波形の信号を生成して、第１駆動系Ａ１１及び第２駆動系Ａ１２に与えてもよい（マルチサインを利用した測定）。

[0103] 計測システム１は、第１情報（推力）を得るための試験動作と、周波数特性を得るための（例えばホワイトノイズを利用した）試験動作とを分けて、別々のタイミングで実行してもよい。

[0104] 算出部１４は、第１情報、及び第２情報に基づき、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２の間の位置ずれを補正するように、第１モータＭ１及び第２モータＭ２の少なくとも一方の位置に関する補正量、すなわち位置補正量を算出する（補正量測定処理の実行）。算出部１４は、算出した位置補正量を（自機の）記憶部５に記憶する（新規追加又は更新）。

[0105] 本実施形態では、算出部１４の機能が、第１計測処理部Ｇ１と第２計測処理部Ｇ２の両方に有る。そのため、第１計測処理部Ｇ１の算出部１４が、第１モータＭ１の位置に対する補正量測定処理を実行することが可能であり、また、第２計測処理部Ｇ２の算出部１４が、第２モータＭ２の位置に対する補正量測定処理を実行することも可能である。

[0106] 例えば１回の試験動作で、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２の各々で個別に位置補正量が算出されてよい。この場合、第１計測処理部Ｇ１の算出部１４は、第２アンプＢ２から取得する第２情報における第２モータＭ２の位置を基準にして第１モータＭ１の位置補正量を算出し、第１記憶部５１に記憶し得る。また、第２計測処理部Ｇ２の算出部１４は、第１アンプＢ１から取得する第２情報における第１モータＭ１の位置を基準にして第２モータＭ２の位置補正量を算出し、第２記憶部５２に記憶し得る。ただし、このように第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２の各々で個別に位置補正量を算出すると、同期駆動システム２全体で見たときのモータ位置調整が容易でない場合がある。

[0107] そのため、１回の試験動作で、第１計測処理部Ｇ１の算出部１４及び第２計測処理部Ｇ２の算出部１４のうちいずれか一方の算出部１４だけに補正量測定処理を実行させて、他方の算出部１４は、補正量測定処理を実行しない休止状態にさせてよい。言い換えると、算出部１４は、第１モータＭ１及び第２モータＭ２のいずれか一方の位置を基準にして、他方の位置補正量を算

出してよい。例えば、第１計測処理部Ｇ１の算出部１４だけに補正量測定処理を実行させて、算出部１４は、第２アンプＢ２から取得する第２情報における第２モータＭ２の位置を基準にして、第１モータＭ１の位置に関する補正量（位置補正量）を算出してよい。

[0108] 第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２のうちのどちらで位置補正量を算出させるかについては、作業者が端末７の操作部７２を操作して指定できるようにしてよく、その指定情報が端末７から出力される試験信号に含まれてよい。

[0109] 次に、位置補正量の具体的な算出方法の一例について説明する。

[0110] 算出部１４は、同一の時間での第１の力（第１推力値）及び第２の力（第２推力値）の差分値を求め、当該差分値に補正係数を乗算して位置補正量を算出する。ただし、位置補正量は、同一の時間での第１の力（第１推力値）及び第２の力（第２推力値）の差分値から求めることに限定されない。例えば、算出部１４は、第１の力及び第２の力について、ある所定期間内のサンプリングデータにおける変化量、平均値、最大値、最小値、又は中央値等同士の差分値から求めてよい。

[0111] 上記差分値に乗算する補正係数は、記憶部５に格納されている予め決められた所定値でもよいが、本実施形態の計測システム１は、この補正係数を演算する機能を有する。すなわち、係数演算部１５は、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２の各々の負荷質量と、第３情報とに基づいて、補正係数を演算する。係数演算部１５は、例えば算出部１４からの演算指令を受けて、補正係数を演算する。

[0112] 本実施形態では、係数演算部１５の機能が、第１アンプＢ１と第２アンプＢ２の両方に有る。第１アンプＢ１の係数演算部１５は、自機の第３取得部１３が取得した第３情報における周波数特性と、第２アンプＢ２から取得する第３情報における周波数特性とを用いる。第２アンプＢ２の係数演算部１５は、自機の第３取得部１３が取得した第３情報における周波数特性と、第１アンプＢ１から取得する第３情報における周波数特性とを用いる。

[0113] ここで、補正係数は、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２間の結合剛性の大きさを示し、その値は負荷質量及び各駆動系Ａ１の振動周波数特性（共振周波数、反共振周波数）が大きいほど、大きくなる。その結果、係数演算部１５は、例えば、第１駆動系Ａ１１及び第２駆動系Ａ１２についての共振周波数ｆ１、反共振周波数ｆ２、及び負荷質量Ｍの関数Ｆ（ｆ１、ｆ２、Ｍ）を利用して、補正係数を演算する。第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２の各々は、自機に対応する駆動系Ａ１の負荷質量を自機の記憶部５に格納していて、第３情報を他方の主軸サーボアンプに送信する際に、第３情報に負荷質量の情報を含めて送信する。或いは、各駆動系Ａ１の負荷質量は、端末７から入力されてもよい。

[0114] 計測システム１は、試験動作中において、第１情報、第２情報、及び第３情報をサンプリング周期で随時取得しており、算出部１４は、例えばサンプリング周期ごと（或いはサンプリング周期より長い間隔ごと）に、位置補正量を算出する。要するに、算出部１４は、試験動作中に移動するモータ（Ｍ１又はＭ２）の複数の位置に関する複数の位置補正量を算出する。算出部１４は、補正情報として、算出した複数の位置補正量を例えばテーブル形式で記憶部５に格納する。位置補正量は、テーブル形式で格納されることは必須ではなく、複数の位置と複数の位置補正量とが一対一で対応付けされた態様で記憶部５に格納されていればよい。

[0115] 計測システム１が記憶部５に格納する補正情報は、位置補正量の情報以外にも、例えば、第１の力（第１推力値）及び第２の力（第２推力値）の差分値（推力差）の情報、補正係数の情報、補正位置の情報、及び振動周波数特性の情報を含み得る。

[0116] （６）計測システムの動作（補正量測定処理）

以下、計測システム１における補正量測定処理を含む動作の一連の流れについて、図３を参照して説明する。図３は、一実施形態の計測システム１における補正量測定処理に関する動作を説明するためのフローチャートである。図３に示すフローチャートは、計測システム１に関する動作フローの一例

に過ぎず、処理の順序が適宜変更されてもよいし、処理が適宜追加又は省略されてもよい。図３では、第１主軸Ｙ１、及び第２主軸Ｙ２について、単にＹ１軸、及びＹ２軸とそれぞれ表記している。以下では、計測システム１は、第１アンプＢ１の算出部１４だけに補正量測定処理を実行させて、第１アンプＢ１の算出部１４は、第２アンプＢ２からの第２情報の第２モータＭ２の位置を基準にして、第１モータＭ１の位置補正量を算出することを想定する。

[0117] 例えば、作業者は、工場等の施設内での同期駆動システム２の新規導入において、同期駆動システム２の各種の装置を組み付ける作業を終えたとする。しかし、作業者が第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２を互いに平行となるように組み付けたつもりであっても、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２間に僅かな位置ずれが生じ得る。作業者は、端末７を、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２と通信可能な状態となるようにこれらに接続する（無線接続でも有線接続でもよい）。

[0118] 作業者は、端末７上で専用のアプリケーションソフトを立ち上げて、試験動作を実行するためにトリガとなる試験信号を送信するための操作入力を行う。その結果、端末７の指令部１０（計測システム１の一部）は、同期した位置指令の試験信号を、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２に送信する（ＳＴ１：Ｙ１軸とＹ２軸で通信同期）。この位置指令の試験信号を送信するステップは、一形態に係る測定方法の指令処理ステップに対応する。

[0119] 第１アンプＢ１（第１制御部３１）及び第２アンプＢ２（第２制御部３２）は、位置指令に基づき、試験動作（補正範囲の開始位置から終了位置までの移動動作）を実行するように第１モータＭ１及び第２モータＭ２を制御する。すなわち、第１制御部３１、及び第２制御部３２は、位置指令で指定される補正範囲の開始位置に第１主軸Ｙ１、及び第２主軸Ｙ２を移動させる（ＳＴ２）。そして、第１制御部３１、及び第２制御部３２は、位置指令で指定される補正範囲の終了位置までの第１主軸Ｙ１、及び第２主軸Ｙ２の移動開始を行う（ＳＴ３）。

[0120] 計測システム１は、試験動作中、すなわち第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２が同期して開始位置から終了位置まで移動し続ける過程の中で、第１情報（推力）、第２情報（位置）、第３情報（振動周波数特性）を取得する（ＳＴ４）。この第１情報を取得するステップ及び第２情報を取得するステップは、一形態に係る測定方法の第１取得処理ステップ及び第２取得処理ステップにそれぞれ対応する。

[0121] 計測システム１（第１アンプＢ１の算出部１４）は、補正量測定処理を実行し、第１主軸Ｙ１に掛かる第１の力（第１推力値）と第２主軸Ｙ２に掛かる第２の力（第２推力値）との差分値（推力差）を算出する（ＳＴ５）。さらに、補正量測定処理において、計測システム１（第１アンプＢ１の係数演算部１５）は、補正係数を演算し、計測システム１（第１アンプＢ１の算出部１４）は、推力差に補正係数を乗算して、位置補正量を算出する（ＳＴ６）。この位置補正量を算出するステップは、一形態に係る測定方法の算出処理ステップに対応する。

[0122] 第１主軸Ｙ１および第２主軸Ｙ２の両主軸の終了位置までの移動が完了していれば（ＳＴ７：Ｙｅｓ）、計測システム１は、サンプリング周期又はそれより長い間隔ごとに算出した、複数の位置に関する複数の位置補正量を補正情報として、テーブル形式で記憶部５に格納する。すなわち、第１アンプＢ１の算出部１４は、第１モータＭ１の複数の位置に関する複数の位置補正量の情報を、自機の第１記憶部５１に格納する。そして、計測システム１は、試験動作を終了する。両主軸の終了位置までの移動が完了するまで（ＳＴ７：Ｎｏ）、計測システム１は、ステップＳＴ４～ＳＴ６を繰り返す。つまり、計測システム１は、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２が同期して開始位置から終了位置まで移動し続ける過程の中で位置補正量を算出する補正量測定処理を繰り返す。本実施形態の計測システム１では、開始位置から終了位置までの移動中に、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２を一時的に止めることなく、連続した移動実行で位置補正量の測定を行うことができる。

[0123] 計測システム１は、作業者が視覚的に補正情報を確認できるように、記憶

部５に格納されている補正情報を端末７の表示部７０に表示させてもよい。作業者は、端末７上で、補正情報の一部を、操作部７２を用いて手動で修正出来てもよい。上記動作例であれば、端末７は、作業者の操作入力に応じて、第１アンプＢ１の第１記憶部５１に格納されている補正情報を第１アンプＢ１に更新させてもよい。

[0124] 作業者は、試験動作が終了し、補正情報の確認も終われば、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２に対して接続状態にある端末７を非接続状態にする。

[0125] なお、同期駆動システム２では、通常の稼働動作時、第１アンプＢ１は、自機の第１記憶部５１に記憶されている、位置補正量等を含む補正情報を利用する。第１アンプＢ１は、通常の稼働動作時、補正情報を参照しながら、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２の間の位置ずれを補正するように、第１モータＭ１の位置に対する補正を行う。第１制御部３１は、例えば、通常の稼働動作時に第１モータＭ１を第１位置から第２位置に移動させる指令を上位コントローラ６から受けた場合、第１位置から第２位置までの各位置に対応する（位置補正量を加味した）補正位置に基づき、制御値を決定し、電力変換部を制御して、第１モータＭ１に供給される電力（駆動電流）を調整する。

[0126] （７）計測システムの動作（補正量最適化処理）

ところで、上記「（６）計測システムの動作（補正量測定処理）」の欄では、計測システム１は、一例として、試験動作を１回行って算出された位置補正量（補正情報）を記憶部５に格納して処理を終了している。しかし、計測システム１は、続けて再び試験動作を行って、ただし、記憶部５に格納されている位置補正量（補正情報）を加味した上で、補正量測定処理を実行し、位置補正量の最適化を行うように構成されてよい（補正量最適化処理の実行）。具体的には、計測システム１は、補正量最適化処理として、特定の条件が満たされるまで、試験動作と補正量測定処理とを繰り返して行う。一例として、「特定の条件」は、Ｎ回目（Ｎは１以上の整数）の試験動作で算出された位置補正量と、（Ｎ＋１）回目の試験動作で算出された位置補正量との差が、閾値以下であることである。比較するＮ回目の試験動作の位置補正

量と（Ｎ＋１）回目の試験動作の位置補正量は、複数の位置に関する複数の位置補正量の合計同士、又は平均値同士でもよいし、複数の位置補正量の最大値同士でもよいし、ある同じ位置に対する位置補正量同士でもよい。

[0127] 本実施形態では、計測システム１は、補正量最適化処理の有効・無効を、例えば端末７を通じて選択できるように構成されることを想定する。補正量最適化処理の無効が選択された場合には、計測システム１は、上記「（６）計測システムの動作（補正量測定処理）」の欄で説明したような動作フローを実行する。補正量最適化処理の有効が選択された場合には、計測システム１は、後述する動作フローを実行する。

[0128] 以下、補正量最適化処理について、図４を参照して説明する。図４は、一実施形態の計測システム１における補正量最適化処理に関する動作を説明するためのフローチャートである。図４に示すフローチャートは、計測システム１に関する動作フローの一例に過ぎず、処理の順序が適宜変更されてもよいし、処理が適宜追加又は省略されてもよい。なお、位置補正量の算出に関する動作フローについては、上記「（６）計測システムの動作（補正量測定処理）」の欄で説明した動作フローと同じとするため、ここでは詳細な説明を適宜省略する。

[0129] 作業者は、端末７上で専用のアプリケーションソフトを立ち上げて、試験動作を実行するためにトリガとなる試験信号を送信するための操作入力を行う。その際、作業者は、例えば、操作部７２を用いて補正量最適化処理の「有効」を指定することで、その指定情報を含む試験信号が生成される。端末７の指令部１０は、同期した位置指令の試験信号を、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２に送信する。試験信号が入力された第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２は、試験動作を開始して（ＳＴ１１）、計測システム１（第１アンプＢ１の算出部１４）は、補正量最適化処理、及び補正量測定処理を実行する。

[0130] そして、計測システム１（第１アンプＢ１の算出部１４）は、１回目の試験動作に対する位置補正量の測定を完了する（ＳＴ１２）。第１アンプＢ１

の算出部１４は、１回目の試験動作に関する第１モータＭ１の複数の位置に関する複数の位置補正量の情報を、自機の第１記憶部５１（記憶部５）に格納する（ＳＴ１３）。

[0131] 続いて、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２は、２回目の試験動作を開始する（ＳＴ１４）。第１アンプＢ１は、第１記憶部５１に格納されている直近の位置補正量（１回目の試験動作の位置補正量）に基づいて補正した位置で制御値を決定して、第１モータＭ１の制御を行う。

[0132] そして、計測システム１（第１アンプＢ１の算出部１４）は、２回目の試験動作に対する位置補正量の測定を完了する（ＳＴ１５）。第１アンプＢ１の算出部１４は、２回目の試験動作に関する第１モータＭ１の複数の位置に関する複数の位置補正量の情報を、自機の第１記憶部５１（記憶部５）に格納する（ＳＴ１６）。

[0133] ここで、計測システム１（例えば算出部１４）は、特定の条件が満たされているか否かを、つまり、前回（ここでは１回目）の試験動作の位置補正量と、今回（ここでは２回目）の試験動作の位置補正量との差が閾値以下か否かを判定する（ＳＴ１７）。計測システム１は、特定の条件が満たされていれば、つまり、その差が閾値以下であれば（ＳＴ１７：Ｙｅｓ）、直近の試験動作の位置補正量を、最適位置補正量に決定する。そして、計測システム１は、それ以上、試験動作と位置補正量の測定は行わずに、補正量最適化処理を終了する。一方、計測システム１は、特定の条件が満たされてなければ、つまり、その差が閾値より大きければ（ＳＴ１７：Ｎｏ）、ステップＳＴ１４に戻り、次回の試験動作を開始する。

[0134] 計測システム１は、作業者が、最適位置補正量等を含む補正情報を視覚的に確認できるように、補正情報を端末７の表示部７０に表示させてもよい。作業者が、端末７上で、補正情報の一部を、操作部７２を用いて手動で修正出来るようにしてもよい。例えば、端末７は、作業者の操作入力に応じて、第１アンプＢ１の第１記憶部５１に格納されている最適位置補正量（補正情報）を更新してもよい。

[0135] なお、同期駆動システム２では、通常の稼働動作時、第１アンプＢ１は、自機の第１記憶部５１に記憶されている最適位置補正量（補正情報）を利用する。

[0136] （８）利点

以上の通り、本実施形態に係る計測システム１によれば、同期駆動システム２に適用される位置補正量が、第１主軸Ｙ１に掛かる第１の力及び第２主軸Ｙ２に掛かる第２の力に関する第１情報（例えば推力）、及び第２情報（位置）に基づき、算出される。同期駆動システム２は、例えば通常の稼働動作時に位置補正量を適用して第１モータＭ１及び第２モータＭ２の駆動制御を行うことで、力の干渉を低減することができる。そのため、Ｙ１軸とＹ２軸との位置偏差によって補正値を算出する特許文献１に開示されている位置制御システムとは違って、駆動制御の精度を高めるという観点だけではなく、例えば軸の捻じれ等による装置劣化といった軸間（Ｙ１軸とＹ２軸の間）の干渉により起こり得る影響の抑制を図れる。

[0137] また、計測システム１では、第１の力（第１推力値）と第２の力（第２推力値）の差分値（推力差）に基づいて位置補正量が算出されるため、位置補正量に関する精度が更に良くなり、軸間の干渉により起こり得る影響をより抑制できる。

[0138] また、計測システム１では、試験動作として、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２を同期して開始位置から終了位置まで移動し続けることでの位置補正量の測定が可能である。そのため、例えば、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２を規定の測定位置でその都度止めて測定のための処理を実行する場合と比べて、測定時間の短縮を図れる。

[0139] また、計測システム１では、通常の稼働動作とは別に、事前に試験動作が行われて位置補正量が測定される。そして、計測システム１により算出された位置補正量を含む補正情報は、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２の少なくとも一方の記憶部５（上記の動作例では第１アンプＢ１の第１記憶部５１）に格納される。第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２の少なくとも一方（上

記の動作例では第１アンプＢ１）は、通常の稼働動作時に、自機の記憶部５に格納されている補正情報を参照して、対応するモータを駆動制御する。そのため、通常の稼働動作時には、第１アンプＢ１と第２アンプＢ２との間での通信（上位コントローラ６を介した通信も含めて）が不要となり得る。

[0140] （９）変形例

以下、上記実施形態の変形例を列挙する。以下に説明する変形例は、適宜組み合わせて適用可能である。

[0141] 上記実施形態に係る計測システム１と同様の機能は、計測方法、コンピュータプログラム、又はコンピュータプログラムを記録した非一時的記録媒体等で具現化されてもよい。

[0142] 本開示における計測システム１は、コンピュータシステムを含んでいる。コンピュータシステムは、ハードウェアとしてのプロセッサ及びメモリを主構成とする。コンピュータシステムのメモリに記録されたプログラムをプロセッサが実行することによって、本開示における計測システム１としての機能が実現される。プログラムは、コンピュータシステムのメモリに予め記録されてもよく、電気通信回線を通じて提供されてもよく、コンピュータシステムで読み取り可能なメモリカード、光学ディスク、ハードディスクドライブ等の非一時的記録媒体に記録されて提供されてもよい。コンピュータシステムのプロセッサは、半導体集積回路（ＩＣ）又は大規模集積回路（ＬＳＩ）を含む１又は複数の電子回路で構成される。ここでいうＩＣ又はＬＳＩ等の集積回路は、集積の度合いによって呼び方が異なっており、システムＬＳＩ、ＶＬＳＩ（Very Large Scale Integration）、又はＵＬＳＩ（Ultra Large Scale Integration）と呼ばれる集積回路を含む。さらに、ＬＳＩの製造後にプログラムされる、ＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）、又はＬＳＩ内部の接合関係の再構成若しくはＬＳＩ内部の回路区画の再構成が可能な論理デバイスについても、プロセッサとして採用することができる。複数の電子回路は、１つのチップに集約されていてもよいし、複数のチップに分散して設けられていてもよい。複数のチップは、１つの装置に集約されて

いてもよいし、複数の装置に分散して設けられていてもよい。ここでいうコンピュータシステムは、１以上のプロセッサ及び１以上のメモリを有するマイクロコントローラを含む。したがって、マイクロコントローラについても、半導体集積回路又は大規模集積回路を含む１又は複数の電子回路で構成される。

[0143] また、計測システム１における複数の機能が、１つのハウジング内に集約されていることは必須の構成ではない。例えば、計測システム１の構成要素は、複数のハウジングに分散して設けられていてもよい。

[0144] 反対に、計測システム１における複数の機能が、１つのハウジング内に集約されてもよい。さらに、計測システム１の少なくとも一部の機能、例えば、計測システム１の一部の機能がクラウド（クラウドコンピューティング）等によって実現されてもよい。

[0145] 上記実施形態では、計測システム１は、第１計測処理部Ｇ１及び第２計測処理部Ｇ２の両方を備えるが、両方を備えることは必須ではなく、いずれか一方のみを備えてよい。ただし、計測処理部が無い主軸サーボアンプは、第１情報、第２情報、及び第３情報を外部の装置に出力する機能を有することが好ましい。

[0146] 第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２間における第１情報、第２情報、及び第３情報の授受は、メモリカード等の非一時的記録媒体に記録されて行われてもよい。位置補正量等の補正情報も、メモリカード等の非一時的記録媒体に記録されて利用されてよい。

[0147] 上記実施形態では、計測システム１は、試験動作中に随時、位置補正量の算出も行っているが、試験動作中に取得した第１情報、第２情報、及び第３情報を用いて、試験動作の終了後に、位置補正量の算出を行ってもよい。

[0148] 上記実施形態では、計測システム１は、第３情報（振動周波数特性）について、第１情報（推力）と同様に、同一の試験動作の中で取得している。しかし、第３情報（振動周波数特性）は、上記試験動作とは別の試験動作を通じて取得されてもよい。

[0149] 上記実施形態では、計測システム１の指令部１０の機能は、端末７の処理部７１内に実装されている。しかし、例えば、図５に示すように、指令部１０の機能は、上位コントローラ６内に実装されてもよい。図５は、計測システム１における変形例１を説明するための概略ブロック構成図である。作業者が、上位コントローラ６に付設されているユーザインタフェースを利用して、試験信号を送信するための操作入力を行うことで、上位コントローラ６の指令部１０は、同期した位置指令の試験信号を、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２に送信する。試験動作中における第１情報、第２情報、及び第３情報の授受は、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２間で直接的な通信で行われてもよいし、別の装置（例えば上位コントローラ６等）を介した間接的な通信で行われてもよい。

[0150] 或いは、例えば、図６に示すように、指令部１０の機能は、制御装置Ｃ１内に実装されてもよい。図６は、計測システム１における変形例２を説明するための概略ブロック構成図である。図６の図示例では、指令部１０の機能が、第１アンプＢ１内にのみ実装されているが、第２アンプＢ２内にのみ実装されてもよいし、或いは両方の主軸サーボアンプ内に実装されてもよい。作業者は、第１アンプＢ１に付設されているユーザインタフェースを利用して、試験信号を送信するための操作入力を行う。その結果、第１アンプＢ１の指令部１０は、同期した位置指令の試験信号を、自機内の第１計測処理部Ｇ１と、第２アンプＢ２の第２計測処理部Ｇ２に送信する。試験動作中における第１情報、第２情報、及び第３情報の授受は、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２間で直接的な通信で行われてもよいし、別の装置（例えば上位コントローラ６等）を介した間接的な通信で行われてもよい。

[0151] 更に或いは、例えば、図７に示すように、計測システム１の全ての機能が、端末７の処理部７１内に実装されてもよい。図７は、計測システム１における変形例３を説明するための概略ブロック構成図である。この場合、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２の各々の第１出力部４１は、試験動作中の第１情報（推力）を端末７に出力する。第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２の

各々の第２出力部４２は、試験動作中の第２情報（モータの位置）を端末７に出力する。また、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２の各々は、試験動作中の第３情報（振動周波数特性）を端末７に出力する。一方、端末７は、算出部１４が算出した位置補正量等を含む補正情報を、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２の少なくとも一方に送信して記憶部５に格納させる。

[0152] （１０）補正係数に関する変形例

以下、計測システム１における変形例４（本変形例）について、図８～図１６を参照しながら説明する。

[0153] 上記実施形態では、算出部１４は、同一の時間での第１の力（推力、又はトルク）及び第２の力（推力、又はトルク）の差分値を求め、当該差分値に補正係数を乗算して位置補正量を算出する。また、上記実施形態では、この補正係数について、係数演算部１５が、第１駆動系Ａ１１及び第２駆動系Ａ１２についての共振周波数ｆ１、反共振周波数ｆ２、及び負荷質量Ｍの関数Ｆ（ｆ１、ｆ２、Ｍ）を利用して、演算する。

[0154] 本変形例の計測システム１は、上記実施形態の計測システム１と同様に、補正係数を演算する係数演算部１５を備える。ただし、本変形例の計測システム１は、その演算方法が上記実施形態の計測システム１と相違する。本変形例の計測システム１では、指令部１０は、補正係数の演算用の試験動作を行うように第１モータＭ１及び第２モータＭ２の制御を実行させる。

[0155] 具体的には、試験動作は、第１主軸Ｙ１と第２主軸Ｙ２との間で所定の移動量だけずれが生じるように異なる位置指令を与えて第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２が同期して指定の位置に移動する「特定試験動作」を更に含む。係数演算部１５は、特定試験動作中の第１の力及び第２の力に関する第４情報、及び所定の移動量に基づき、補正係数を演算する。

[0156] ここで言う「所定の移動量のずれ」とは、許容移動量以下のずれであり、例えば許容移動量の９０％程度のずれであることを想定する。許容移動量は、「ずれ」により副軸Ｘ１を介して互いに平行に連結されている第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２が故障したり破損したりしないと考えられる許容量であ

る。

[0157] 所定の移動量のずれは、例えば第１主軸Ｙ１に設定される。すなわち、第１主軸Ｙ１が、基準の位置に移動する第２主軸Ｙ２に対して、Ｙ軸（軸方向Ｄ１）の正の側（又は負の側）に所定の移動量だけずれるように設定され得る。ここで言う「基準の位置」とは、例えば、上記実施形態で説明した位置補正量が加味されていない位置である。

[0158] 或いは、所定の移動量のずれは、例えば第２主軸Ｙ２に設定されてもよい。すなわち、第２主軸Ｙ２が、基準の位置に移動する第１主軸Ｙ１に対して、Ｙ軸の正の側（又は負の側）に所定の移動量だけずれるように設定され得る。

[0159] 更に或いは、所定の移動量のずれは、例えば第１主軸Ｙ１と第２主軸Ｙ２の両方に設定されてもよい。すなわち、第１主軸Ｙ１が、基準の位置に対して、Ｙ軸の正の側（又は負の側）に第１移動量だけずれるように、第２主軸Ｙ２が、基準の位置に対して、第１主軸Ｙ１のずれる側とは反対側に、つまりＹ軸の負の側（又は正の側）に第２移動量だけずれるように設定され得る。この場合、第１移動量と第２移動量の合計が、所定の移動量となる。

[0160] 第４情報は、第１取得部１１にて取得される。すなわち、第１取得部１１は、特定試験動作中の第１主軸Ｙ１に掛かる第１の力（例えば推力）及び第２主軸Ｙ２に掛かる第２の力（例えば推力）に関する第４情報を、第１出力部４１から取得する。

[0161] 本変形例では一例として、試験動作は、補正係数の演算用の試験動作として、特定試験動作以外に、同じ位置指令を与えて第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２が同期して指定の位置に移動する「基準試験動作」を更に含む。係数演算部１５は、第４情報、所定の移動量、及び、基準試験動作中の第１の力及び第２の力に関する第５情報に基づき、補正係数を演算する。基準試験動作では、特定試験動作のような「所定の移動量のずれ」は設定されておらず、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２は、基準の位置に移動する。

[0162] 第５情報は、第１取得部１１にて取得される。すなわち、第１取得部１１

は、基準試験動作中の第１主軸Ｙ１に掛かる第１の力（例えば推力）及び第２主軸Ｙ２に掛かる第２の力（例えば推力）に関する第５情報を、第１出力部４１から取得する。

[0163] 本変形例では一例として、第４情報は、特定試験動作中の同一の時間での第１の力及び第２の力の差分値である特定差分値に関する情報を含む。第５情報は、基準試験動作中の同一の時間での第１の力及び第２の力の差分値である基準差分値に関する情報を含む。係数演算部１５は、基準差分値に対する特定差分値の変化量、及び所定の移動量に基づき、補正係数を演算する。

[0164] 例えば、係数演算部１５は、基準差分値Δｔ１（例えば、基準試験動作中の第１推力値－第２推力値）を演算し、また、特定差分値Δｔ２（例えば、特定試験動作中の第１推力値－第２推力値）を演算する。また、係数演算部１５は、「所定の移動量のずれ」による第１主軸Ｙ１の位置と第２主軸Ｙ２の位置との位置差Δｄを演算する。

[0165] 係数演算部１５は、基準差分値に対する特定差分値の変化量として、Δｔ２－Δｔ１を演算する。そして、係数演算部１５は、補正係数として、Δｄ／（Δｔ２－Δｔ１）を演算する。Δｄは、各位置について演算された位置差の代表値（平均値、中央値、最頻値等）であり得る。また、Δｔ２－Δｔ１は、各位置について演算された変化量の代表値（平均値、中央値、最頻値等）であり得る。

[0166] なお、補正係数の演算用の試験動作として、基準試験動作が実行されることは必須ではない。例えば、所定の移動量を変えて特定試験動作が２回行われて、それらの変化量に基づき、補正係数が演算されてもよい。また、基準試験動作と特定試験動作とが実行される順序も特に限定されない。

[0167] 以下、本変形例に係る計測システム１における補正係数の取得、及び補正量測定に関する動作の一連の流れについて、図８に示すフローチャートを参照しつつ、ＵＩ（ユーザインタフェース）画面の概念図を示す図９～図１６を適宜参照しながら説明する。図８は、本変形例の計測システムにおける補正係数の取得に関する動作を説明するためのフローチャートである。図９は

、本変形例における補正値確認画面の概念図である。図１０は、本変形例における操作画面の概念図である。図１１は、本変形例におけるパラメータ設定画面の概念図である。図１２は、本変形例における補正値確認画面の概念図である。図１３は、本変形例における推力差確認画面の概念図である。図１４は、本変形例における推力差確認画面の概念図である。図１５は、本変形例における推力差確認画面の概念図である。図１６は、本変形例における補正値確認画面の概念図である。図８に示すフローチャートは、計測システム１の補正係数の取得に関する動作フローの一例に過ぎず、処理の順序が適宜変更されてもよいし、処理が適宜追加又は省略されてもよい。

[0168] 以下では、特定試験動作時には、第１主軸Ｙ１が、基準の位置に移動する第２主軸Ｙ２に対して、Ｙ軸の正の側に所定の移動量だけずれるように設定されることを想定する。なお、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２のうちどちらの主軸をずらすかについて、ユーザ設定により適宜変更可能であってもよい。

[0169] 図９～図１６に示されるＵＩ画面は、端末７の表示部７０（図２参照）に表示され得る。図９～図１６における各ＵＩ画面上に表示される数値は、単なる一例であり、特に限定されない。また、図９～図１６におけるＵＩ画面上に表示される「推力差」は、「トルク差」でもよい。

[0170] 作業者は、例えば、試験動作を開始するために、操作部７２（図１参照）を利用して専用のアプリケーションソフトを起動し、第１アンプＢ１及び第２アンプＢ２に対する位置指令の出力実行に関する操作入力を行う。

[0171] 先ず作業者が専用のアプリケーションソフトを起動すると、端末７の処理部７１は、表示部７０の画面上に、操作画面Ｇ１０２（図１０参照）を表示する。

[0172] 操作画面Ｇ１０２は、複数（図示例では９個）の指示内容ＣＭＤ１（文字列データ）を示す操作領域Ｒ１と、複数の指示内容ＣＭＤ１にそれぞれ対応する複数（図示例では９個）の状態表示領域Ｒ２とを含む。

[0173] 各操作領域Ｒ１は、対応する指示内容ＣＭＤ１を実行するための実行ボタ

ンとして機能する領域である。マウス（操作部７２）のポインタ等でいずれかの操作領域Ｒ１を押すと、その操作領域Ｒ１に対応する指示内容ＣＭＤ１の処理が実行される。例えば、計測システム１が「自動補正開始」の指示内容ＣＭＤ１の処理を実行中の際には、対応する操作領域Ｒ１は、灰色の状態となる。

[0174] 各状態表示領域Ｒ２は、対応する指示内容ＣＭＤ１の処理が実行中かどうか表示する領域である。例えば、計測システム１が「自動補正開始」の指示内容ＣＭＤ１の処理を実行中の際には、対応する状態表示領域Ｒ２は、緑色の点灯状態となる。例えば、計測システム１が「自動補正開始」の指示内容ＣＭＤ１の処理を実行していない時、対応する状態表示領域Ｒ２は、非点灯状態となる。

[0175] また、端末７の処理部７１は、アプリケーションソフトの起動に応じて、自動的に第１アンプＢ１の第１記憶部５１に格納されている補正情報（位置補正量等）を読み込む。なお、第２アンプＢ２の第２記憶部５２に補正情報が格納されている場合には、処理部７１は、第２記憶部５２から補正情報を読み込む。

[0176] 処理部７１は、現在の状態では指定を受け付け出来ない指示内容ＣＭＤ１が存在する場合、その旨を通知するために、その操作領域Ｒ１を灰色で表示し、その操作領域Ｒ１をマウス（操作部７２）のポインタ等で押下出来ないように画面制御を行う。処理部７１は、例えば、補正情報等のデータを読み込み中の場合、全ての指示内容ＣＭＤ１の指定を受け付け出来ないことを作業者に通知するために、全ての操作領域Ｒ１を灰色で表示し、いずれの操作領域Ｒ１も押下出来ないように画面制御を行う。

[0177] また、処理部７１は、読み込んだ位置補正量等を含む補正値確認画面Ｇ１０１（図９参照；図９～図１６では、位置補正量を「補正値」と記載）を表示部７０に表示する。

[0178] 補正値確認画面Ｇ１０１は、複数の補正点の番号（図９では「１」～「１０」）を示す表示領域Ａ１００、各補正点に対する「補正位置［pulse］」を

示す表示領域Ａ１０１、及び各補正点に対する「補正値［pulse］」を示す表示領域Ａ１０２を含む。補正値確認画面Ｇ１０１では、一例として、補正位置、及び補正値（位置補正量）は、モータ（例えば第１モータＭ１）への指令パルス量の単位で示されている。なお、補正位置は、補正の対象となる位置であり、上述した「基準の位置」に相当する。図９ではデフォルト数値の補正位置を示しているが、補正点の数（補正点数）及び補正位置は、後述するパラメータ設定画面Ｇ１０３（図１１参照）で設定変更可能である。

[0179] また、補正値確認画面Ｇ１０１は、複数の補正点に対する「行（往復動作時の行き）」における推力差［０．１％］を示す表示領域Ａ１０３、及び「帰（往復動作時の帰り）」における推力差［０．１％］を示す表示領域Ａ１０４を含む。なお、各補正位置について「行」における推力差と「帰」における推力差とを平均した値を「推力差」として、位置補正量（推力差×補正係数）が演算される。

[0180] 本変形例では、１回分の試験動作は、主軸が同期してＹ軸の開始位置（第１原点位置）からＹ軸の正側の位置に移動し、終了位置（第２原点位置；第１原点位置と同じでもよいし、異なってもよい）に戻るまでの往復動作であることを想定する。なお、測定を開始する開始位置、及び測定を終了する終了位置は、必ずしも第１原点位置及び第２原点位置と同じとは限らず、例えば第１原点位置及び第２原点位置よりも正の側に位置し得る。

[0181] 図９では一例として、「補正値」、「行」及び「帰」が全てゼロクリアされた状態を示す。

[0182] アプリケーションソフトの初回起動時で、補正量測定処理が一度も実行されていなければ、補正値確認画面Ｇ１０１上の補正値（位置補正量）は、全てゼロであり得る。

[0183] 既に補正量測定処理が一度でも実行されていれば、補正値確認画面Ｇ１０１上の補正値（位置補正量）は、ゼロ以外の数値が表示され得る。作業者は、補正値をゼロクリアしたい場合、操作画面Ｇ１０２上に表示される「補正値テーブル　ゼロクリア」の指示内容ＣＭＤ１に対応する操作領域Ｒ１を押

す。その結果、処理部７１は、全ての補正値（位置補正量）をゼロクリアする処理を実行する。

[0184] また、処理部７１は、試験動作に関する各種パラメータの数値を設定するためのパラメータ設定画面Ｇ１０３（図１１参照）を表示部７０に表示する。

[0185] パラメータ設定画面Ｇ１０３は、各種パラメータの名称（文字列データ）を示す表示領域Ｒ３と、そのパラメータの数値入力を受け付ける入力領域Ｒ４を含む。以下、パラメータ設定画面Ｇ１０３に表示されている各種パラメータについて説明する。

[0186] パラメータ「補正点数」は、補正値（位置補正量）を測定する補正点の点数である。図１１の例では、「１０１」が入力されており、この場合、補正値確認画面Ｇ１０１では、補正点「１」～「１０１」についての補正位置及び補正値等を確認できる（図９では補正点「１」～「１０」のみ図示）。

[0187] パラメータ「補正間隔［pulse］」は、補正点の間隔であり、モータ（例えば第１モータＭ１）への指令パルス量の単位で示されている。補正間隔を補正点数で乗算すれば、補正対象となる距離が得られる。図１１の例では、「２７００」が入力されており、この数値が反映されている図１２に示す補正値確認画面Ｇ１０１では、補正点「２」、「３」、「４」・・・の補正位置は、２７００、５４００、８１００・・・となっている。

[0188] パラメータ「測定開始位置［pulse］」は、１点目の補正点の位置であり、モータ（例えば第１モータＭ１）への指令パルス量の単位で示されている。図１１の例では、「０」が入力されており、この数値が反映されている図１２に示す補正値確認画面Ｇ１０１では、補正点「１」の補正位置は、０となっている。

[0189] パラメータ「往復移動回数」は、推力差のデータを取得する際に行う往復動作の回数であり、この回数分だけ推力差のデータを取得し、その代表値（例えば平均値）が真の推力差として採用される。

[0190] パラメータ「補正係数」は、補正値（位置補正量）を求めるために、推力

差に乗算されるパラメータである。図１１の例では、「０．１００」が初期値として予め設定される。補正係数は、上述した特定試験動作、及び基準試験動作が行われ、補正係数の演算処理が実行されることで更新され得る。つまり、この「補正係数」は、自動的に更新されるパラメータであり、作業者（ユーザ）が直接入力する必要の無いパラメータである。

[0191] パラメータ「調整回数」は、補正値を調整する回数である。上記実施形態では、計測システム１は、特定の条件が満たされるまで、補正量測定用の試験動作と補正量測定処理とを繰り返して行う補正量最適化処理を実行する点を説明した。本変形例では、計測システム１は、この「調整回数」で指定された回数分だけ補正量測定用の試験動作と補正量測定処理とを繰り返して行う補正量最適化処理を実行する。

[0192] パラメータ「往復動作　始点［pulse］」は、試験動作の上記の第１原点位置、すなわち推力差のデータを取得する際に行う往復動作の始点となる位置であり、モータ（例えば第１モータＭ１）への指令パルス量の単位で示されている。パラメータ「往復動作　始点［pulse］」は、測定を開始する開始位置よりも小さい値を設定することが好ましい。

[0193] パラメータ「往復動作　終点［pulse］」は、試験動作の上記の第２原点位置、すなわち推力差のデータを取得する際に行う往復動作の終点となる位置であり、モータ（例えば第１モータＭ１）への指令パルス量の単位で示されている。パラメータ「往復動作　終点［pulse］」は、最後の補正点の位置よりも大きい値を設定することが好ましい。

[0194] パラメータ「補正係数演算用　移動量（ずれ）」は、上述した特定試験動作で利用される「所定の移動量」である。本変形例では一例として「１０」（単位は［pulse］）が予め設定されている。パラメータ「補正係数演算用移動量（ずれ）」は、上述した許容移動量以下に設定されることが好ましい。

[0195] 作業者は、パラメータ設定画面Ｇ１０３にて上記の各種パラメータの設定作業を終えると、操作画面Ｇ１０２（図１０参照）における「パラメータ書

き込み」の指示内容ＣＭＤ１に対応する操作領域Ｒ１を押す。その結果、設定された各種パラメータが、例えば端末７の記憶部７３（又は第１アンプＢ１の第１記憶部５１、又は第２アンプＢ２の第２記憶部５２等でもよい）に保存される。

[0196] 一方、作業者は、操作画面Ｇ１０２における「パラメータ読み込み」の指示内容ＣＭＤ１に対応する操作領域Ｒ１を押すと、記憶部７３（又は第１記憶部５１、又は第２記憶部５２等）に前回保存した各種パラメータがパラメータ設定画面Ｇ１０３上に表示される。

[0197] ［補正係数の取得］

作業者は、補正量測定処理を行う前に、補正係数の取得を実行する。作業者は、操作画面Ｇ１０２（図１０参照）における「補正係数取得」の指示内容ＣＭＤ１に対応する操作領域Ｒ１を押す。その結果、計測システム１は、補正係数の取得に関する一連の動作を開始する（図８のフローチャート参照）。

[0198] 先ず、計測システム１は、第１主軸Ｙ１と第２主軸Ｙ２とで通信の同期を取る（ステップＳＴ２１）。

[0199] 計測システム１は、同じ位置指令を与えて第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２が同期して指定の位置に移動する「基準試験動作」を実行する（ステップＳＴ２２）。基準試験動作においても、パラメータ設定画面Ｇ１０３で設定されているパラメータの少なくとも一部（例えば、補正点数や補正間隔等）が適用され得る。

[0200] 計測システム１は、基準試験動作中に取得される、各補正点における第１主軸Ｙ１の第１推力値と第２主軸Ｙ２の第２推力値との差、すなわち、基準差分値Δｔ１を演算する（ステップＳＴ２３）。

[0201] 続いて、計測システム１は、第１主軸Ｙ１と第２主軸Ｙ２との間で所定の移動量（図１１の例では１０［pulse］）だけずれが生じるように異なる位置指令を与えて、第１主軸Ｙ１及び第２主軸Ｙ２が同期して指定の位置に移動する「特定試験動作」を実行する（ステップＳＴ２４）。第１主軸Ｙ１及び

第２主軸Ｙ２のうちの一方（ここでは第１主軸Ｙ１）は、各補正点の全てにおいて所定の移動量だけずれるように移動する。特定試験動作においても、パラメータ設定画面Ｇ１０３で設定されているパラメータの少なくとも一部（例えば、移動量（ずれ）、補正点数、又は補正間隔等）が適用され得る。

[0202] 計測システム１は、各補正点について、移動量のずれによる第１主軸Ｙ１の位置と第２主軸Ｙ２の位置との位置差Δｄを演算する（ステップＳＴ２５）。また、計測システム１は、全ての補正点における位置差の平均値（平均値以外の代表値でもよい）を求め、その平均値を最終的な位置差Δｄとする。

[0203] また、計測システム１は、特定試験動作中に取得される、各補正点における第１主軸Ｙ１の第１推力値と第２主軸Ｙ２の第２推力値との差、すなわち、特定差分値Δｔ２を演算する（ステップＳＴ２６）。

[0204] 最後に、計測システム１は、全ての補正点における（Δｔ２－Δｔ１）の平均値（平均値以外の代表値でもよい）を求め、その平均値を最終的な（Δｔ２－Δｔ１）とし、補正係数として、Δｄ／（Δｔ２－Δｔ１）を演算する（ステップＳＴ２７）。これで、補正係数の取得に関する一連の動作が終了する。なお、計測システム１は、全ての補正点におけるΔｔ１の平均値を求め、全ての補正点におけるΔｔ２の平均値を求め、平均値同士の差を最終的な（Δｔ２－Δｔ１）とし、補正係数として、Δｄ／（Δｔ２－Δｔ１）を演算してもよい。

[0205] このようにして取得された補正係数は、パラメータ「補正係数」として自動的に更新される。初期値の補正係数「０．１００」（図１１参照）は、取得された新たな補正係数（例えば「０．０８０」）に自動的に更新される。作業者は、パラメータ設定画面Ｇ１０３（図１１参照）上にて更新後のパラメータ「補正係数」を確認できる。

[0206] ［自動補正動作の実行］

次に、作業者は、操作画面Ｇ１０２（図１０参照）における「自動補正開始」の指示内容ＣＭＤ１に対応する操作領域Ｒ１を押す。その結果、計測シ

ステム１は、自動補正動作、すなわち補正量測定処理を含む一連の動作を開始する（補正量測定処理の動作フローは、図３に示すフローチャートを参照）。なお、上述の通り、パラメータ設定画面Ｇ１０３で設定されている調整回数（補正量最適化処理の処理回数）の回数分だけ補正量測定用の試験動作と補正量測定処理とが繰り返し実行される。ところで、操作画面Ｇ１０２（図１０参照）における「往復動作開始」の指示内容ＣＭＤ１に対応する操作領域Ｒ１が押されると、計測システム１は、往復動作を実行するものの、補正値（位置補正量）の演算等の処理を実行しない。「往復動作開始」の操作領域Ｒ１は、例えば、現在の推力差の状態を確認するために使用され得る。

[0207] 自動補正動作の実行中では、図１２の補正値確認画面Ｇ１０１、及び図１３の推力差確認画面Ｇ１０４に示すように、リアルタイムで各補正点における補正値（位置補正量）又は各補正点における推力差の平均値等が演算されている様子が表示される。

[0208] ここで推力差確認画面Ｇ１０４について説明する。処理部７１は、測定結果である推力差（トルク差でもよい）を確認するための推力差確認画面Ｇ１０４（図１３～図１５参照）を表示部７０に表示する。

[0209] 推力差確認画面Ｇ１０４は、調整回数の番号（例えば「１」は調整１回目、つまり補正量最適化処理１回目）を示す表示領域Ｃ１００を示す。また、推力差確認画面Ｇ１０４は、各調整についての、「行（き）の推力差　平均」（例えば絶対値として表示）を示す表示領域Ｒ６、「帰（り）の推力差　平均」（例えば絶対値として表示）を示す表示領域Ｒ７、及び「行・帰の推力差の平均値が大きい方」（例えば絶対値として表示）を示す表示領域Ｒ５を含む。また、推力差確認画面Ｇ１０４は、各調整についての「適用するデータ選択」の選択入力を受け付ける入力領域Ｒ８を含む。

[0210] 「行の推力差　平均」とは、各調整における往復動作の行きの第１推力値と第２推力値との推力差の、全ての補正点分についての平均値である。また、「帰の推力差　平均」とは、各調整における往復動作の帰りの第１推力値と第２推力値との推力差の、全ての補正点分についての平均値である。「行

・帰の推力差の平均値が大きい方」とは、各調整における、「行の推力差　平均」と「帰の推力差　平均」とで大きい方の値である。図１３の例で言えば、調整回数１回目（つまり「１」）では、「行の推力差　平均」＝５２８と「帰の推力差　平均」＝４００とでは、「行の推力差　平均」＝５２８の方が大きいため、「行・帰の推力差の平均値が大きい方」には５２８が表示されている。

[0211] 自動補正動作が完了する条件は、例えば下記の「第一条件」と「第二条件」の２つであり、計測システム１は、いずれか一方が成立すれば、自動補正動作を完了する。

[0212] 「第一条件」は、パラメータ設定画面Ｇ１０３で設定されている調整回数の回数分の測定（補正量測定用の試験動作と補正量測定処理）が終了することである。

[0213] 「第二条件」は、操作画面Ｇ１０２（図１０参照）における「自動補正　強制完了」の指示内容ＣＭＤ１に対応する操作領域Ｒ１が押されることである。計測システム１は、自動補正動作の実行中に「自動補正　強制完了」が指示されると、現在測定中の推力差の取得が完了した時点で、たとえ調整回数の回数分の測定が終了していなくても自動補正動作を強制的に完了する。

[0214] 作業者は、例えば推力差確認画面Ｇ１０４等を確認し、推力差がある程度収束されていて、これ以上の調整（最適化処理）を続行しても効果が得られないと判断した時に、時間短縮のために操作画面Ｇ１０２にて「自動補正　強制完了」を選択し得る。例えば、図１４に示す推力差確認画面Ｇ１０４において、枠Ｄ１００内に示される調整回数１１回目～１７回目の推力差は「４５」前後である程度収束されていて、調整を続行したとしてもそれ以上推力差が小さくなることは無いことが予想される。作業者は、１７回目の調整（最適化）が終わった時点で、「自動補正　強制完了」を選択してもよい。

[0215] 作業者は、第一条件又は第二条件が成立して自動補正動作の完了後に、推力差確認画面Ｇ１０４にて、調整が行われた分の推力差を確認し、どの調整回の推力差を適用するか、言い換えるとどの調整回の補正値（位置補正量）

を適用するかを選択する。例えば、図１５の例では、作業者は、調整（最適化処理）２１回分の「行・帰の推力差の平均値が大きい方」の中で、最も小さい「４４」を示す調整回数１９回目を選択している。すなわち、作業者は調整回数１９回目に対応する入力領域Ｒ８をマウスのポインタ等で押すと、該当する入力領域Ｒ８には、図１５に示すように「選択中」と表示される。

[0216] 調整回数１９回目を選択した状態で、作業者は、操作画面Ｇ１０２（図１０参照）における「選択データ　補正値反映」の指示内容ＣＭＤ１に対応する操作領域Ｒ１を押す。その結果、計測システム１は、上述のように演算された反映後の補正係数を用いて、調整回数１９回目における各補正点に関する補正値（位置補正量）＝推力差（上述の通り、その補正位置での「行」の推力差と「帰」の推力差との平均）×補正係数を演算し、その結果を反映させる。例えば、図１６の補正値確認画面Ｇ１０１に示すように、調整回数１９回目における各補正点に関する、「行」の推力差、「帰」の推力差、及び反映後の補正値（位置補正量）が表示される。反映後の補正値（位置補正量）は、第１アンプＢ１にも送信される（補正値を第２アンプＢ２に保存する場合には、第２アンプＢ２に送信される）。

[0217] 作業者は、再度、操作画面Ｇ１０２における「自動補正開始」を押して実行するまでは、推力差確認画面Ｇ１０４にて別の調整回を選択し操作画面Ｇ１０２における「選択データ　補正値反映」を実行する作業を何度でも行うことができる。

[0218] 作業者は、補正値確認画面Ｇ１０１で反映後の補正値等を確認し、その内容で設定することを決定すると、操作画面Ｇ１０２における「ＥＥＰＲＯＭ　書き込み」の指示内容ＣＭＤ１に対応する操作領域Ｒ１を押す。その結果、反映後の補正値（位置補正量）のデータが、第１アンプＢ１の第１記憶部５１（ＥＥＰＲＯＭ（Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory））に格納される。

[0219] このように本変形例では、計測システム１は、特定試験動作による測定結果に基づき補正係数を演算し、当該補正係数を用いて補正値（位置補正量）

を演算するため、軸間の干渉により起こり得る影響を更に抑制し得る。

[0220] ところで、図１１の例では、補正値（位置補正量）のテーブル設計の簡素化を図るために、３つのパラメータ：補正間隔［pulse］、往復動作の始点[pulse]、及び往復動作の終点［pulse］の値が、それぞれ作業者（ユーザ）により入力されて指定されることを想定する。そして、作業者がこれらのパラメータの値を入力することで、計測システム１は、補正点数（言い換えると、分割数）を自動的に演算して設定する。このように補正間隔を指定する場合、物理的な距離に相当するパルス数を基準とした設計が保証されることになる。

[0221] ただし、この限りではなく、補正間隔の代わりに、補正点数（分割数）が、作業者に指定されてもよい。すなわち、位置補正量のテーブル設計の簡素化を図るために、３つのパラメータ：補正点数（分割数）、往復動作の始点、及び往復動作の終点が、作業者により入力されて、計測システム１は、補正間隔を自動的に演算して設定してもよい。

[0222] 言い換えると、計測システム１は、処理部（ここでは一例として端末７の処理部７１）を備える。処理部７１は、試験動作（例えば往復動作）に適用されるパラメータとして、試験動作の始点、試験動作の終点、及び、始点から終点の間において位置補正量を算出する点数である補正点数（分割数）を取得する。処理部７１は、補正点数、始点、及び終点から補正間隔を演算する。

[0223] このようにユーザが補正点数（分割数）を指定する場合、位置補正量のデータを記憶させるために必要となる（記憶部５等の）メモリ量がどの程度増えるのか、メモリ量を基準とした設計が保証されることになる。

[0224] （１１）様々な支援機能に関する変形例

以下、変形例５（本変形例）に係る計測システム１について、図１７～図２４Ｂを参照しながら説明する。図１７は、本変形例の計測システムにおける第１機能（単位変換機能）を説明するための画面の概念図である。図１８は、本変形例の第１機能を説明するための画面の概念図である。図１９Ａは

、本変形例の第２機能（図形式への変換機能）を説明するための画面の概念図である。図１９Ｂは、本変形例の第２機能（図形式への変換機能）を説明するための画面の概念図である。図２０は、本変形例の第３機能（日付情報の紐づけ機能）を説明するための画面の概念図である。図２１Ａは、本変形例の第４機能（チャート形式への変換機能）を説明するための画面の概念図である。図２１Ｂは、本変形例の第４機能（チャート形式への変換機能）を説明するための画面の概念図である。図２２Ａは、本変形例の第５機能（ヒストグラム形式への変換機能）を説明するための画面の概念図である。図２２Ｂは、本変形例の第５機能（ヒストグラム形式への変換機能）を説明するための画面の概念図である。図２３は、本変形例の第６機能（過去データの比較表示機能）を説明するための画面の概念図である。図２４Ａは、本変形例の第７機能（過去データについて別の表示形式での比較表示機能）を説明するための画面の概念図である。図２４Ｂは、本変形例の第７機能（過去データについて別の表示形式での比較表示機能）を説明するための画面の概念図である。変形例５に係る計測システム１は、作業者（ユーザ）を支援する様々な支援機能（第１～第７機能）を有する。図１７～図２４Ｂに示される様々なユーザ画面（ウィンドウ画面）は、端末７の表示部７０（図２参照）に表示され得る。図１７～図２４Ｂにおける各ユーザ画面上に表示される数値は、単なる一例であり、特に限定されない。また、図１７～図２４Ｂのうちの幾つかの図面におけるユーザ画面上に表示される（Ｙ１軸とＹ２軸との）「トルク差」は、「推力差」でもよい。

[0225] 変形例５における支援機能は、主に位置補正量の測定に関する情報をユーザ画面上でユーザが確認する際にユーザを支援する機能である。この「位置補正量の測定に関する情報」とは、試験動作に関する設定条件、試験動作中におけるＹ１軸、Ｙ２軸の状態、及び、位置補正量の測定結果等に関するデータ（過去のデータも含む）を含み得る。

[0226] ［第１機能］

変形例５に係る計測システム１は、支援機能の１つとして、第１機能（単

位変換機能）を有する。以下、第１機能について図１７、図１８を参照して説明する。

[0227] 計測システム１は、図１７に示すユーザ画面Ｇ２０１を端末７の表示部７０に表示し得る。ユーザが、例えば、操作部７２（図１参照）を利用して端末７にて専用のアプリケーションソフトを起動し、試験動作を開始するための操作入力を行うと、ユーザ画面Ｇ２０１が表示される。ユーザ画面Ｇ２０１は、後述する過去のデータファイルＦＬ１を開くための操作を実行することにより表示される画面でもよい。

[0228] ユーザ画面Ｇ２０１は、一例として、第１主軸Ｙ１（すなわちＹ１軸）に関する設定条件や状態を表示する第１領域Ｈ１、及び、第２主軸Ｙ２（すなわちＹ２軸）に関する設定条件や状態を表示する第２領域Ｈ２を含む。ユーザ画面Ｇ２０１は、Ｙ１軸の位置を基準にして、Ｙ２軸の位置補正量を算出する場合の一例を示しており、その結果、Ｙ１軸は「基準軸」として、Ｙ２軸は「補正軸」として表記されている。

[0229] また、ユーザ画面Ｇ２０１は、補正位置、及び補正値（位置補正量）等に関する測定結果をテーブル（表）形式で示すテーブル表示領域Ｈ３を含む。このテーブル表示領域Ｈ３は、図９に示した補正位置、及び補正値等を含む補正値確認画面Ｇ１０１の表示例の変形例とも言える。図１７の例では、便宜上、３つの補正点の番号（「Ｎｏ．１」～「Ｎｏ．３」）に対応する補正位置、及び補正値等が示されているが、補正点の数は特に限定されず、例えば１０個以上であり得る。

[0230] また、ユーザ画面Ｇ２０１は、試験動作における移動速度、及び加減速度等の設定条件（パラメータの数値等）を入力可能な設定領域Ｈ４を含む。これらの設定条件は、試験動作前の準備としてユーザによって設定（入力）され得る。

[0231] ユーザ画面Ｇ２０１で表示される［指令単位］は、例えば、図９の補正値確認画面Ｇ１０１と同様に、モータ（Ｍ１、Ｍ２）への指令パルス量の単位である［pulse］である。

[0232] ユーザは、ユーザ画面Ｇ２０１にて、第１領域Ｈ１、及び第２領域Ｈ２を確認し、設定領域Ｈ４で設定条件の入力を済ませ、試験動作の準備が整えば、マウス（操作部７２）を操作して画面上のポインタ等で右下の「調整開始」を示す操作領域Ｈ５を押す。すると、試験動作（位置補正量の測定）が開始される。なお、試験動作（位置補正量の測定）を停止する場合には、ユーザは、ポインタ等で「調整停止」を示す操作領域Ｈ６を押すことで試験動作を停止できる。

[0233] 要するに、第１領域Ｈ１、第２領域Ｈ２、テーブル表示領域Ｈ３、及び設定領域Ｈ４等が、一つの画面（ユーザ画面Ｇ２０１）上に同時に表示されており、ユーザの利便性が図られている。

[0234] ここで、ユーザ画面Ｇ２０１は、ユーザが表示単位を選択（指定）するための選択領域Ｈ７を更に含む。ユーザは、画面上のポインタ等で、選択領域Ｈ７の下矢印マークを押すと、選択可能な複数の表示単位の一覧がリストとして表示される（いわゆる、プルダウン機能）。図１７の例では、リストは、［指令単位（pulse）］、及び距離単位［ｍｍ］、［μｍ］、［ｉｎｃｈ］の４つの表示単位を含み、初期設定として［指令単位（pulse）］が選択されている。

[0235] ユーザは、そのリストの中から、［指令単位］以外の１つの表示単位を選択することで、ユーザ画面Ｇ２０１にて［指令単位］で表示されていた数値が、選択された表示単位の数値に変換されて表示される。

[0236] 言い換えると、計測システム１は、処理部（ここでは一例として端末７の処理部７１）を備える。処理部７１は、少なくとも位置補正量（補正値）を含むデータを表示部７０に表示させる。処理部７１は、表示部７０の画面上で特定の単位で表示されるデータの数値が、（ユーザの）選択操作に応じて選択された別の単位で表示されるように表示単位の変換を行う。

[0237] 図１８は、ユーザが選択領域Ｈ７で表示単位として距離［ｍｍ］を選択したことによって［指令単位］が距離［ｍｍ］に変換されたユーザ画面Ｇ２０２を示す。つまり、表示単位［ｍｍ］を選択したことによって、ユーザ画面

Ｇ２０２では、対応する数値が変換されて表示される。ユーザ画面Ｇ２０２は、表示単位［ｍｍ］とその数値以外については、図１７のユーザ画面Ｇ２０１と同じである。ユーザは、選択領域Ｈ７で［指令単位（pulse）］を再度選択すれば、図１７のユーザ画面Ｇ２０１に戻る。

[0238] ユーザにとっては、指令単位（pulse）で表示される数値は、直感的に理解しにくい場合がある。第１機能では、ユーザは、選択領域Ｈ７で、実際の距離［ｍｍ］、［μｍ］、［ｉｎｃｈ］のいずれかを選択することができ、その結果、ユーザは、直感的に理解しやすい数値で設定条件や測定結果等を確認できる。

[0239] なお、ユーザが、ユーザ画面Ｇ２０１の選択領域Ｈ７にて表示単位を選択すると、後述する第２機能～第７機能に関するユーザ画面においても、ユーザ画面Ｇ２０１で選択された単位での数値が自動的に表示されてよい。具体的には、例えばユーザ画面Ｇ２０１で距離［ｍｍ］が選択されると、それぞれ図１９Ａ、図１９Ｂに示すユーザ画面Ｇ３０１、Ｇ３０２においても、距離［ｍｍ］の単位で数値が自動的に表示されてよい。また、第２機能～第７機能に関するユーザ画面においても選択領域Ｈ７が表示されて、ユーザは、第２機能～第７機能に関するユーザ画面においても表示単位の選択を行えるようにしてよい。

[0240] ［第２機能］

変形例５に係る計測システム１は、支援機能の１つとして、第２機能（図形式への変換機能）を有する。以下、第２機能について図１９Ａ、図１９Ｂを参照して説明する。

[0241] 計測システム１は、図１９Ａに示すユーザ画面Ｇ３０１、及び、図１９Ｂに示すユーザ画面Ｇ３０２を端末７の表示部７０に表示し得る。

[0242] ユーザ画面Ｇ３０１は、例えば、図１７のユーザ画面Ｇ２０１、及び図１８のユーザ画面Ｇ２０２と同様に、テーブル表示領域Ｈ３を含む。ユーザ画面Ｇ３０１は、ユーザ画面Ｇ２０１又はＧ２０２の一部でもよいし、ユーザ画面Ｇ２０１，Ｇ２０２とは別に表示される画面でもよい。ユーザ画面Ｇ３

０１は、後述する過去のデータファイルＦＬ１を開くための操作を実行することにより表示される画面でもよい。

[0243] また、ユーザ画面Ｇ３０１は、ユーザが、補正位置、補正値、及びトルク差等を含むデータに関する表示形式を選択（指定）するための選択領域Ｈ８を更に含む。ユーザは、画面上のポインタ等で、選択領域Ｈ８の下矢印マークを押すと、選択可能な複数の表示形式の一覧がリストとして表示される（プルダウン機能）。

[0244] 図１９Ａの例では、リストは、［表形式］と［図形式］の２つの表示形式を含み、初期設定としてテーブル表示領域Ｈ３のような［表形式］が選択されている。

[0245] ユーザは、そのリストの中から、［表形式］以外の１つの表示形式、ここでは［図形式］を選択することで、図１９Ｂに示すように、補正位置、補正値、及びトルク差等を含むデータが図形式で表記されたユーザ画面Ｇ３０２が表示される。ユーザ画面Ｇ３０２は、ユーザ画面Ｇ３０１が表示された状態のまま追加で表示されてもよいし、ユーザ画面Ｇ３０１が閉じられてその代わりに表示されてもよい。要するに、計測システム１は、画面上で特定の表示形式で表示されている補正値等を含むデータを、ユーザの選択操作に応じて選択された別の表示形式に変換（この例では表形式から図形式へ変換）して表示させる第２機能を有する。

[0246] ユーザ画面Ｇ３０２は、Ｙ１軸、及びＹ２軸の各軸を模式化した横軸が描画され、そこに３つの補正点の番号（「１」～「３」）が示され、基準軸のＹ１軸の位置に対する、補正点ごとの補正軸のＹ２軸の補正位置、補正値、及びトルク差が示された図表示領域Ｈ９を含む。

[0247] 第２機能によれば、ユーザは、選択操作に応じて、補正値等を含むデータを簡単に表形式で表示させたり図形式で表示させたりできる。そのため、ユーザは、補正値等を含むデータをより確認し易くなる。特に、ユーザは、補正値等を含むデータが図形式で表示されることで、より直感的に理解し易くなる。

[0248] なお、この例では、既に特定の表示形式で表示中のデータをユーザの選択操作に応じて別の表示形式に変換して表示させることを想定して説明しているが、「特定の表示形式から別の表示形式への変換」は必須ではない。つまり、計測システム１の処理部（ここでは処理部７１）は、少なくとも位置補正量（補正値）を含むデータを（ユーザの）選択操作に応じて選択された表示形式（ここでは表形式又は図形式）で表示部７０に表示させてもよい。

[0249] ［第３機能］

変形例５に係る計測システム１は、支援機能の１つとして、第３機能（日付情報の紐づけ機能）を有する。以下、第３機能について図２０を参照して説明する。

[0250] 計測システム１は、図２０に示すユーザ画面Ｇ４０１を端末７の表示部７０に表示し得る。

[0251] ユーザ画面Ｇ４０１は、例えば、図１７のユーザ画面Ｇ２０１、及び図１８のユーザ画面Ｇ２０２と同様に、テーブル表示領域Ｈ３、及び設定領域Ｈ４等を含む。ユーザ画面Ｇ４０１は、ユーザ画面Ｇ２０１又はＧ２０２の一部でもよいし、ユーザ画面Ｇ２０１，Ｇ２０２とは別に表示される画面でもよい。

[0252] ユーザ画面Ｇ４０１は、例えば、ユーザが、画面上のポインタ等で、１又は複数のデータファイルＦＬ１（図２０参照）のうちの１つを選択し、このデータファイルＦＬ１を開くための操作を実行することにより表示され得る画面である。データファイルＦＬ１は、過去に試験動作が実行された時の、補正値（位置補正量）等の測定結果、及び測定時に設定された設定条件（パラメータの数値）等の少なくとも一部のデータを含み得る。図２０の例では、過去に試験動作が実行された時の測定結果が、テーブル表示領域Ｈ３に表示され、その測定時に設定されたパラメータの数値が、設定領域Ｈ４に表示されている。

[0253] データファイルＦＬ１は、測定結果と設定条件の両方を含むことは必須ではない。例えば、データファイルＦＬ１は、測定結果と設定条件のうち、設

定条件の管理用に設定条件のみを含んでもよいし、逆に測定結果の管理用に測定結果のみを含んでもよい。データファイルＦＬ１は、例えば、測定の終了後に記憶部７３等に保存されて、任意のタイミングで内容を表示可能となっている。

[0254] ここで、計測システム１は、データファイルＦＬ１を生成する際に、上記のデータを、試験動作（補正値の測定）が実行された日付情報と紐づけする第３機能を有する。言い換えると、計測システム１は、試験動作の実行ごとに上記のデータを日付情報と紐づけたデータファイルＦＬ１を生成して保存する。データファイルＦＬ１を開くことで表示されるユーザ画面Ｇ４０１は、日付表示領域Ｈ１０を更に含む。図２０の例では、日付表示領域Ｈ１０は、設定領域Ｈ４に表示されているパラメータの数値等を用いて実行されテーブル表示領域Ｈ３に表示中の測定結果が得られた試験動作に関する日付情報を示す。図２０の例では、日付情報は、「測定日：２０２３／０７／１０　１４：２７」というように補正値の測定が実施された年月日と時刻（例えば補正値の測定が終了した時刻）を示す。

[0255] 第３機能によれば、ユーザは、過去のデータ（データファイルＦＬ１）を管理しやすくなる。また、ユーザは、例えば、過去の測定結果や過去の測定に使用した設定条件を閲覧する、或いは、過去の測定時に使用した設定条件を再度使用してこれから測定を行う場合に、日付表示領域Ｈ１０にて測定が実施された日付情報を確認できる。そのため、さらに利便性が向上する。なお、過去の設定条件を再度使用して測定を行う場合には、図２０のユーザ画面Ｇ４０１の右下にある「調整開始」をポインタ等で押せば、設定領域Ｈ４に表示されているパラメータの数値等を用いた試験動作が実行され得る。

[0256] ［第４機能］

変形例５に係る計測システム１は、支援機能の１つとして、第４機能（チャート形式への変換機能）を有する。以下、第４機能について図２１Ａ、図２１Ｂを参照して説明する。第４機能は、図１９Ａ、図１９Ｂを参照して説明した第２機能に類似する機能である。

[0257] 計測システム１は、図２１Ａに示すユーザ画面Ｇ５０１、及び、図２１Ｂに示すユーザ画面Ｇ５０２を端末７の表示部７０に表示し得る。

[0258] ユーザ画面Ｇ５０１は、例えば、図１７のユーザ画面Ｇ２０１、図１８のユーザ画面Ｇ２０２、図１９Ａのユーザ画面Ｇ３０１、及び図２０のユーザ画面Ｇ４０１と同様に、テーブル表示領域Ｈ３を含む。ユーザ画面Ｇ５０１は、ユーザ画面Ｇ２０１又はＧ２０２の一部でもよいし、ユーザ画面Ｇ３０１でもよいし、ユーザ画面Ｇ２０１，Ｇ２０２，Ｇ３０１とは別に表示される画面でもよい。つまり、ユーザ画面Ｇ５０１は、ユーザ画面Ｇ２０１のように試験動作の開始により表示される画面でもよいし、図２０のユーザ画面Ｇ４０１のように過去のデータファイルＦＬ１を開くための操作を実行することにより表示される画面でもよい。

[0259] また、ユーザ画面Ｇ５０１は、ユーザが、補正位置、補正値、及びトルク差等を含むデータの表示形式を、表形式から別の表示形式に変更（変換）するための変更領域Ｈ１１を更に含む。ユーザは、画面上のポインタ等で、変更領域Ｈ１１の下矢印マークを押すと、選択可能な複数の表示形式の一覧がリストとして表示される（プルダウン機能）。図２１Ａの例では、リストは、［チャート］と［ヒストグラム］の２つの表示形式を含む。

[0260] ユーザは、そのリストの中から［チャート］を選択することで、図２１Ｂに示すように、補正位置、補正値、及びトルク差等を含むデータに基づきチャート形式で表記されたユーザ画面Ｇ５０２が表示される。ユーザ画面Ｇ５０２は、ユーザ画面Ｇ５０１が表示された状態のまま追加で表示されてもよいし、ユーザ画面Ｇ５０１が閉じられてその代わりに表示されてもよい。

[0261] このように、計測システム１は、画面上で特定の表示形式（ここでは表形式）で表示されている補正値等を含むデータをユーザの選択操作に応じて選択された別の表示形式（ここではチャート形式）で表示させる第４機能を有する。

[0262] ユーザ画面Ｇ５０２は、補正点を横軸とし（Ｙ１軸の位置も併記）、Ｙ１軸の位置に対するＹ２軸の位置の補正値を縦軸としたチャート表示領域Ｈ１

２を含む。チャート表示領域Ｈ１２では、テーブル表示領域Ｈ３で示されていた測定結果に基づく折れ線グラフが示されている。チャート表示領域Ｈ１２には、測定結果のトルク差も併記されている。

[0263] 第４機能によれば、ユーザは、補正値等を含むデータを簡単に表形式で表示させたりチャート形式で表示させたりできる。そのため、ユーザは、補正値等を含むデータをより確認し易くなる。特に、ユーザは、補正値等を含むデータがチャート形式で表示されることで、補正点間における補正値の変化割合をより直感的に理解し易くなる。

[0264] なお、この例では、既に特定の表示形式で表示中のデータをユーザの選択操作に応じて別の表示形式に変換して表示させることを想定して説明しているが、「特定の表示形式から別の表示形式への変換」は必須ではない。つまり、計測システム１の処理部（ここでは端末７の処理部７１）は、少なくとも位置補正量（補正値）を含むデータを（ユーザの）選択操作に応じて選択された表示形式（ここではチャート形式）で表示部７０に表示させてもよい。

[0265] ［第５機能］

変形例５に係る計測システム１は、支援機能の１つとして、第５機能（ヒストグラム形式への変換機能）を有する。以下、第５機能について図２２Ａ、図２２Ｂを参照して説明する。第５機能は、図２１Ａ、図２１Ｂを参照して説明した第４機能の変形例に相当する機能である。

[0266] 計測システム１は、図２２Ａに示すユーザ画面Ｇ５０３、及び、図２１Ｂに示すユーザ画面Ｇ５０４を端末７の表示部７０に表示し得る。

[0267] 図２２Ａのユーザ画面Ｇ５０３は、図２１Ａのユーザ画面Ｇ５０１等と同様に、テーブル表示領域Ｈ３を含む。なお、図２２Ａでは、補正点の数や測定結果の数値が図２１Ａとは異なるテーブル表示領域Ｈ３を例示している。また、ユーザ画面Ｇ５０３は、ユーザ画面Ｇ５０１と同様に、変更領域Ｈ１１を更に含む。図２２Ａの例においても、リストは、［チャート］と［ヒストグラム］の２つの表示形式を含む。

[0268] ユーザは、そのリストの中から［ヒストグラム］を選択することで、図２２Ｂに示すように、補正値等を含むデータに基づきヒストグラム形式で表記されたユーザ画面Ｇ５０４が表示される。ユーザ画面Ｇ５０４は、ユーザ画面Ｇ５０３が表示された状態のまま追加で表示されてもよいし、ユーザ画面Ｇ５０３が閉じられてその代わりに表示されてもよい。

[0269] このように、計測システム１は、画面上で特定の表示形式（ここでは表形式）で表示されている補正値等を含むデータをユーザの選択操作に応じて選択された別の表示形式（ここではヒストグラム形式）で表示させる第５機能を有する。

[0270] ユーザ画面Ｇ５０４は、度数（頻度）を縦軸にして、補正値に関する階級（区間）を横軸にして、各区間に含まれる（測定結果の）補正値の回数（度数）の分布特性（ヒストグラム）を示すヒストグラム表示領域Ｈ１３を含む。

[0271] 第５機能によれば、ユーザは、補正位置、補正値、及びトルク差等を含むデータを、簡単に表形式で表示させたり、ヒストグラム形式で表示させたりできる。そのため、ユーザは、これらのデータをより確認し易くなる。特に、ユーザは、これらのデータがヒストグラム形式で表示されることで、補正値のばらつき具合をより直感的に理解し易くなる。

[0272] なお、この例でも、既に特定の表示形式で表示中のデータをユーザの選択操作に応じて別の表示形式に変換して表示させることを想定して説明しているが、「特定の表示形式から別の表示形式への変換」は必須ではない。つまり、計測システム１の処理部（ここでは端末７の処理部７１）は、少なくとも位置補正量（補正値）を含むデータを（ユーザの）選択操作に応じて選択された表示形式（ここではヒストグラム形式）で表示部７０に表示させてもよい。選択操作に応じて選択されたデータの表示形式は、表形式、図形式、チャート形式、及びヒストグラム形式のいずれかであることが好ましい。

[0273] また、図２１Ｂのチャート表示領域Ｈ１２と図２２Ｂのヒストグラム表示領域Ｈ１３とは、択一的に切り替えられるだけでなく、一画面に同時に表示

されてもよい。例えば、テーブル表示領域Ｈ３も含めて、チャート表示領域Ｈ１２及びヒストグラム表示領域Ｈ１３が一画面に同時に表示されてもよい。

[0274] ［第６機能］

変形例５に係る計測システム１は、支援機能の１つとして、第６機能（過去データの比較表示機能）を有する。以下、第６機能について図２３を参照して説明する。

[0275] 計測システム１は、図２３に示すユーザ画面Ｇ６０１、及びユーザ画面Ｇ６０２を端末７の表示部７０に表示し得る。

[0276] ユーザは、例えば、各々が少なくとも測定結果を含む複数のデータファイルＦＬ１が保存されているフォルダを示す特定の画面上において、互いの測定結果を比較したいと考えるいずれか２つ以上のデータファイルＦＬ１をポインタ等で選択する操作を行う。なお、データファイルＦＬ１については、第３機能の欄で説明したので、ここでの詳細な説明は省略する。また、以下では一例として、２つのデータファイルＦＬ１が選択される場合について説明するが、３つ以上（例えば３つ）のデータファイルＦＬ１が選択されて比較されてもよい。

[0277] ユーザ画面Ｇ６０１は、比較対象としてユーザが選択した第１データファイルＦＬ１１と第２データファイルＦＬ１２とを示す画面の一例である。

[0278] 図２３の例では、第１データファイルＦＬ１１は、測定日が２０２３年７月１０日で時刻１４時２７分に得られた測定結果を含む過去のデータファイルである。また、第２データファイルＦＬ１２は、測定日が２０２３年８月３日で時刻１５時１４分に得られた測定結果を含む過去のデータファイルである。

[0279] 例えば、第２データファイルＦＬ１２は、直近のデータを含み、第１データファイルＦＬ１１は、第２データファイルＦＬ１２のデータよりも古いデータを含み得る。より具体的には、ユーザは、今回測定を行って生成された第２データファイルＦＬ１２と、前回測定して生成された第１データファイ

ルＦＬ１１とを選択し、補正値等の比較を行って、Ｙ１軸、Ｙ２軸等の装置の経年劣化の度合い等の判断を行うことがある。

[0280] ユーザは、第１データファイルＦＬ１１と第２データファイルＦＬ１２とを選び、画面上にてポインタ等で比較を実行するための操作ボタンを押すと、ユーザ画面Ｇ６０２が表示される。ユーザ画面Ｇ６０２は、ユーザ画面Ｇ６０１が表示された状態のまま追加で表示されてもよいし、ユーザ画面Ｇ６０１が閉じられてその代わりに表示されてもよい。

[0281] ユーザ画面Ｇ６０２は、第１データファイルＦＬ１１における補正値等の測定結果と、第２データファイルＦＬ１２における補正値等の測定結果とが［表形式］で左右に並ぶテーブル表示領域Ｈ１４を含む。

[0282] ここで、計測システム１は、第１データファイルＦＬ１１の測定結果の数値に対して、差が所定値より大きいと判定される、第２データファイルＦＬ１２の測定結果の数値について、テーブル表示領域Ｈ１４内において強調表示Ｈ１５を行う。計測システム１は、強調表示Ｈ１５として、例えば、対象となる数値について枠で囲ったり、色付きで表示したりする。つまり、計測システム１は、テーブル表示領域Ｈ１４内において強調表示Ｈ１５を行ってそのような数値の存在についてユーザに注意喚起をする。

[0283] つまり、計測システム１は、ユーザの選択操作に応じて指定された２つ以上（ここでは一例として２つ）の過去データについて比較し易いように表形式で表示させる第６機能を有する。また、計測システム１は、指定された２つ以上（ここでは一例として２つ）の過去データについて自動比較判定を行い、差が所定値より大きいと判定される数値があれば、当該数値について強調表示Ｈ１５を行う機能も有する。

[0284] このように、計測システム１は、処理部と記憶部とを備える（ここでは一例として処理部７１と記憶部７３）。処理部７１は、少なくとも位置補正量（補正値）を含むデータを表示部７０に表示させる。記憶部７３は、データを試験動作の実行ごとに履歴情報として記憶する（データファイルＦＬ１の記憶）。処理部７１は、記憶部７３に記憶されている過去の複数のデータ（

データファイルＦＬ１）のうち、選択操作に応じて選択された２つ以上のデータ（データファイルＦＬ１）を互いに比較可能な態様で表示させる。また、処理部７１は、２つ以上のデータを選択操作に応じて選択された表示形式（ここでは表形式）で表示させる。

[0285] 第６機能によれば、少なくとも補正値を含む過去の２つ以上のデータが一画面にて表形式で表示されるため、ユーザがＹ１軸、Ｙ２軸等の装置の特性を確認し易いように支援できる。特に、ユーザは、新しいデータと古いデータとの２つ（又は２つ以上）のデータを比較して、古いデータの補正値よりも新しいデータの補正値の方が大きい場合、Ｙ１軸、Ｙ２軸等の装置の経年劣化が進行しているといった判断がし易くなる。

[0286] 上述した「差が所定値より大きいと判定される数値があれば」という強調表示を行うための判定条件は、単なる一例であり、これに限定されない。例えば逆に、差が規定値未満と判定される数値があれば、当該数値について強調表示Ｈ１５が行われてもよいし、差が「所定の範囲外（又は所定の範囲内）」にある数値があれば、当該数値について強調表示Ｈ１５が行われてもよい。

[0287] さらに或いは、「差が比較対象となる（例えば第１データファイルＦＬ１１の）数値の５％より大きい（又は５％未満）と判定される数値があれば」という判定条件で、つまり「割合」を用いた判定条件で、強調表示Ｈ１５が行われてもよい。また、差のあるパラメータの種類によって判定条件は適宜変更されてよい。

[0288] また、上述した所定値や、規定値、所定の範囲、割合は、ユーザ画面にてユーザにより適宜指定できてもよい。

[0289] ［第７機能］

変形例５に係る計測システム１は、支援機能の１つとして、第７機能（チャート形式で比較表示機能、及びヒストグラム形式で比較表示機能）を有する。以下、第７機能について図２４Ａ、図２４Ｂを参照して説明する。第７機能は、図２３を参照して説明した第６機能の変形例に相当する機能である

。

[0290] 計測システム１は、図２４Ａに示すユーザ画面Ｇ６０３、及び、図２４Ｂに示すユーザ画面Ｇ６０４を端末７の表示部７０に表示し得る。

[0291] ユーザは、例えば、各々が少なくとも測定結果を含む複数のデータファイルＦＬ１が保存されているフォルダを示す特定の画面上において、互いの測定結果を比較したいと考えるいずれか２つ以上のデータファイルＦＬ１をポインタ等で選択する操作を行う。ここでは一例として、第６機能で説明した第１データファイルＦＬ１１と第２データファイルＦＬ１２とが選択されたことを想定する。つまり、２つのデータファイルＦＬ１が選択された場合について説明する。しかし、３つ以上（例えば３つ）のデータファイルＦＬ１が選択されてもよい。データファイルＦＬ１、第１データファイルＦＬ１１、及び第２データファイルＦＬ１２については、第３機能の欄、及び第６機能の欄で説明したので、ここでの詳細な説明は省略する。

[0292] ユーザは、第１データファイルＦＬ１１と第２データファイルＦＬ１２とを選び、画面上にてポインタ等で比較を実行するための操作ボタンを押すと、ユーザ画面Ｇ６０３（図２４Ａ参照）が表示される。ユーザ画面Ｇ６０３は、図２３の表形式のユーザ画面Ｇ６０２とセットで表示されてもよい。

[0293] ユーザ画面Ｇ６０３は、例えば図２１Ｂのユーザ画面Ｇ５０２と同様に、補正点を横軸とし（Ｙ１軸の位置も併記）、Ｙ１軸の位置に対するＹ２軸の位置の補正値を縦軸としたチャート表示領域Ｈ１６を含む。チャート表示領域Ｈ１６は、例えば、図２３のテーブル表示領域Ｈ３における第１データファイルＦＬ１１の測定結果（補正値）を示す折れ線グラフＷ１と、第２データファイルＦＬ１２の測定結果（補正値）を示す折れ線グラフＷ２とを示す。

[0294] また、ユーザ画面Ｇ６０３は、ユーザが、表示形式をチャート形式とヒストグラム形式の２つの表示形式から１つを選択するための選択領域Ｈ１７を更に含む。ユーザは、画面上のポインタ等で、選択領域Ｈ１７の下矢印マークを押すと、選択可能な複数の表示形式の一覧がリストとして表示される（

プルダウン機能）。図２４Ａの例では、リストは、［チャート］と［ヒストグラム］の２つの表示形式を含む。ここでは初期設定として［チャート］が選択されている。ユーザは、そのリストの中から［チャート］又は［ヒストグラム］を選択することで、表示形式をチャート形式（図２４Ａ参照）又はヒストグラム形式（図２４Ｂ参照）に切り替えることができる。

[0295] ユーザ画面Ｇ６０４は、図２４Ｂに示すように、例えば図２２Ｂのユーザ画面Ｇ５０４と同様に、度数（頻度）を縦軸にして、補正値に関する階級（区間）を横軸にして、各区間に含まれる（測定結果の）補正値の回数（度数）の分布図（ヒストグラム）を示すヒストグラム表示領域Ｈ１８を含む。ユーザ画面Ｇ６０４は、ユーザ画面Ｇ６０３と同様に、選択領域Ｈ１７を更に含む。

[0296] ヒストグラム表示領域Ｈ１８は、例えば、第１データファイルＦＬ１１の測定結果に基づく各区間の補正値の回数の分布特性Ｑ１と、第２データファイルＦＬ１２の測定結果に基づく各区間の補正値の回数の分布特性Ｑ２と、を示す。

[0297] このように、計測システム１は、ユーザの選択操作に応じて指定された２つ以上の過去データについて比較し易いように、ユーザから選択操作に応じた表示形式（チャート形式、ヒストグラム形式）で表示させる第７機能を有する。

[0298] 第７機能によれば、少なくとも補正値を含む過去の２つ以上のデータが一画面にてチャート形式、又はヒストグラム形式で表示されるため、ユーザがＹ１軸、Ｙ２軸等の装置の特性を確認し易いように支援できる。特に、ユーザは、チャート形式で表示される新しいデータと古いデータとの２つ（又は２つ以上）のデータを比較して、補正点間における補正値の変化割合の違いから、Ｙ１軸、Ｙ２軸等の装置の経年劣化の進行度合いをより直感的に理解し易くなる。また、ユーザは、ヒストグラム形式で表示される新しいデータと古いデータとの２つ（又は２つ以上）のデータを比較して、補正値のばらつき具合の違いから、Ｙ１軸、Ｙ２軸等の装置の経年劣化の進行度合いをよ

り直感的に理解し易くなる。

[0299] なお、チャート表示領域Ｈ１６とヒストグラム表示領域Ｈ１８とは、択一的に切り替えられるだけでなく、一画面に同時に表示されてもよい。例えば、図２３のテーブル表示領域Ｈ１４も含めて、チャート表示領域Ｈ１６及びヒストグラム表示領域Ｈ１８が一画面に同時に表示されてもよい。

[0300] また、選択領域Ｈ１７は、図２３のユーザ画面Ｇ６０２に表示されてもよく、リストには、表形式、チャート形式、ヒストグラム形式の３つの表示形式を含み、ユーザは、３つの表示形式の中から選択できてもよい。

[0301] なお、この例でも、既に特定の表示形式で表示中のデータをユーザの選択操作に応じて別の表示形式に変換して表示させることを想定して説明しているが、「特定の表示形式から別の表示形式への変換」は必須ではない。つまり、処理部７１は、記憶部７３に記憶されている過去の複数のデータ（データファイルＦＬ１）のうち、選択操作に応じて選択された２つ以上のデータ（データファイルＦＬ１）を互いに比較可能な態様で表示させてもよい。また、処理部７１は、２つ以上のデータを選択操作に応じて選択された表示形式（ここではチャート形式、又はヒストグラム形式）で表示させてもよい。なお、選択操作に応じて選択された２つ以上のデータの表示形式は、表形式、図形式、チャート形式、及びヒストグラム形式のいずれかであることが好ましい。

[0302] （まとめ）

以上説明した実施形態等から、以下の態様が開示されている。

[0303] 第１の態様に係る計測システム（１）は、同期駆動システム（２）に適用される位置補正量の測定を行う。同期駆動システム（２）は、第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）と、第１制御部（３１）及び第２制御部（３２）と、を備える。第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）は、副軸（Ｘ１）を介して互いに平行に連結されている。第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）は、第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）をそれぞれ有する。第１制御部（３１）及び第２制御部（３２）は、第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸

（Ｙ２）が同期して軸方向（Ｄ１）に移動するように第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）をそれぞれ制御する。計測システム（１）は、指令部（１０）と、第１取得部（１１）と、第２取得部（１２）と、算出部（１４）と、を備える。指令部（１０）は、第１制御部（３１）及び第２制御部（３２）に同じ位置指令を与えて、第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）が同期して指定の位置に移動する試験動作を行うように第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）の制御を実行させる。第１取得部（１１）は、試験動作中の第１主軸（Ｙ１）に掛かる第１の力及び第２主軸（Ｙ２）に掛かる第２の力に関する第１情報を取得する。第２取得部（１２）は、試験動作中の第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）の位置に関する第２情報を取得する。算出部（１４）は、第１情報、及び第２情報に基づき、第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）の間の位置ずれを補正するように、第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）の少なくとも一方の位置補正量を算出する。

[0304] 上記の態様によれば、同期駆動システム（２）に適用される位置補正量が、第１主軸（Ｙ１）に掛かる第１の力及び第２主軸（Ｙ２）に掛かる第２の力に関する第１情報、及び第２情報に基づき、算出される。そのため、計測システム（１）には、軸間の干渉により起こり得る影響の抑制を図れる、という利点がある。

[0305] 第２の態様に係る計測システム（１）は、第１の態様において、算出部（１４）が、同一の時間での第１の力及び第２の力の差分値を求め、当該差分値に補正係数を乗算して位置補正量を算出する。

[0306] 上記の態様によれば、位置補正量に関する精度が更に良くなり、軸間の干渉により起こり得る影響をより抑制できる。

[0307] 第３の態様に係る計測システム（１）は、第２の態様において、第３取得部（１３）と、係数演算部（１５）と、を更に備える。第３取得部（１３）は、第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）の各々を含む駆動系（Ａ１）における振動についての周波数特性に関する第３情報を取得する。係数演算部（１５）は、第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）の各々の負荷質量

と、第３情報とに基づいて、補正係数を演算する。

[0308] 上記の態様によれば、位置補正量に関する精度が更に良くなり、軸間の干渉により起こり得る影響をより抑制できる。

[0309] 第４の態様に係る計測システム（１）は、第２の態様において、補正係数を演算する係数演算部（１５）を更に備える。試験動作は、第１主軸（Ｙ１）と第２主軸（Ｙ２）との間で所定の移動量だけずれが生じるように異なる位置指令を与えて第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）が同期して指定の位置に移動する特定試験動作を更に含む。係数演算部（１５）は、特定試験動作中の第１の力及び第２の力に関する第４情報、及び所定の移動量に基づき、補正係数を演算する。

[0310] 上記の態様によれば、位置補正量に関する精度が更に良くなり、軸間の干渉により起こり得る影響をより抑制できる。

[0311] 第５の態様に係る計測システム（１）は、第４の態様において、試験動作が、同じ位置指令を与えて第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）が同期して指定の位置に移動する基準試験動作を更に含む。係数演算部（１５）は、第４情報、所定の移動量、及び、基準試験動作中の第１の力及び第２の力に関する第５情報に基づき、補正係数を演算する。

[0312] 上記の態様によれば、位置補正量に関する精度が更に良くなり、軸間の干渉により起こり得る影響をより抑制できる。

[0313] 第６の態様に係る計測システム（１）は、第５の態様において、第４情報が、特定試験動作中の同一の時間での第１の力及び第２の力の差分値である特定差分値に関する情報を含む。第５情報は、基準試験動作中の同一の時間での第１の力及び第２の力の差分値である基準差分値に関する情報を含む。係数演算部（１５）は、基準差分値に対する特定差分値の変化量、及び所定の移動量に基づき、補正係数を演算する。

[0314] 上記の態様によれば、位置補正量に関する精度が更に良くなり、軸間の干渉により起こり得る影響をより抑制できる。

[0315] 第７の態様に係る計測システム（１）は、第１～第６の態様のいずれか１

つにおいて、算出部（１４）が、第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）のいずれか一方の位置を基準にして、他方の位置補正量を算出する。

[0316] 上記の態様によれば、第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）の位置とは別に基準となる位置を設定する場合に比べて、位置補正量を算出が容易となる。

[0317] 第８の態様に係る計測システム（１）は、第１～第７の態様のいずれか１つにおいて、処理部（７１）を更に備える。処理部（７１）は、試験動作に適用されるパラメータとして、試験動作の始点、試験動作の終点、及び、始点から終点の間において位置補正量を算出する点数である補正点数を取得する。処理部（７１）は、補正点数、始点、及び終点から補正間隔を演算する。

[0318] 上記の態様によれば、例えばユーザが補正点数を指定する場合、位置補正量のデータを記憶させるために必要となる（記憶部５等の）メモリ量がどの程度増えるのか、メモリ量を基準とした設計が保証されることになる。

[0319] 第９の態様に係る計測システム（１）は、第１～第７の態様のいずれか１つにおいて、処理部（７１）を更に備える。処理部（７１）は、少なくとも位置補正量を含むデータを表示部（７０）に表示させる。処理部（７１）は、表示部（７０）の画面上で特定の単位で表示されるデータの数値が、選択操作に応じて選択された別の単位で表示されるように表示単位の変換を行う。

[0320] 上記の態様によれば、ユーザがより直感的に理解しやすい数値で設定条件や測定結果等の確認ができる。

[0321] 第１０の態様に係る計測システム（１）は、第１～第７の態様のいずれか１つにおいて、処理部（７１）を更に備える。処理部（７１）は、少なくとも位置補正量を含むデータを表示部（７０）に表示させる。処理部（７１）は、データを選択操作に応じて選択された表示形式で表示させる。表示形式は、表形式、図形式、チャート形式、及びヒストグラム形式のいずれかである。

[0322] 上記の態様によれば、ユーザは、データをより確認し易くなる。

[0323] 第１１の態様に係る計測システム（１）は、第１～第７の態様のいずれか１つにおいて、処理部（７１）と、記憶部（７３）と、を更に備える。処理部（７１）は、少なくとも位置補正量を含むデータを表示部（７０）に表示させる。記憶部（７３）は、データを試験動作の実行ごとに履歴情報として記憶する。処理部（７１）は、記憶部（７３）に記憶されている過去の複数のデータのうち、選択操作に応じて選択された２つ以上のデータを互いに比較可能な態様で表示させる。

[0324] 上記の態様によれば、ユーザは、位置補正量を含む過去の２つ以上のデータを比較し易くなる。

[0325] 第１２の態様に係る計測システム（１）は、第１１の態様において、処理部（７１）が、２つ以上のデータを選択操作に応じて選択された表示形式で表示させる。表示形式は、表形式、図形式、チャート形式、及びヒストグラム形式のいずれかである。

[0326] 上記の態様によれば、ユーザは、位置補正量を含む過去の２つ以上のデータをより比較し易くなる。

[0327] 第１３の態様に係る制御装置（Ｃ１）は、第１～第１２の態様のいずれか１つにおける計測システム（１）から位置指令が入力される第１制御部（３１）及び第２制御部（３２）のいずれか一方の制御部（３）を備える。制御部（３）は、位置指令に基づき、第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）のうち対応する主軸が指定の位置に移動する試験動作を行うように、第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）のうち対応するモータの制御を実行する。制御装置（Ｃ１）は、第１出力部（４１）と、第２出力部（４２）と、を更に備える。第１出力部（４１）は、試験動作中の主軸に掛かる力に関する第１情報を出力する。第２出力部（４２）は、試験動作中のモータの位置に関する第２情報を出力する。

[0328] 上記の態様によれば、軸間の干渉により起こり得る影響の抑制を図れる制御装置（Ｃ１）を提供できる。

[0329] 第１４の態様に係る制御装置（Ｃ１）は、第１～第１２の態様のいずれか１つにおける計測システム（１）から位置指令が入力される第１制御部（３１）及び第２制御部（３２）のいずれか一方の制御部（３）を備える。制御装置（Ｃ１）は、計測システム（１）における指令部（１０）、第１取得部（１１）、第２取得部（１２）、及び算出部（１４）に関する機能のうち、少なくとも一部の機能を有する。

[0330] 上記の態様によれば、軸間の干渉により起こり得る影響の抑制を図れる制御装置（Ｃ１）を提供できる。

[0331] 第１５の態様に係る制御装置（Ｃ１）は、第１～第１２の態様のいずれか１つにおける計測システム（１）から位置指令が入力される第１制御部（３１）及び第２制御部（３２）のいずれか一方の制御部（３）を備える。制御装置（Ｃ１）は、算出部（１４）で算出された位置補正量を含む補正情報を記憶する記憶部（５）を更に備える。制御部（３）は、試験動作、又は通常の稼働動作において、記憶部（５）に記憶されている補正情報に基づいて、第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）のうち対応するモータの制御を実行する。

[0332] 上記の態様によれば、軸間の干渉により起こり得る影響の抑制を図れる制御装置（Ｃ１）を提供できる。

[0333] 第１６の態様に係る計測方法は、同期駆動システム（２）に適用される位置補正量の測定を行う。同期駆動システム（２）は、第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）と、第１制御部（３１）及び第２制御部（３２）と、を備える。第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）は、副軸（Ｘ１）を介して互いに平行に連結されている。第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）は、第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）をそれぞれ有する。第１制御部（３１）及び第２制御部（３２）は、第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）が同期して軸方向（Ｄ１）に移動するように第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）をそれぞれ制御する。計測方法は、指令処理ステップと、第１取得処理ステップと、第２取得処理ステップと、算出処理ステップと、を含

む。指令処理ステップでは、第１制御部（３１）及び第２制御部（３２）に同じ位置指令を与えて、第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）が同期して指定の位置に移動する試験動作を行うように第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）の制御を実行させる。第１取得処理ステップでは、試験動作中の第１主軸（Ｙ１）に掛かる第１の力及び第２主軸（Ｙ２）に掛かる第２の力に関する第１情報を取得する。第２取得処理ステップでは、試験動作中の第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）の位置に関する第２情報を取得する。算出処理ステップでは、第１情報、及び第２情報に基づき、第１主軸（Ｙ１）及び第２主軸（Ｙ２）の間の位置ずれを補正するように、第１モータ（Ｍ１）及び第２モータ（Ｍ２）の少なくとも一方の位置補正量を算出する。

[0334] 上記の態様によれば、軸間の干渉により起こり得る影響の抑制を図れる計測方法を提供できる。

[0335] 第１７の態様に係るプログラムは、１以上のプロセッサに、第１６の態様における計測方法を実行させるためのプログラムである。

[0336] 上記の態様によれば、軸間の干渉により起こり得る影響の抑制を図れる機能を提供できる。

[0337] 第２～１２の態様に係る構成については、計測システム（１）に必須の構成ではなく、適宜省略可能である。

産業上の利用可能性

[0338] 本開示の計測システム、制御装置、計測方法、及びプログラムによれば、軸間の干渉により起こり得る影響の抑制を図ることができる。そのため、開示の計測システム、制御装置、計測方法、及びプログラムは、産業上有用である。

符号の説明

[0339] １　計測システム

１０　指令部

１１　第１取得部

１２　第２取得部

１３　第３取得部

１４　算出部

１５　係数演算部

２　同期駆動システム

３　制御部

３１　第１制御部

３２　第２制御部

４１　第１出力部

４２　第２出力部

５　記憶部

５１　第１記憶部

５２　第２記憶部

５３　電力変換部

７０　表示部

７１　処理部

７３　記憶部

Ａ１　駆動系

Ａ１１　第１駆動系

Ａ１２　第２駆動系

Ｃ１　制御装置

Ｄ１　軸方向

Ｍ１　第１モータ

Ｍ２　第２モータ

Ｐ１、Ｐ２　処理部

Ｘ１　副軸

Ｙ１　第１主軸

Ｙ２　第２主軸

請求の範囲

[請求項1] 副軸を介して互いに平行に連結されて第１モータ及び第２モータをそれぞれ有する第１主軸及び第２主軸と、前記第１主軸及び前記第２主軸が同期して軸方向に移動するように前記第１モータ及び前記第２モータをそれぞれ制御する第１制御部及び第２制御部と、を備える同期駆動システムに適用される位置補正量の測定を行う測定システムであって、

前記第１制御部及び前記第２制御部に同じ位置指令を与えて、前記第１主軸及び前記第２主軸が同期して指定の位置に移動する試験動作を行うように前記第１モータ及び前記第２モータの制御を実行させる指令部と、

前記試験動作中の前記第１主軸に掛かる第１の力及び前記第２主軸に掛かる第２の力に関する第１情報を取得する第１取得部と、

前記試験動作中の前記第１モータ及び前記第２モータの位置に関する第２情報を取得する第２取得部と、

前記第１情報、及び前記第２情報に基づき、前記第１主軸及び前記第２主軸の間の位置ずれを補正するように、前記第１モータ及び前記第２モータの少なくとも一方の前記位置補正量を算出する算出部と、を備える、

計測システム。

[請求項2] 前記算出部は、同一の時間での前記第１の力及び前記第２の力の差分値を求め、当該差分値に補正係数を乗算して前記位置補正量を算出する、

請求項１に記載の計測システム。

[請求項3] 前記第１モータ及び前記第２モータの各々を含む駆動系における振動についての周波数特性に関する第３情報を取得する第３取得部と、

前記第１主軸及び前記第２主軸の各々の負荷質量と、前記第３情報とに基づいて、前記補正係数を演算する係数演算部と、を更に備える

、

請求項２に記載の計測システム。

[請求項4] 前記補正係数を演算する係数演算部を更に備え、

前記試験動作は、前記第１主軸と前記第２主軸との間で所定の移動量だけずれが生じるように異なる位置指令を与えて前記第１主軸及び前記第２主軸が同期して指定の位置に移動する特定試験動作を更に含み、

前記係数演算部は、前記特定試験動作中の前記第１の力及び前記第２の力に関する第４情報、及び前記所定の移動量に基づき、前記補正係数を演算する、

請求項２に記載の計測システム。

[請求項5] 前記試験動作は、同じ位置指令を与えて前記第１主軸及び前記第２主軸が同期して指定の位置に移動する基準試験動作を更に含み、

前記係数演算部は、前記第４情報、前記所定の移動量、及び、前記基準試験動作中の前記第１の力及び前記第２の力に関する第５情報に基づき、前記補正係数を演算する、

請求項４に記載の計測システム。

[請求項6] 前記第４情報は、前記特定試験動作中の同一の時間での前記第１の力及び前記第２の力の差分値である特定差分値に関する情報を含み、

前記第５情報は、前記基準試験動作中の同一の時間での前記第１の力及び前記第２の力の差分値である基準差分値に関する情報を含み、

前記係数演算部は、前記基準差分値に対する前記特定差分値の変化量、及び前記所定の移動量に基づき、前記補正係数を演算する、

請求項５に記載の計測システム。

[請求項7] 前記算出部は、前記第１モータ及び前記第２モータのいずれか一方の位置を基準にして、他方の前記位置補正量を算出する、

請求項１に記載の計測システム。

[請求項8] 前記試験動作に適用されるパラメータとして、前記試験動作の始点

、前記試験動作の終点、及び、前記始点から前記終点の間において前記位置補正量を算出する点数である補正点数を取得する処理部を更に備え、

前記処理部は、前記補正点数、前記始点、及び前記終点から補正間隔を演算する、

請求項１に記載の計測システム。

[請求項9] 少なくとも前記位置補正量を含むデータを表示部に表示させる処理部を更に備え、

前記処理部は、前記表示部の画面上で特定の単位で表示される前記データの数値が、選択操作に応じて選択された別の単位で表示されるように表示単位の変換を行う、

請求項１に記載の計測システム。

[請求項10] 少なくとも前記位置補正量を含むデータを表示部に表示させる処理部を更に備え、

前記処理部は、前記データを選択操作に応じて選択された表示形式で表示させ、

前記表示形式は、表形式、図形式、チャート形式、及びヒストグラム形式のいずれかである、

請求項１に記載の計測システム。

[請求項11] 少なくとも前記位置補正量を含むデータを表示部に表示させる処理部と、

前記データを前記試験動作の実行ごとに履歴情報として記憶する記憶部と、を更に備え、

前記処理部は、前記記憶部に記憶されている過去の複数の前記データのうち、選択操作に応じて選択された２つ以上の前記データを互いに比較可能な態様で表示させる、

請求項１に記載の計測システム。

[請求項12] 前記処理部は、２つ以上の前記データを選択操作に応じて選択され

た表示形式で表示させ、

前記表示形式は、表形式、図形式、チャート形式、及びヒストグラム形式のいずれかである、

請求項１１に記載の計測システム。

[請求項13] 請求項１に記載の計測システムから前記位置指令が入力される前記第１制御部及び前記第２制御部のいずれか一方の制御部を備える制御装置であって、

前記制御部は、前記位置指令に基づき、前記第１主軸及び前記第２主軸のうち対応する主軸が前記指定の位置に移動する前記試験動作を行うように、前記第１モータ及び前記第２モータのうち対応するモータの制御を実行し、

前記制御装置は、

前記試験動作中の前記主軸に掛かる力に関する前記第１情報を出力する第１出力部と、

前記試験動作中の前記モータの位置に関する前記第２情報を出力する第２出力部と、

を更に備える、

制御装置。

[請求項14] 請求項１に記載の計測システムから前記位置指令が入力される前記第１制御部及び前記第２制御部のいずれか一方の制御部を備える制御装置であって、

前記計測システムにおける前記指令部、前記第１取得部、前記第２取得部、及び前記算出部に関する機能のうち、少なくとも一部の機能を有する、

制御装置。

[請求項15] 請求項１に記載の計測システムから前記位置指令が入力される前記第１制御部及び前記第２制御部のいずれか一方の制御部を備える制御装置であって、

前記算出部で算出された前記位置補正量を含む補正情報を記憶する記憶部を更に備え、

前記制御部は、前記試験動作、又は通常の稼働動作において、前記記憶部に記憶されている前記補正情報に基づいて、前記第１モータ及び前記第２モータのうち対応するモータの制御を実行する、

制御装置。

[請求項16] 副軸を介して互いに平行に連結されて第１モータ及び第２モータをそれぞれ有する第１主軸及び第２主軸と、前記第１主軸及び前記第２主軸が同期して軸方向に移動するように前記第１モータ及び前記第２モータをそれぞれ制御する第１制御部及び第２制御部と、を備える同期駆動システムに適用される位置補正量の測定を行う測定方法であって、

前記第１制御部及び前記第２制御部に同じ位置指令を与えて、前記第１主軸及び前記第２主軸が同期して指定の位置に移動する試験動作を行うように前記第１モータ及び前記第２モータの制御を実行させる指令処理ステップと、

前記試験動作中の前記第１主軸に掛かる第１の力及び前記第２主軸に掛かる第２の力に関する第１情報を取得する第１取得処理ステップと、

前記試験動作中の前記第１モータ及び前記第２モータの位置に関する第２情報を取得する第２取得処理ステップと、

前記第１情報、及び前記第２情報に基づき、前記第１主軸及び前記第２主軸の間の位置ずれを補正するように、前記第１モータ及び前記第２モータの少なくとも一方の前記位置補正量を算出する算出処理ステップと、

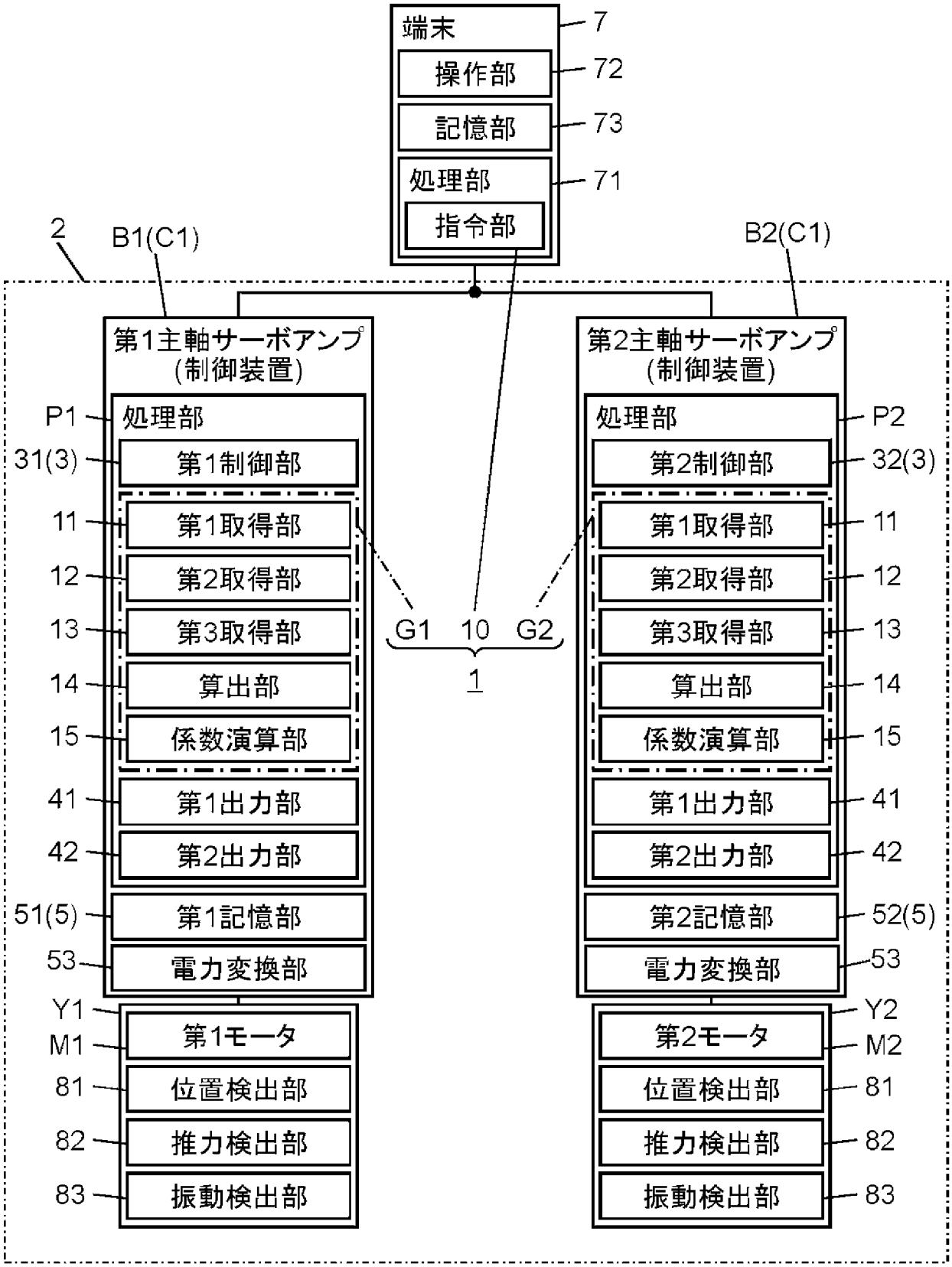
を含む、

計測方法。

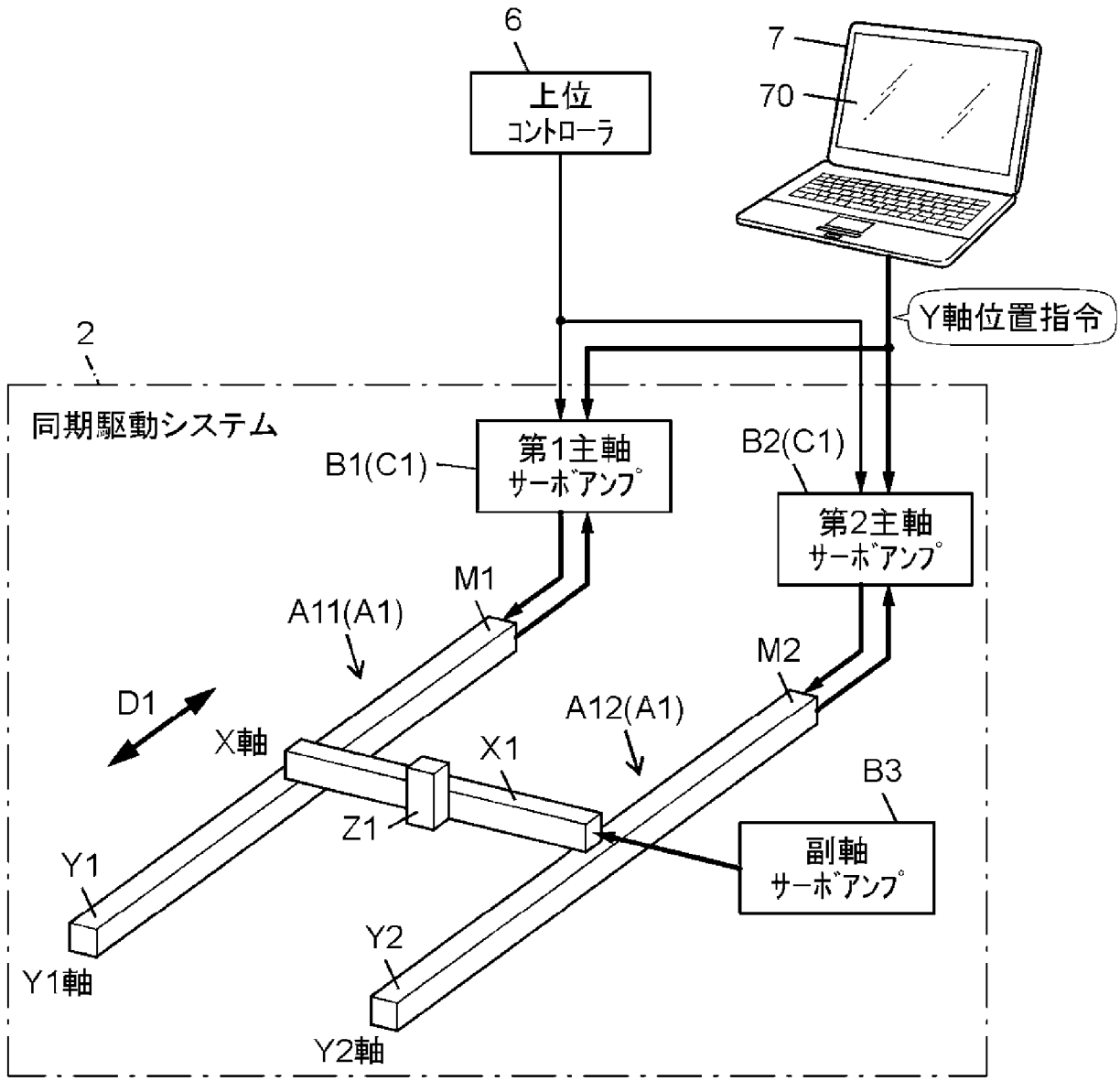
[請求項17] １以上のプロセッサに、請求項１６に記載の計測方法を実行させる

ためのプログラム。

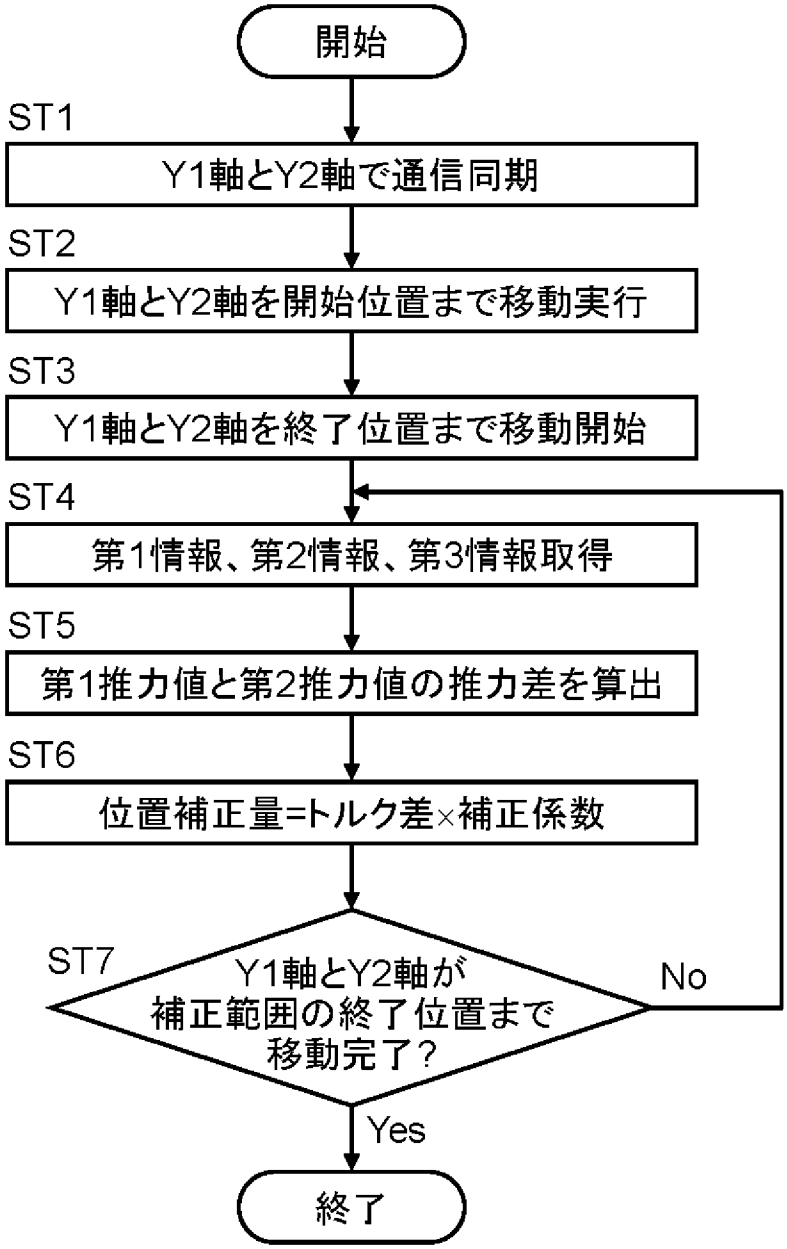
[図1]


端末
7
操作部
72
記憶部
73
処理部
71
指令部
2
B1(C1)
B2(C1)
第1主軸サーボアンプ
(制御装置)
第2主軸サーボアンプ
(制御装置)
P1
処理部
P2
31(3)
第1制御部
32(3)
11
第1取得部
11
12
第2取得部
12
13
第3取得部
13
G1
10
G2
1
14
算出部
14
15
係数演算部
15
41
第1出力部
41
42
第2出力部
42
51(5)
第1記憶部
第2記憶部
52(5)
53
電力変換部
53
Y1
第1モータ
Y2
M1
第2モータ
M2
81
位置検出部
81
82
推力検出部
82
83
振動検出部
83

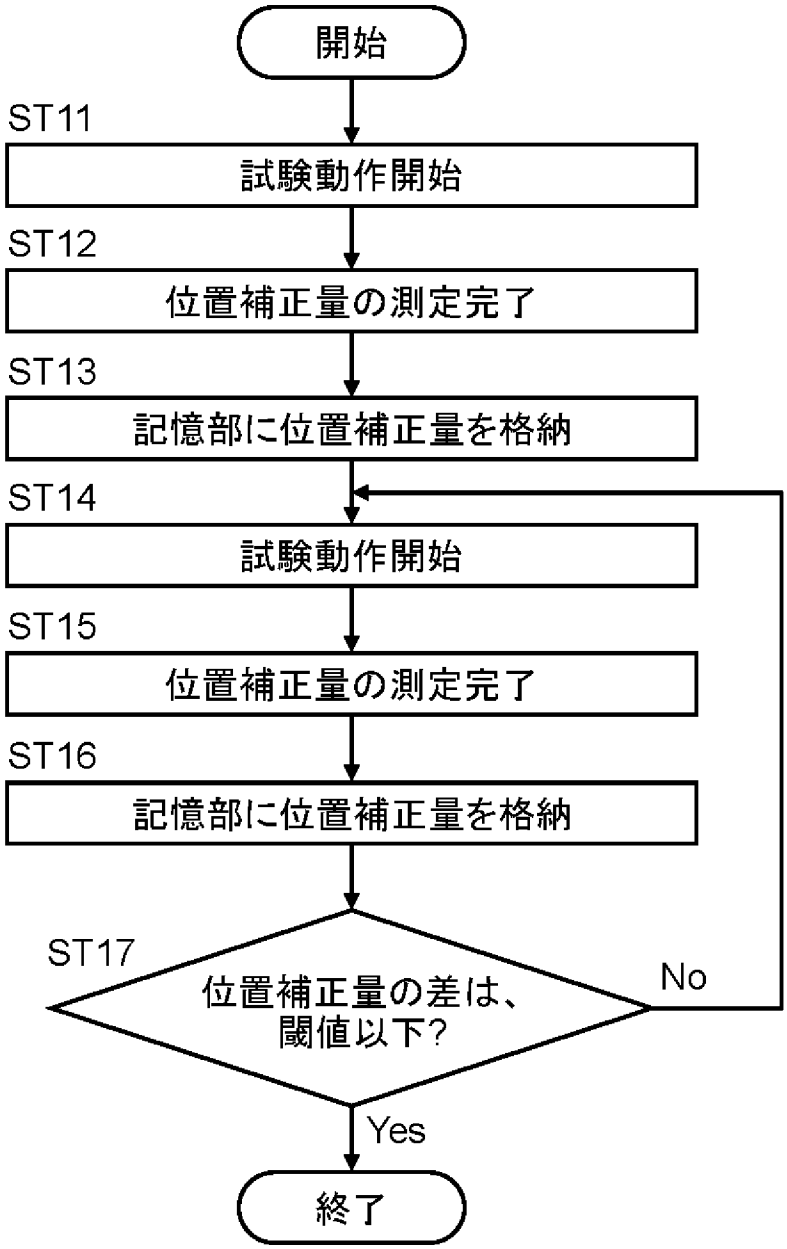
[図2]


6
上位
コントローラ
7
70
Y軸位置指令
2
同期駆動システム
B1(C1)
第1主軸
サーボアンプ
B2(C1)
第2主軸
サーボアンプ
M1
A11(A1)
M2
A12(A1)
D1
X軸
X1
Z1
B3
副軸
サーボアンプ
Y1
Y1軸
Y2
Y2軸

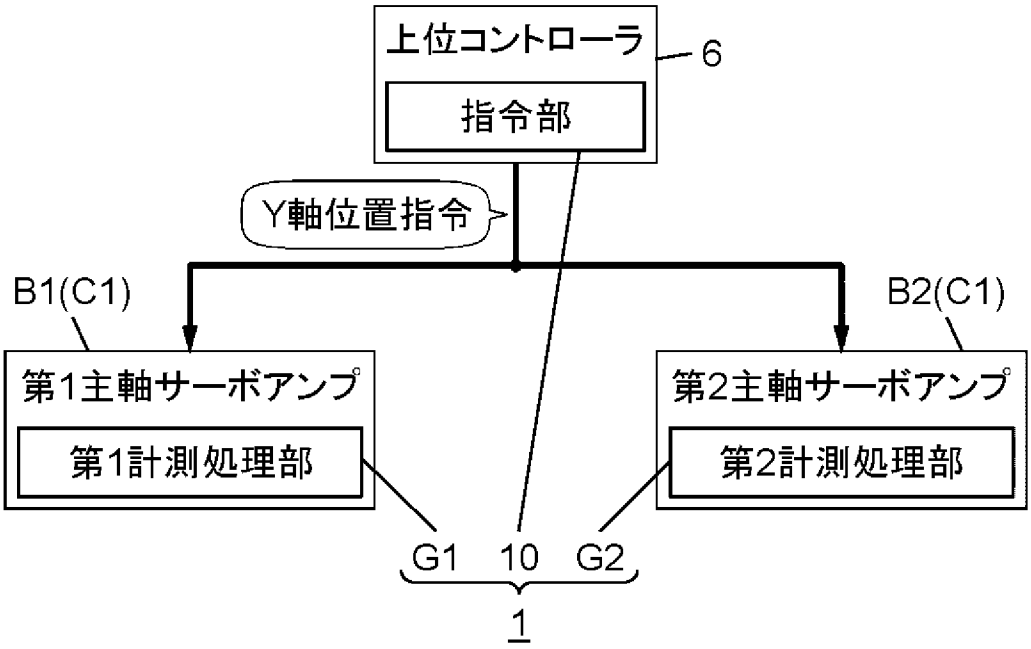
[図3]


開始
ST1
Y1軸とY2軸で通信同期
ST2
Y1軸とY2軸を開始位置まで移動実行
ST3
Y1軸とY2軸を終了位置まで移動開始
ST4
第1情報、第2情報、第3情報取得
ST5
第1推力値と第2推力値の推力差を算出
ST6
位置補正量=トルク差×補正係数
ST7
Y1軸とY2軸が
補正範囲の終了位置まで
移動完了？
No
Yes
終了

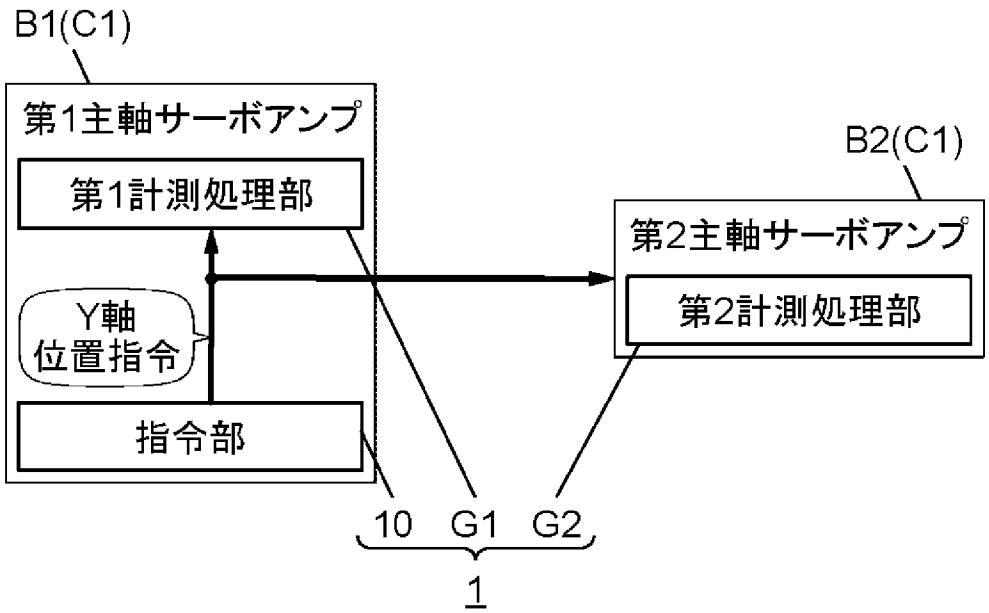
[図4]


開始
ST11
試験動作開始
ST12
位置補正量の測定完了
ST13
記憶部に位置補正量を格納
ST14
試験動作開始
ST15
位置補正量の測定完了
ST16
記憶部に位置補正量を格納
ST17
位置補正量の差は、
閾値以下?
No
Yes
終了

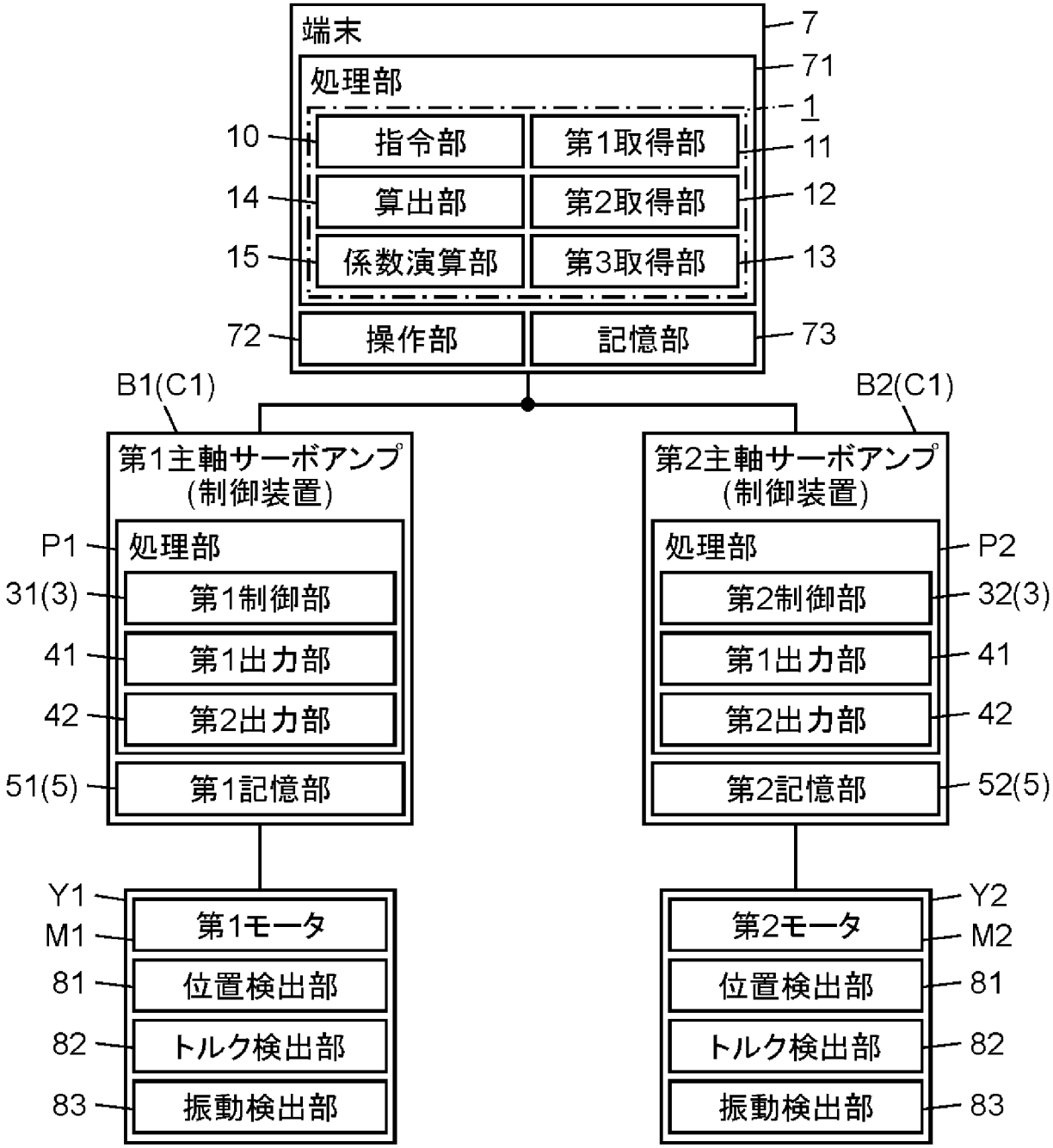
[図5]


上位コントローラ
6
指令部
Y軸位置指令
B1(C1)
B2(C1)
第1主軸サーボアンプ
第1計測処理部
第2主軸サーボアンプ
第2計測処理部
G1
10
G2
1

[図6]


B1(C1)
第1主軸サーボアンプ
第1計測処理部
Y軸
位置指令
指令部
B2(C1)
第2主軸サーボアンプ
第2計測処理部
10
G1
G2
1

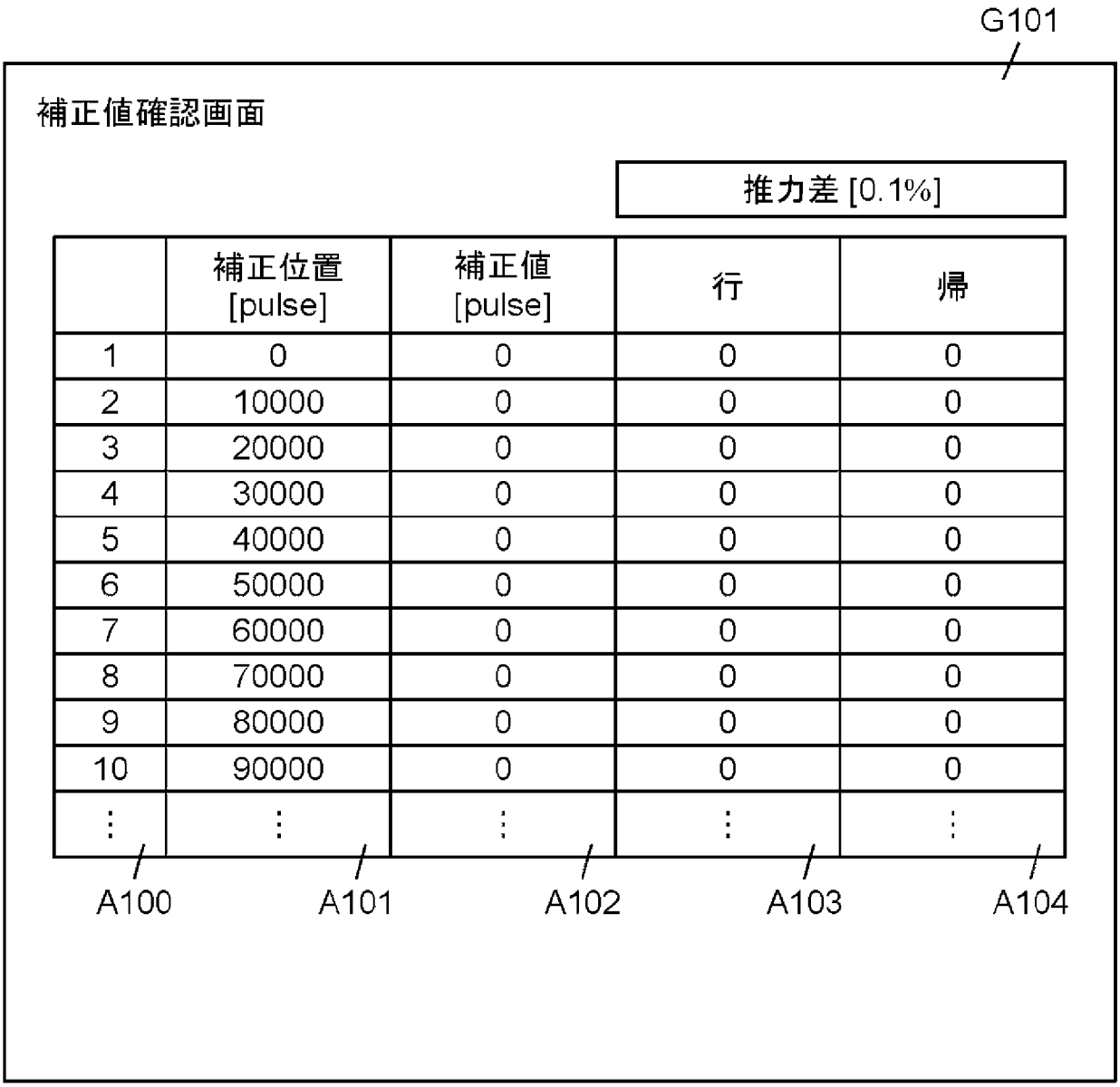
[図7]


端末
7
処理部
71
1
10
指令部
第1取得部
11
14
算出部
第2取得部
12
15
係数演算部
第3取得部
13
72
操作部
記憶部
73
B1(C1)
B2(C1)
第1主軸サーボアンプ
(制御装置)
第2主軸サーボアンプ
(制御装置)
P1
処理部
P2
31(3)
第1制御部
32(3)
41
第1出力部
41
42
第2出力部
42
51(5)
第1記憶部
第2記憶部
52(5)
Y1
M1
第1モータ
Y2
M2
81
位置検出部
81
82
トルク検出部
82
83
振動検出部
83

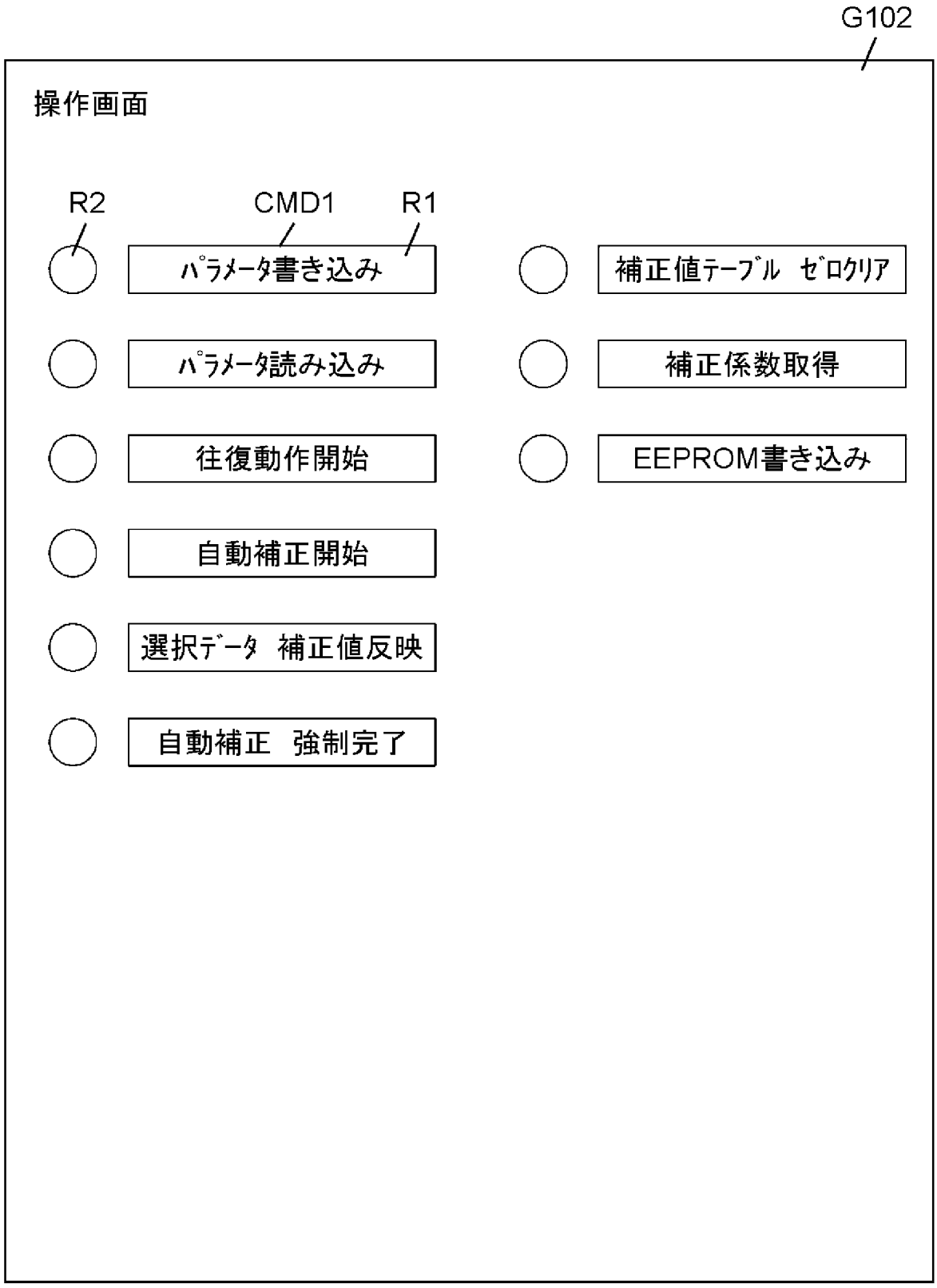
[図8]


開始
ST21
第1主軸(Y1軸)と第2主軸(Y2軸)で通信同期
ST22
基準試験動作を実行
ST23
基準差分値Δt1を演算
ST24
特定試験動作を実行
ST25
位置差Δdを演算
ST26
特定差分値Δt2を演算
ST27
補正係数(Δd/(Δt2-Δt1))を演算
終了

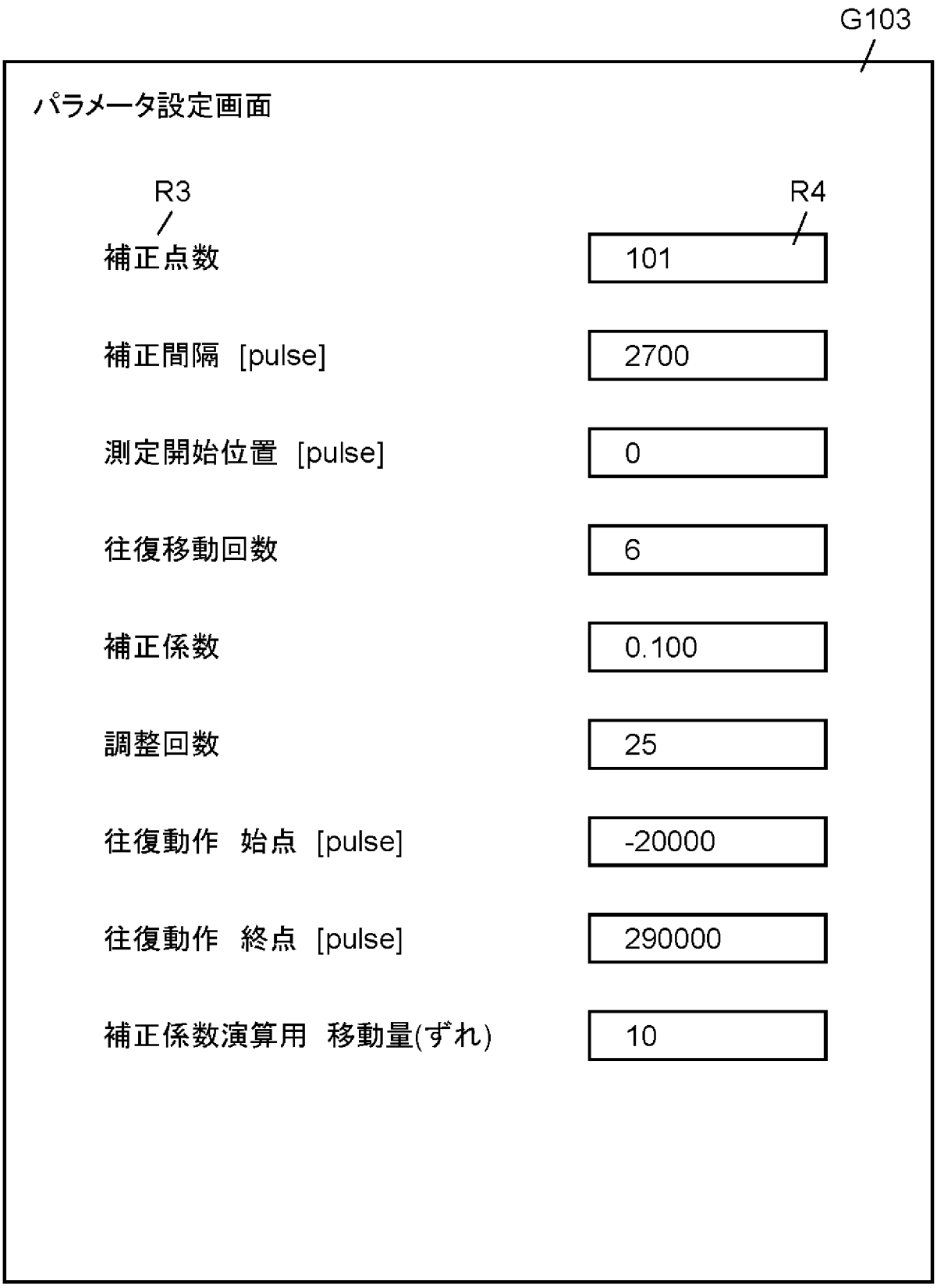
[図9]


G101
補正値確認画面
推力差 [0.1%]
補正位置 [pulse]
補正値 [pulse]
行
帰
1 0 0 0 0
2 10000 0 0 0
3 20000 0 0 0
4 30000 0 0 0
5 40000 0 0 0
6 50000 0 0 0
7 60000 0 0 0
8 70000 0 0 0
9 80000 0 0 0
10 90000 0 0 0
A100
A101
A102
A103
A104

[図10]


G102
操作画面
R2
CMD1
R1
ﾊﾟﾗﾒｰﾀ書き込み
ﾊﾟﾗﾒｰﾀ読み込み
往復動作開始
自動補正開始
選択ﾃﾞｰﾀ 補正値反映
自動補正 強制完了
補正値ﾃｰﾌﾞﾙ ｾﾞﾛｸﾘｱ
補正係数取得
EEPROM書き込み

[図11]


G103
パラメータ設定画面
R3
R4
補正点数
101
補正間隔 [pulse]
2700
測定開始位置 [pulse]
0
往復移動回数
6
補正係数
0.100
調整回数
25
往復動作 始点 [pulse]
-20000
往復動作 終点 [pulse]
290000
補正係数演算用 移動量(ずれ)
10

[図12]

G101

補正値確認画面

推力差 [0.1%]

	補正位置 [pulse]	補正値 [pulse]	行	帰
1	0	-30	-304	-297
2	2700	-36	-370	-351
3	5400	-25	-258	-243
4	8100	-24	-245	-236
5	10800	-31	-315	-306
6	13500	-21	-214	-207
7	16200	-21	-218	-203
8	18900	-25	-256	-245
9	21600	-16	-167	-154
10	24300	-19	-194	-187
11	27000	-17	-171	-170
12	29700	-17	-179	-162
13	32400	-19	-198	-183
14	35100	-21	-216	-205
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

A100 A101 A102 A103 A104

[図13]

G104

推力差値確認画面

推力差　単位[0.1%]

	行・帰の推力差の平均値が大きい方	行の推力差平均	帰の推力差平均	適用するデータ選択
1	528	528	400	
2	222	222	131	
3	123	123	43	
4	79	79	26	
5	0	0	0	
6	0	0	0	
7	0	0	0	
8	0	0	0	
9	0	0	0	
10	0	0	0	
11	0	0	0	
12	0	0	0	
13	0	0	0	
14	0	0	0	
15	0	0	0	
16	0	0	0	
17	0	0	0	
18	0	0	0	
19	0	0	0	
20	0	0	0	
21	0	0	0	
22	0	0	0	
23	0	0	0	
24	0	0	0	
25	0	0	0	

C100 R5 R6 R7 R8

[図14]

G104

推力差値確認画面

推力差　単位[0.1%]

	行・帰の推力差の平均値が大きい方	行の推力差平均	帰の推力差平均	適用するデータ選択
1	528	528	400	
2	222	222	131	
3	123	123	43	
4	79	79	26	
5	63	63	36	
6	56	56	40	
7	53	53	41	
8	51	51	44	
9	48	48	45	
10	48	48	48	
11	46	46	45	
12	48	48	47	
13	46	46	44	
14	45	45	45	
15	45	45	45	
16	45	45	45	
17	46	43	46	
18	0	0	0	
19	0	0	0	
20	0	0	0	
21	0	0	0	
22	0	0	0	
23	0	0	0	
24	0	0	0	
25	0	0	0	

C100 R5 D100 R6 R7 R8

[図15]

G104

推力差値確認画面

推力差　単位[0.1%]

	行・帰の推力差の平均値が大きい方	行の推力差平均	帰の推力差平均	適用するデータ選択
1	528	528	400	
2	222	222	131	
3	123	123	43	
4	79	79	26	
5	63	63	36	
6	56	56	40	
7	53	53	41	
8	51	51	44	
9	48	48	45	
10	48	48	48	
11	46	46	45	
12	48	48	47	
13	46	46	44	
14	45	45	45	
15	45	45	45	
16	45	45	45	
17	46	43	46	
18	45	43	45	
19	44	44	44	選択中
20	46	42	46	
21	46	42	46	
22	0	0	0	
23	0	0	0	
24	0	0	0	
25	0	0	0	

C100 R5 R6 R7 R8

[図16]

G101

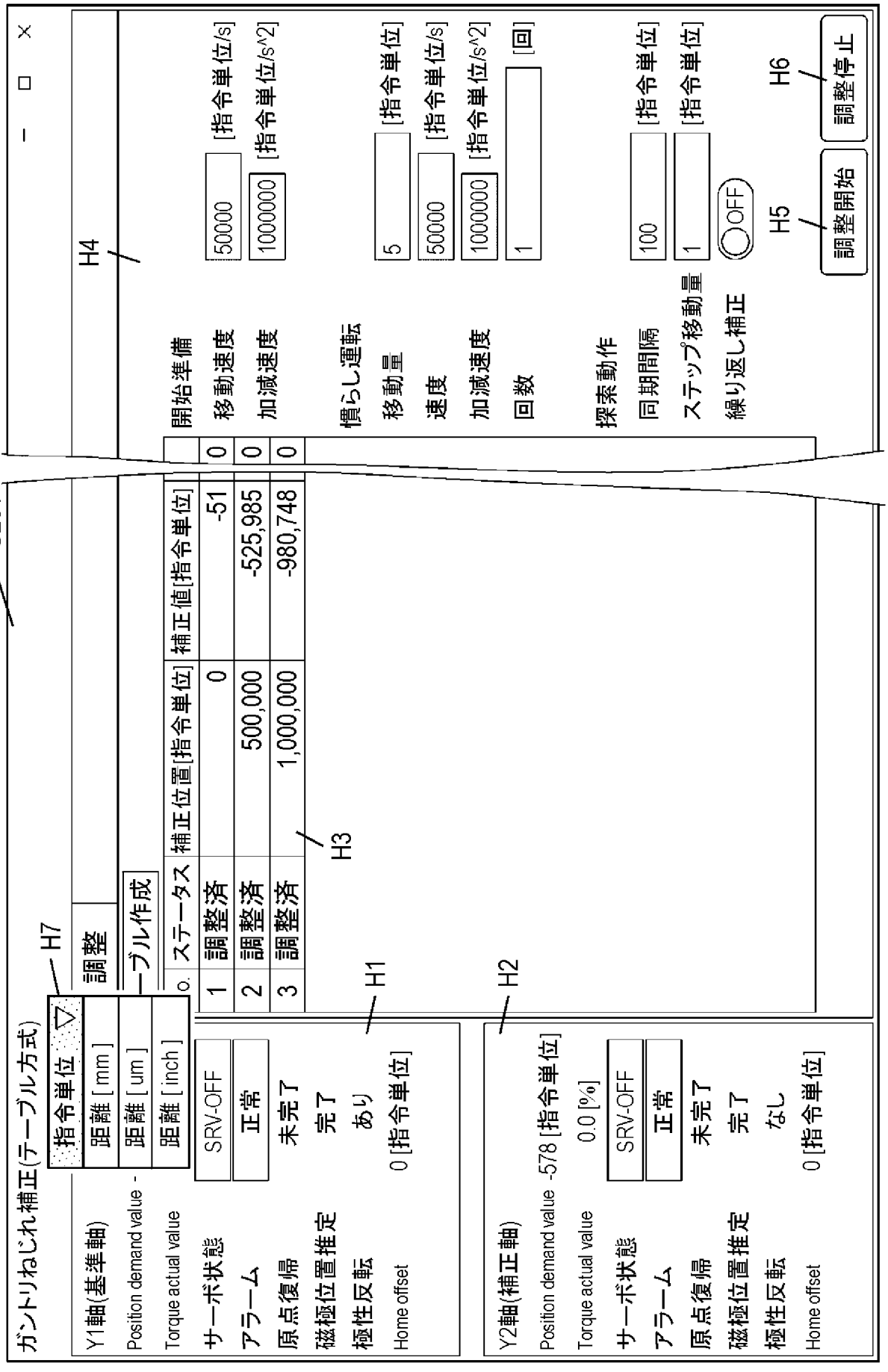
補正値確認画面

推力差 [0.1%]

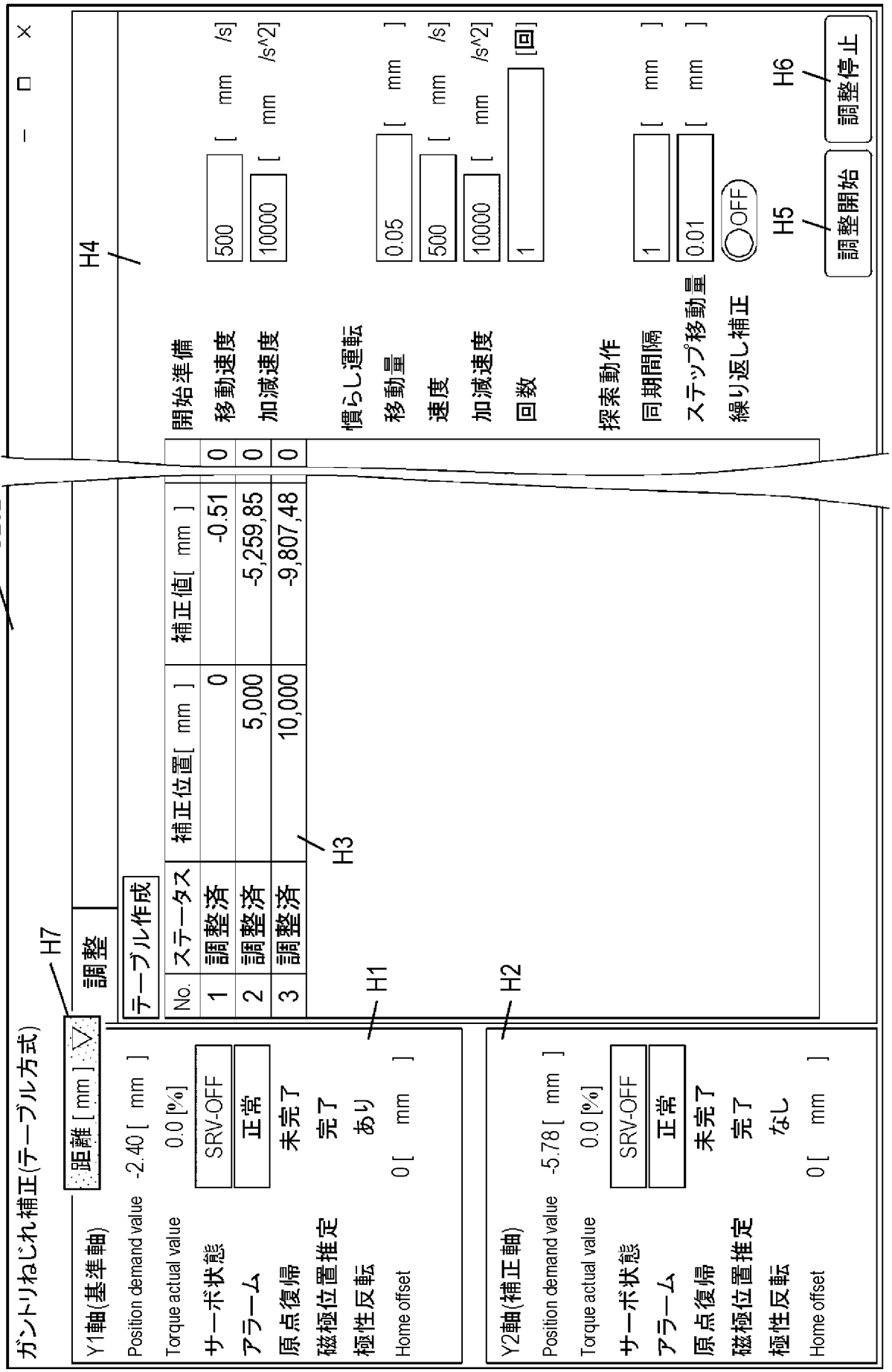
	補正位置 [pulse]	補正値 [pulse]	行	帰
1	0	-33	-331	-330
2	2700	-38	-390	-371
3	5400	-27	-278	-263
4	8100	-20	-204	-197
5	10800	-33	-333	-328
6	13500	-17	-180	-161
7	16200	-18	-190	-171
8	18900	-24	-250	-231
9	21600	-3	-39	-22
10	24300	-17	-180	-161
11	27000	-12	-123	-118
12	29700	-14	-147	-134
13	32400	-17	-180	-161
14	35100	-20	-204	-197
15	37800	-12	-122	-119
16	40500	-20	-210	-191
17	43200	-12	-124	-117
18	45900	-20	-209	-192
19	48600	-19	-192	-189
20	51300	-25	-259	-242
21	54000	-18	-187	-174
22	56700	-28	-284	-277

A100 A101 A102 A103 A104

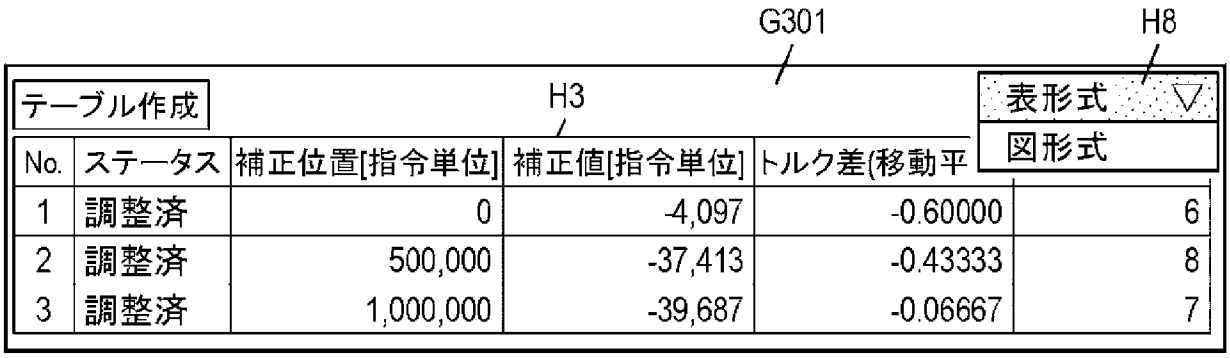
[図17]


G201
ガントリねじれ補正(テーブル方式)
指令単位
H7
調整
テーブル作成
H4
Y1軸(基準軸)
距離[mm]
距離[um]
距離[inch]
Position demand value -
Torque actual value
サーボ状態
アラーム
原点復帰
磁極位置推定
極性反転
Home offset
SRV-OFF
正常
未完了
完了
あり
0 [指令単位]
H1
No.
ステータス
補正位置[指令単位]
補正値[指令単位]
1 調整済 0 -51
2 調整済 500,000 -525,985
3 調整済 1,000,000 -980,748
H3
H2
Y2軸(補正軸)
Position demand value -578 [指令単位]
Torque actual value 0.0 [%]
サーボ状態 SRV-OFF
アラーム 正常
原点復帰 未完了
磁極位置推定 完了
極性反転 なし
Home offset 0 [指令単位]
開始準備
移動速度 0 50000 [指令単位/s]
加減速度 0 1000000 [指令単位/s^2]
慣らし運転
移動量 5 [指令単位]
速度 50000 [指令単位/s]
加減速度 1000000 [指令単位/s^2]
回数 1 [回]
探索動作
同期間隔 100 [指令単位]
ステップ移動量 1 [指令単位]
繰り返し補正 OFF
H5
調整開始
H6
調整停止

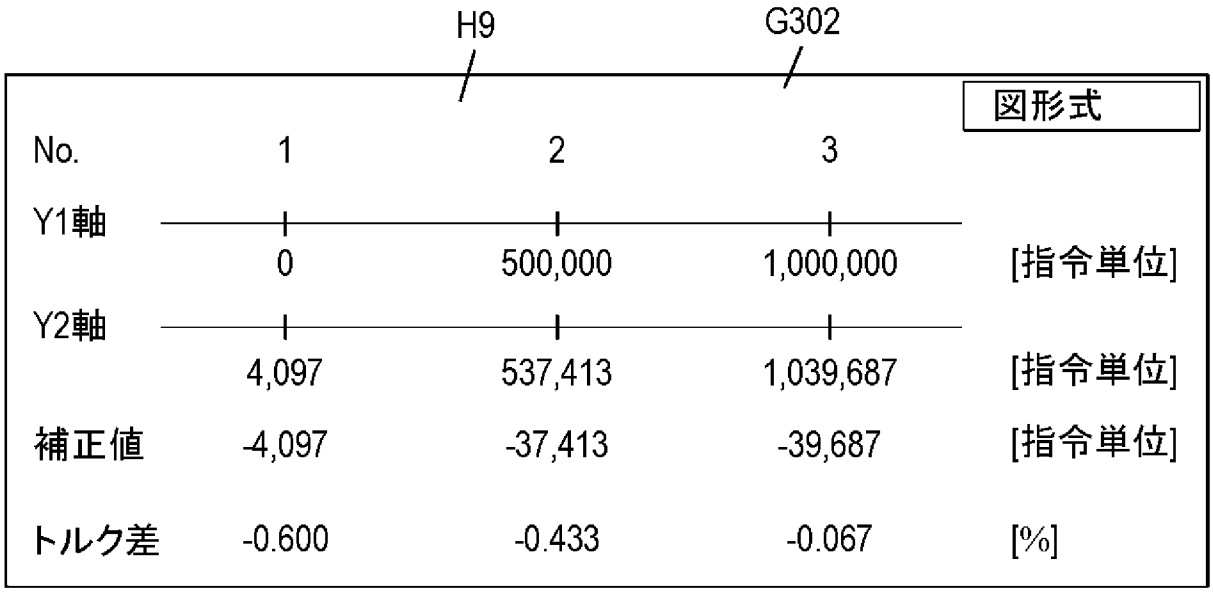
[図18]


G202
ガントリねじれ補正(テーブル方式)
Y1軸(基準軸)
距離 [mm]
調整
Position demand value -2.40 [mm]
Torque actual value 0.0 [%]
サーボ状態 SRV-OFF
アラーム 正常
原点復帰 未完了
磁極位置推定 完了
極性反転 あり
Home offset 0 [mm]
H1
Y2軸(補正軸)
Position demand value -5.78 [mm]
Torque actual value 0.0 [%]
サーボ状態 SRV-OFF
アラーム 正常
原点復帰 未完了
磁極位置推定 完了
極性反転 なし
Home offset 0 [mm]
H2
H7
テーブル作成
No. ステータス 補正位置[mm] 補正値[mm]
1 調整済 0 -0.51
2 調整済 5,000 -5,259,85
3 調整済 10,000 -9,807,48
H3
H4
開始準備 0
移動速度 500 [mm /s]
加減速度 10000 [mm /s^2]
慣らし運転
移動量 0.05 [mm]
速度 500 [mm /s]
加減速度 10000 [mm /s^2]
回数 1 [回]
探索動作
同期間隔 1 [mm]
ステップ移動量 0.01 [mm]
繰り返し補正 OFF
H5
調整開始
調整停止
H6

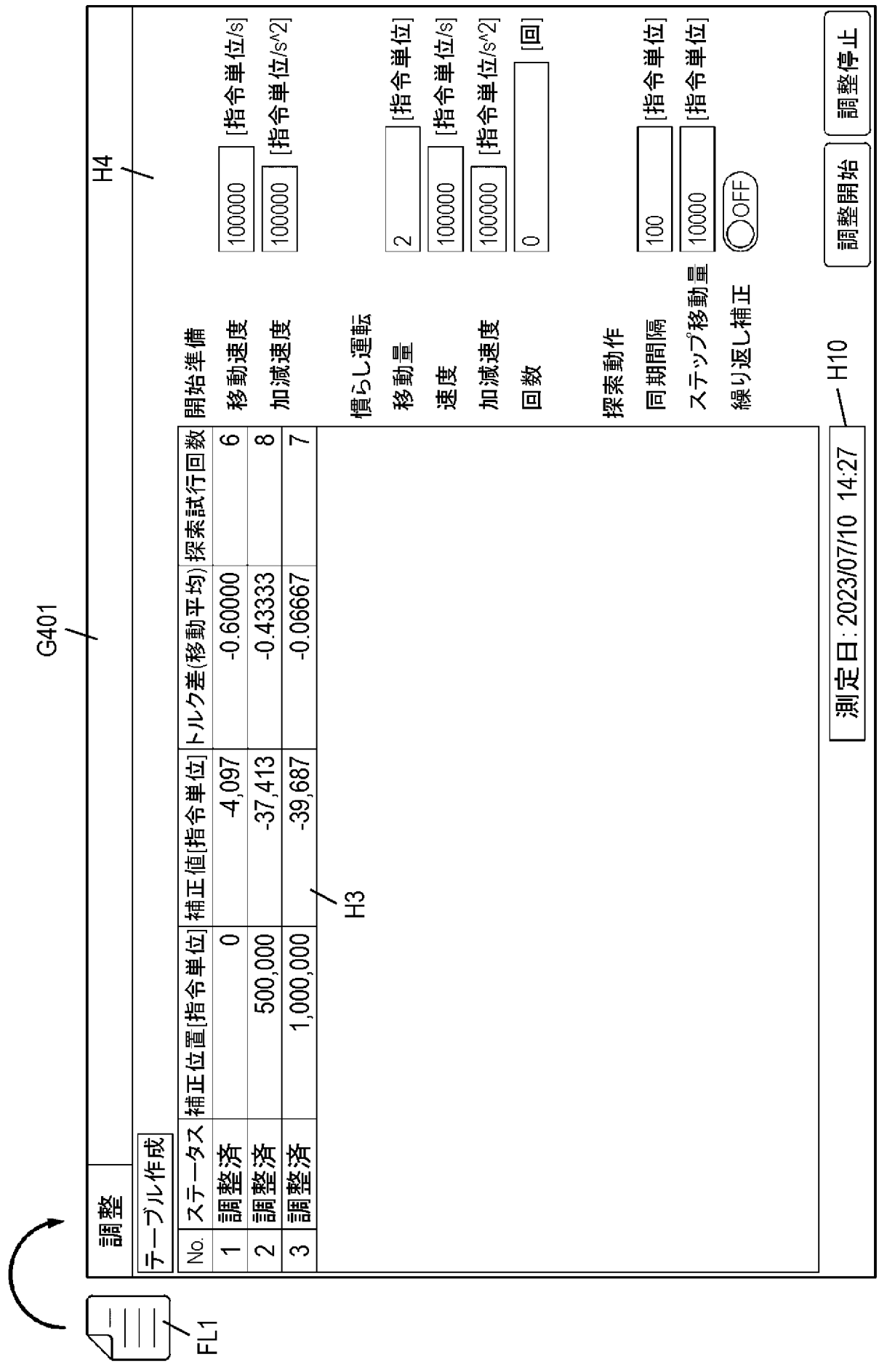
[図19A]


G301
H8
テーブル作成
H3
表形式
図形式
No.
ステータス
補正位置[指令単位]
補正値[指令単位]
トルク差(移動平
1 調整済 0 -4,097 -0.60000 6
2 調整済 500,000 -37,413 -0.43333 8
3 調整済 1,000,000 -39,687 -0.06667 7

[図19B]


H9
G302
図形式
No. 1 2 3
Y1軸
0 500,000 1,000,000 [指令単位]
Y2軸
4,097 537,413 1,039,687 [指令単位]
補正値 -4,097 -37,413 -39,687 [指令単位]
トルク差 -0.600 -0.433 -0.067 [%]

[図20]


FL1
G401
調整
H4
テーブル作成
No.
ステータス
補正位置[指令単位]
補正値[指令単位]
トルク差(移動平均)
探索試行回数
1 調整済 0 -4,097 -0.60000 6
2 調整済 500,000 -37,413 -0.43333 8
3 調整済 1,000,000 -39,687 -0.06667 7
H3
開始準備
移動速度 100000 [指令単位/s]
加減速度 100000 [指令単位/s^2]
慣らし運転
移動量 2 [指令単位]
速度 100000 [指令単位/s]
加減速度 100000 [指令単位/s^2]
回数 0 [回]
探索動作
同期間隔 100 [指令単位]
ステップ移動量 10000 [指令単位]
繰り返し補正 OFF
測定日: 2023/07/10 14:27
H10
調整開始
調整停止

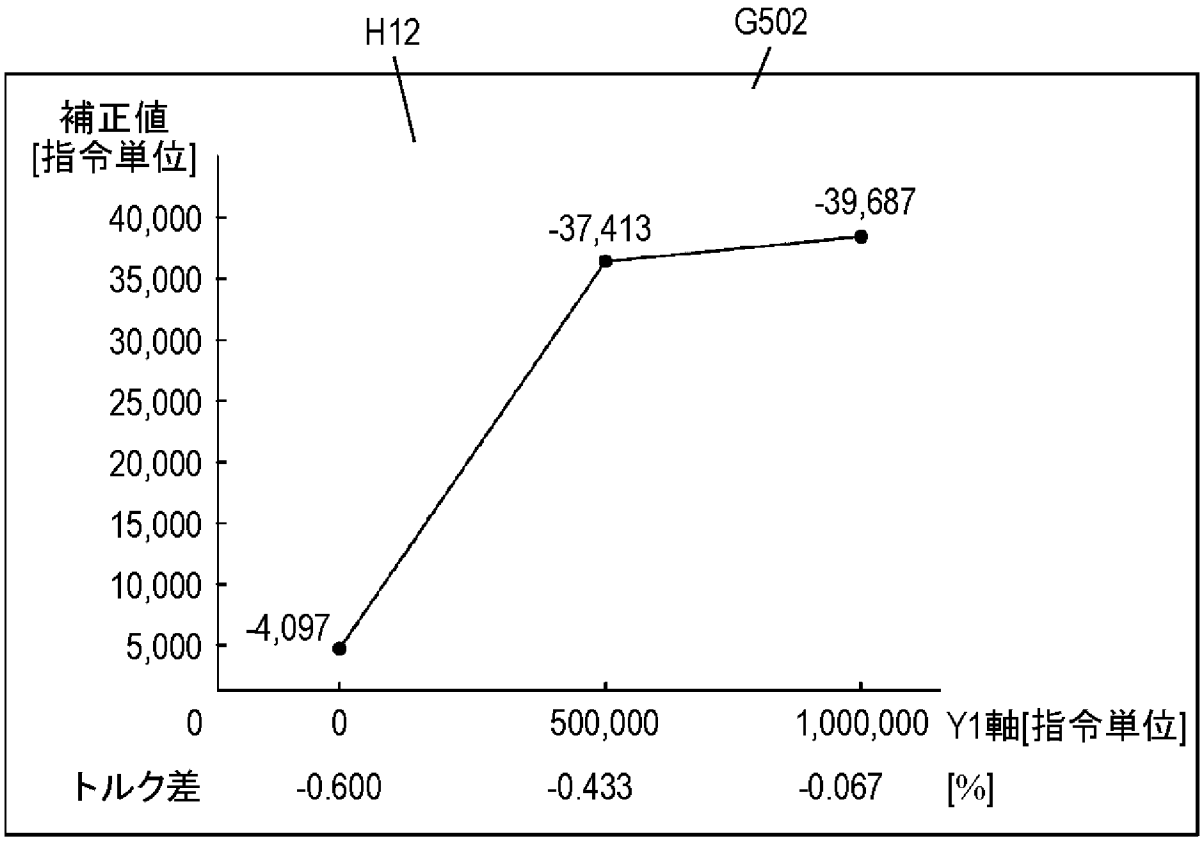
[図21A]

G501 H11

テーブル作成 H3 チャート ▽ ヒストグラム

No.	ステータス	補正位置[指令単位]	補正値[指令単位]	トルク差(移動平	
1	調整済	0	-4,097	-0.60000	6
2	調整済	500,000	-37,413	-0.43333	8
3	調整済	1,000,000	-39,687	-0.06667	7

[図21B]



[図22A]

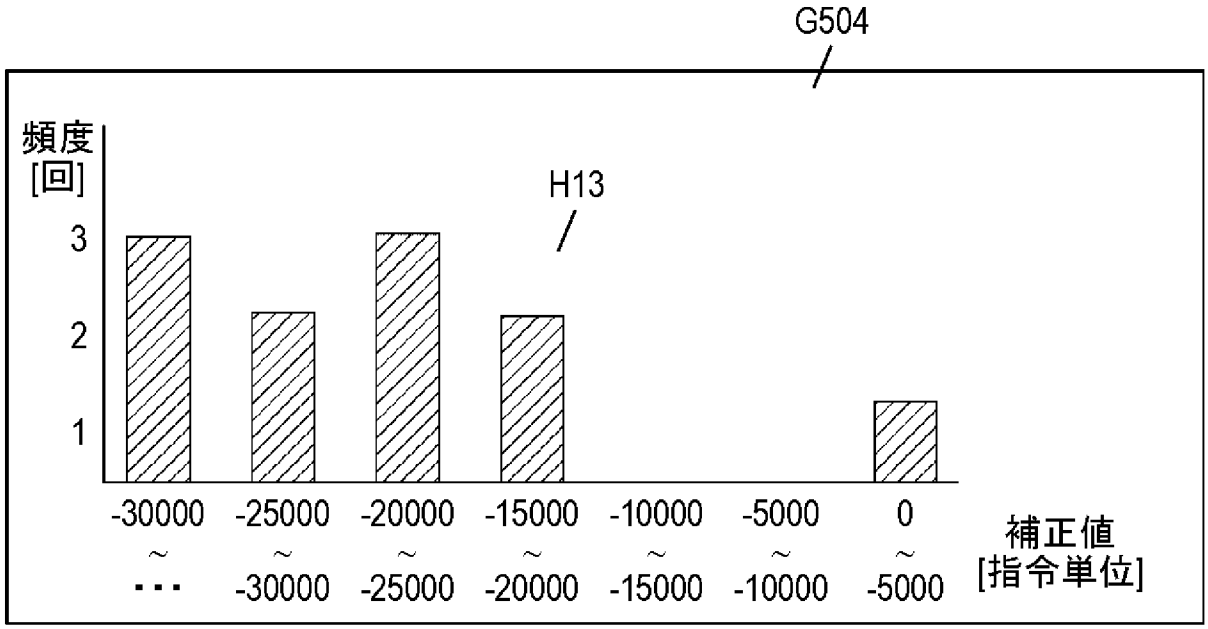
G503 H11

チャート ▽
ヒストグラム

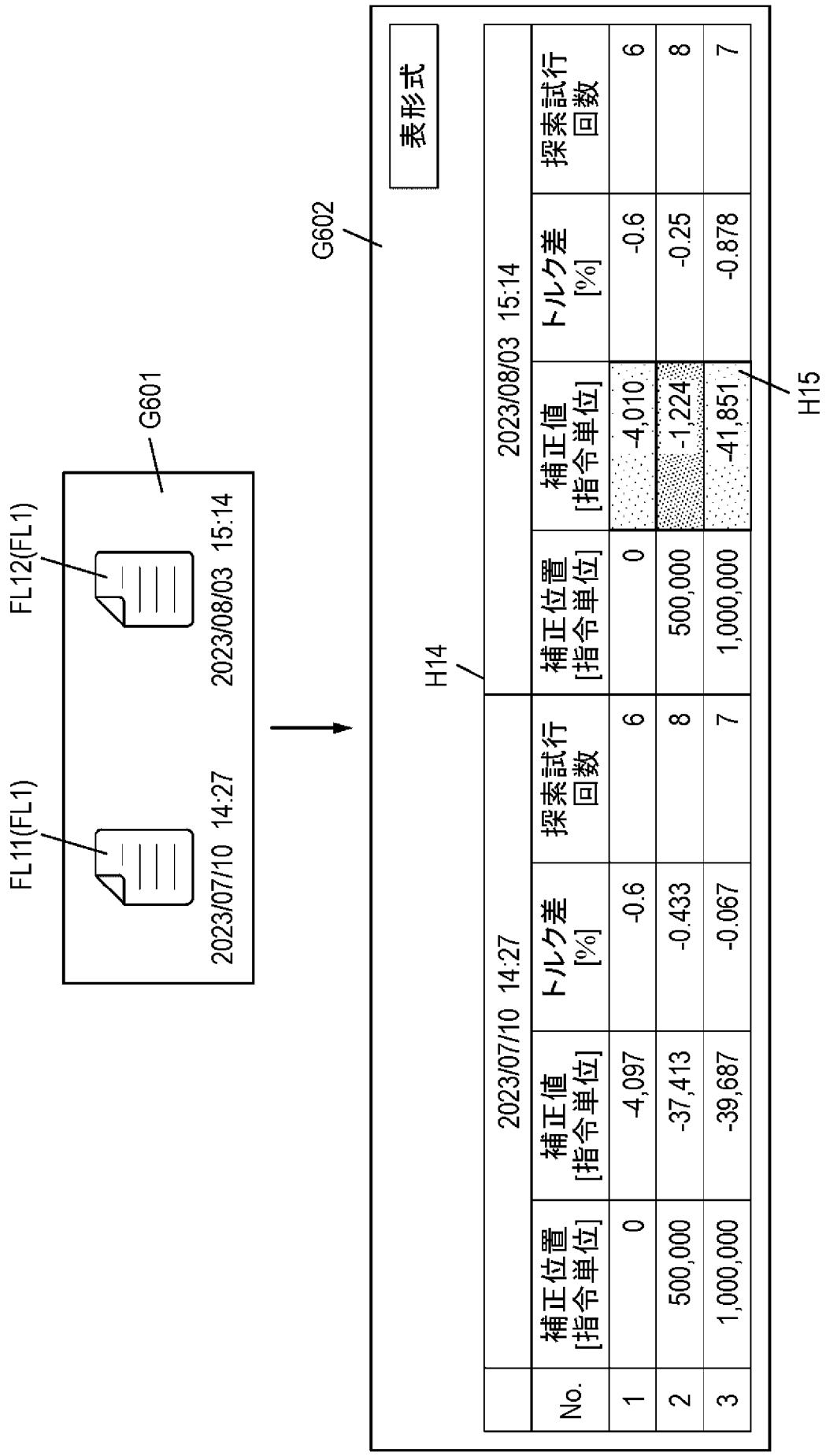
テーブル作成 H3

No.	ステータス	補正位置[指令単位]	補正値[指令単位]	トルク差(移動平均)	探索試行回数
1	調整済	0	-4,097	-0.60000	6
2	調整済	500,000	-37,413	-0.43333	8
3	調整済	1,000,000	-39,687	-0.06667	7
4	調整済	1,500,000	-39,680	-0.00666	7
5	調整済	2,000,000	-25,080	-0.00466	7
6	調整済	2,500,000	-22,347	-0.00566	7
7	調整済	3,000,000	-15,005	-0.03330	7
8	調整済	3,500,000	-18,943	-0.00666	7
9	調整済	4,000,000	-24,305	-0.01660	7
10	調整済	4,500,000	-25,341	-0.02349	7

[図22B]

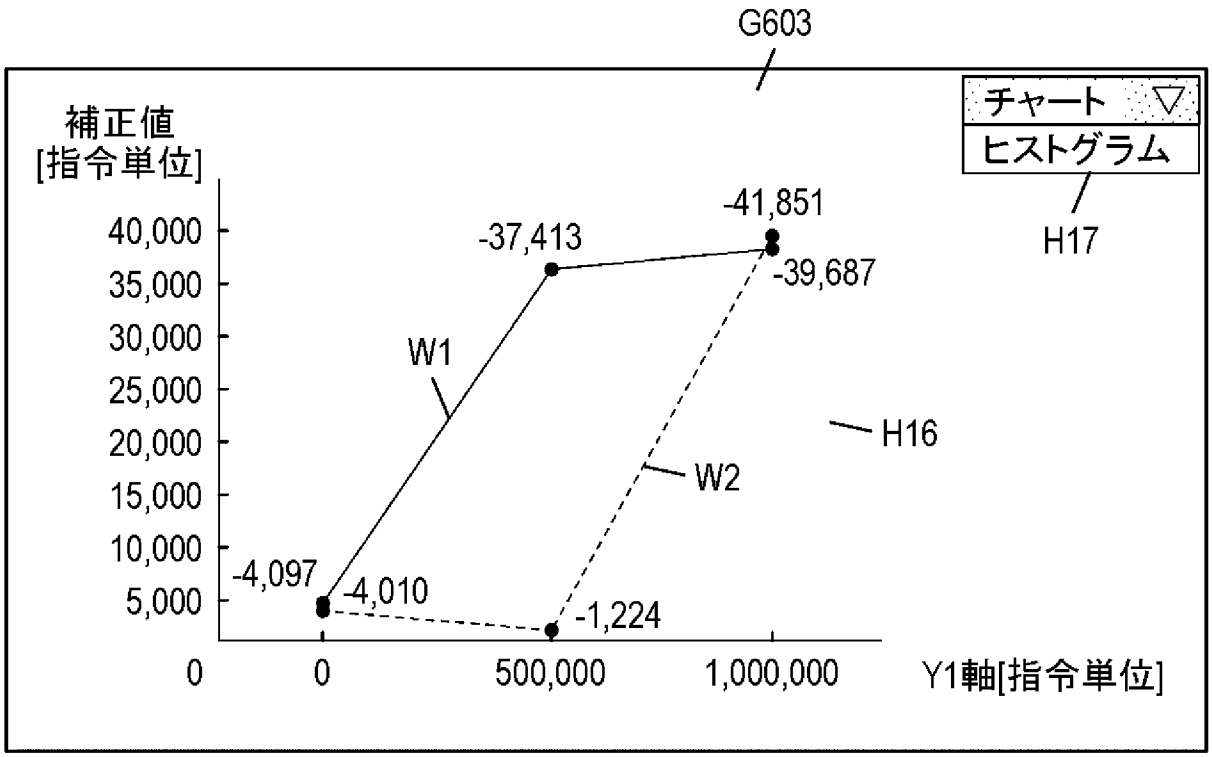


[図23]

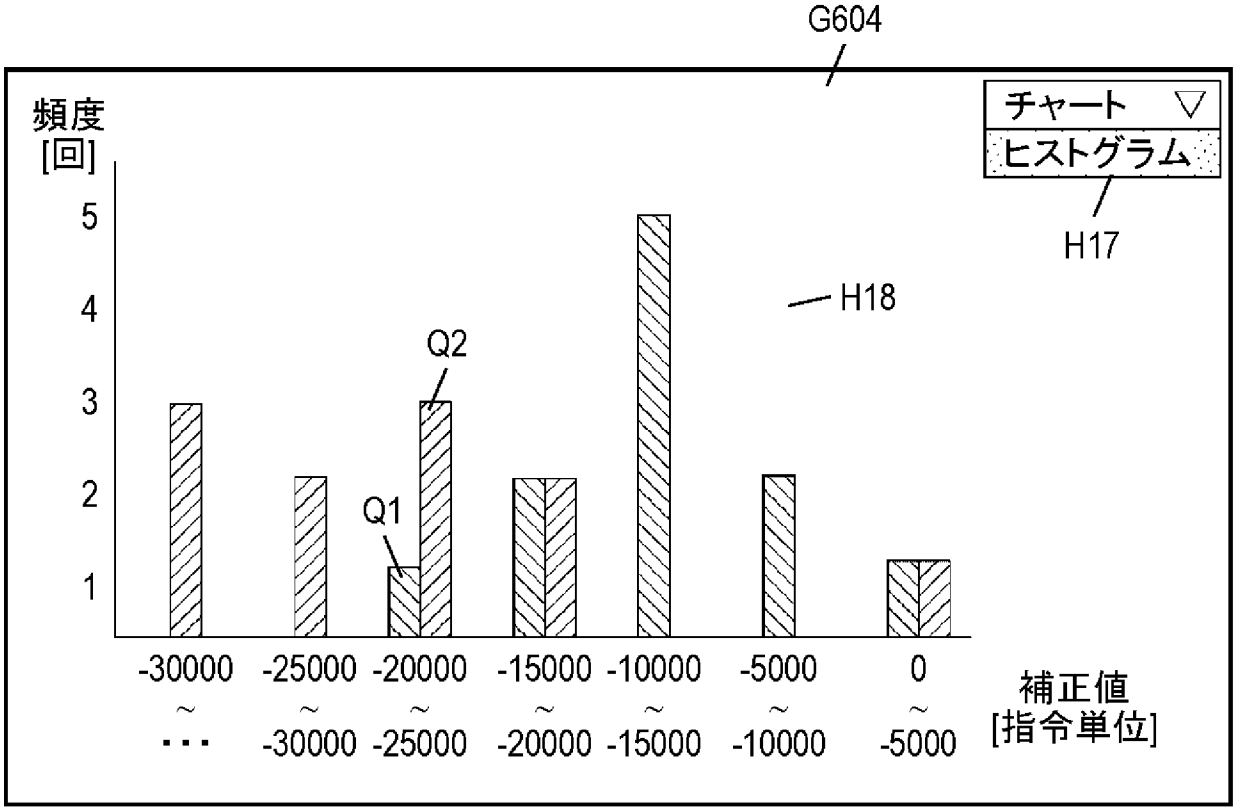


	2023/07/10 14:27			2023/08/03 15:14		
No.	補正位置 [指令単位]	補正値 [指令単位]	トルク差 [%]	補正位置 [指令単位]	補正値 [指令単位]	トルク差 [%]	探索試行回数
1	0	-4,097	-0.6	0	-4,010	-0.6	6
2	500,000	-37,413	-0.433	500,000	-1,224	-0.25	8
3	1,000,000	-39,687	-0.067	1,000,000	-41,851	-0.878	7

[図24A]


G603
補正値
[指令単位]
チャート
ヒストグラム
H17
40,000
35,000
30,000
25,000
20,000
15,000
10,000
5,000
0
-41,851
-37,413
-39,687
W1
H16
W2
-4,097
-4,010
-1,224
0
500,000
1,000,000
Y1軸[指令単位]

[図24B]


G604
頻度
[回]
チャート
ヒストグラム
H17
H18
5
4
3
2
1
Q2
Q1
-30000
~
・・・
-25000
~
-30000
-20000
~
-25000
-15000
~
-20000
-10000
~
-15000
-5000
~
-10000
0
~
-5000
補正値
[指令単位]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/041325

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P 5/46(2006.01)i; ***G05D 3/00***(2006.01)i; ***G05D 3/12***(2006.01)i
FI: H02P5/46 F; G05D3/00 Q; G05D3/12 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)

H02P5/46; G05D3/00; G05D3/12

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
Y	JP 2020-171166 A (OMRON CORPORATION) 15 October 2020 (2020-10-15) paragraphs [0021]-[0031], [0039], fig. 1-6	1, 2, 7-17
A		3-6
Y	JP 2019-145032 A (FANUC CORPORATION) 29 August 2019 (2019-08-29) paragraphs [0010]-[0043], fig. 1-12	1, 2, 7-17

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
25 January 2024	**06 February 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/041325

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2020-171166 A	15 October 2020	(Family: none)	
JP 2019-145032 A	29 August 2019	US 2019/0265671 A1 paragraphs [0022]-[0061], fig. 1-12 DE 102019001124 A1 CN 110187670 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/041325

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H02P 5/46(2006.01)i; G05D 3/00(2006.01)i; G05D 3/12(2006.01)i
FI: H02P5/46 F; G05D3/00 Q; G05D3/12 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））

H02P5/46; G05D3/00; G05D3/12

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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
Y	JP 2020-171166 A (オムロン株式会社) 15.10.2020 (2020-10-15) 段落0021-0031,0039, 図1-6	1,2,7-17
A		3-6
Y	JP 2019-145032 A (ファナック株式会社) 29.08.2019 (2019-08-29) 段落0010-0043, 図1-12	1,2,7-17

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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	国際調査報告の発送日
25.01.2024	06.02.2024

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）
谿花　正由輝 3V 3120
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/JP2023/041325

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2020-171166 A	15.10.2020	（ファミリーなし）	
JP 2019-145032 A	29.08.2019	US 2019/0265671 A1 段落0022-0061，図1-12 DE 102019001124 A1 CN 110187670 A	