

(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
2015年10月22日(22.10.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/159390 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 19/404 (2006.01) B23Q 15/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/060838
- (22) 国際出願日: 2014年4月16日(16.04.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 東 俊博(AZUMA, Toshihiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 長岡 弘太郎(NAGAOKA, Kotaro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 熊沢 毅(KUMAZAWA, Tsuyoshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 小出 昭彦(KOIDE, Akihiko); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 王 文娟(WANG, Wenjuan); 〒4618670 愛知県名古屋市東区矢田南五丁目1番14号 三菱電機メカトロニクスソフトウェア株式会社内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, 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, LT, 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: COMMAND VALUE GENERATING DEVICE

(54) 発明の名称: 指令値生成装置

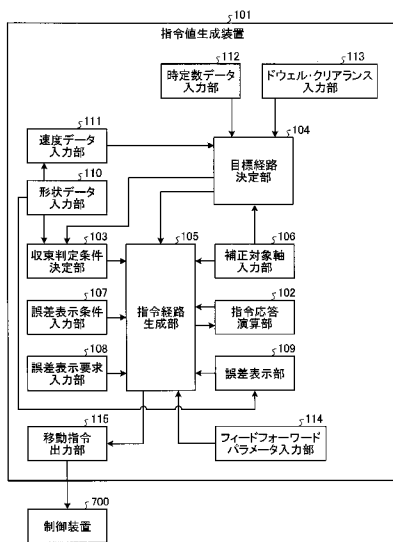


FIG. 5:
 101 Command value generating device
 102 Command response calculating unit
 103 Convergence criteria determining unit
 104 Target pathway determining unit
 105 Command pathway generating unit
 106 Adjusted target axis input unit
 107 Error display condition input unit
 108 Error display requirement input unit
 109 Error display unit
 110 Shape data input unit
 111 Speed data input unit
 112 Time constant data input unit
 113 Dwell clearance input unit
 114 Feed-forward parameter input unit
 115 Movement command output unit
 700 Control device

(57) Abstract: A command value generating device comprises: a command response calculating unit (102) which predictively calculates, on the basis of a model on a computer, a response pathway which an entity being controlled will actually operate when a command pathway is provided; a target pathway determining unit (104) which determines a target pathway to be operated by the entity being controlled; a command pathway generating unit (105) which, on the basis of the target pathway and a provisional command response pathway obtained when the command response calculating unit (102) is provided with a provisional command pathway, regenerates the provisional command pathway; a convergence criteria determining unit (103) which determines convergence criteria used in a process to assess whether or not the error between the provisional command response pathway and the target pathway has converged; and a pathway comparing unit which carries out an assessment process on the basis of the convergence criteria. The regeneration of the provisional command pathway and the computation of the provisional command response pathway are repeated until the pathway comparing unit assesses that the convergence criteria have been satisfied. When the pathway comparing unit assesses that the convergence criteria have been satisfied, the provisional command pathway is output, as the command pathway to cause the entity being controlled to operate, to a control device (700) which controls the entity being controlled.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/159390 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

指令経路が与えられた時に制御対象が実際に動作する応答経路を、計算機上のモデルに基づき予測演算する指令応答演算部 (102) と、制御対象が動作する目標経路を決定する目標経路決定部 (104) と、指令応答演算部 (102) に仮の指令経路を与えた時に得られる仮指令の応答経路と、目標経路とに基づき、仮の指令経路を再生成する指令経路生成部 (105) と、仮指令の応答経路と目標経路との誤差が収束したかの判定処理に用いる収束判定条件を決定する収束判定条件決定部 (103) と、収束判定条件に基づいて、判定処理を行う経路比較部とを備え、経路比較部が収束判定条件を満たすと判定するまで、仮の指令経路の再生成と仮指令の応答経路の算出とを繰り返し、経路比較部が収束判定条件を満たすと判定した場合に、仮の指令経路を、制御対象を動作させるための指令経路として制御対象を制御する制御装置 (700) へ出力する。

明 細 書

発明の名称： 指令値生成装置

技術分野

[0001] 本発明は、駆動系を持つ機械の指令値を生成する装置、特に、NC工作機械の指令値を生成する装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、制御対象の特性に起因する応答遅れなどの誤差を解消するため、制御対象の応答結果が目標とする軌跡を実現するように補正した指令を生成する技術が使われてきた。特に、非真円形状を切削加工や旋削加工する分野において、高速かつ高精度な加工を実現するため、工具の指令位置を補正する技術が用いられている。そのような技術は、例えば、特許文献1～3に開示されている。

[0003] 特許文献1には、所望するカムプロフィールに応じ予め記憶した主軸回転角と砥石車送り量との関係を示す制御データに基づき、複数回の研削加工動作でカム面を所望カムプロフィールに加工するカム研削盤において、制御データにおける砥石車送り量と実際の研削加工動作時における砥石車送り量との差を求め、この差に基づき次回の研削加工動作で使用する制御データを補正する技術が開示されている。

[0004] 特許文献2には、加工物の回転に同期した工具の移動を制御して非真円形状を加工する装置における加工誤差を補正する場合、工具の目標位置に等しいか近似した指令位置に従って工具を移動させたときの位置を検出し、目標位置と検出位置との振幅比、位相差及びオフセット差のうち少なくとも振幅比及び位相差を求め、指令位置を振幅比に基づいて拡大／縮小する処理、位相差に基づいて位相シフトする処理及び指令位置のオフセットをオフセット差に基づいて変更する処理のうち少なくとも拡大／縮小処理及び位相シフト処理をして補正指令位置を求める技術が開示されている。

[0005] 特許文献3には、加工工具が非真円形加工物を装架する主軸の角度に従い

該当するデータの位置へ移動するよう制御されて主軸回転に同期して加工工具の送り位置を制御するようにした非真円形工作物制御方法において、加工工具を位置決め制御運転するための目標入力位置データをフーリエ変換して第1の目標入力位置フーリエ変換データを求め、加工工具を位置決め制御運転して得られる実際の移動量を実移動量データとして検出し、検出される実移動量データをフーリエ変換して第1の実移動量フーリエ変換データを求め、第1の目標入力位置フーリエ変換データと第1の実移動量フーリエ変換データとの比である伝達関数を算出し、伝達関数により第1の目標入力位置フーリエ変換データを補正した第2の補正目標入力位置フーリエ変換データを算出し、この第2の補正目標入力位置フーリエ変換データを逆フーリエ変換して新たな第2の目標入力位置データを求め、この第2の目標入力位置データを用いて得られる第2の目標位置データをフーリエ変換して第2の目標位置フーリエ変換データと第2の実移動量データをフーリエ変換して第2の実移動量フーリエ変換データとの比である伝達関数を繰り返して求め、伝達関数により第1の目標入力位置フーリエ変換データを補正して新たな第3の目標入力位置フーリエ変換データを算出し、この第3の目標入力位置フーリエ変換データを逆フーリエ変換して得られる新たな第3の目標入力位置データを用いて運転制御する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特許第2692372号公報
- 特許文献2：特許第3021156号公報
- 特許文献3：特許第3335714号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、上記特許文献1～3に開示される従来技術は、同一の動作パターンを繰り返す場合にしか適用できないという問題があった。特許文

献1は、制御データにおける砥石車送り量と実際の研削加工動作時における砥石車送り量との差を求め、この差に基づき次回の研削加工動作で使用する制御データを補正するものであり、同一の動作パターンを繰り返す場合にしか適用できない。特許文献2は、振幅比を補正するため、同一の動作パターンを繰り返すことを前提としている。特許文献3は、フーリエ変換と伝達関数による周波数領域での補正であり、周波数が一定であるような同一の動作パターンを繰り返す場合にしか適用できない。しかし、機械部品の中には、部品の長手方向の位置に沿って楕円率が徐々に変化していく非真円形状を持ったものも存在し、そのような部品では、断面形状の変化に従い動作パターンも変化するため、特許文献1～3に開示される技術を適用することはできない。

[0008] また、特許文献1～3に開示される技術は、実際の機械動作結果を補正に利用しているが、実際の機械動作結果には、制御対象の特性に起因する再現性のある誤差と、外部の環境変化に起因する再現性のない誤差とが混在し、本来補正したい制御対象の特性に起因する再現性のある誤差のみを得ることができないことも問題となる。これにより、外部の環境変化に起因する再現性のない誤差による誤った補正を加えてしまう可能性があり、また、指令に対する応答遅れに対応する位相差の推定を誤る可能性もある。さらに、再現性のない誤差に基づく誤った補正が加わると、次回以降の実移動位置に影響を与えるため、補正を繰り返して目標位置との誤差を小さくしていく繰り返し学習における収束が不安定になる可能性もある。

[0009] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、動作パターンの変化する加工に対応でき、かつ、安定して指令値を生成できる指令値生成装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、指令経路が与えられた時に制御対象が実際に動作する応答経路を、計算機上のモデルに基づき予測演算する指令応答演算部と、制御対象が動作する目標経路を決定す

る目標経路決定部と、指令応答演算部に仮の指令経路を与えた時に得られる仮指令の応答経路と、目標経路との誤差が現在値よりも小さい値となるように、仮の指令経路を再生成する指令経路生成部と、仮指令の応答経路と目標経路との誤差が収束したかの判定処理に用いる収束判定条件を決定する収束判定条件決定部と、収束判定条件に基づいて、判定処理を行う経路比較部とを備え、経路比較部が収束判定条件を満たすと判定するまで、指令経路生成部による仮の指令経路の再生成と、指令応答演算部による仮指令の応答経路の算出とを繰り返し、経路比較部が収束判定条件を満たすと判定した場合に、仮の指令経路を、制御対象を動作させるための指令経路として制御対象を制御する制御装置へ出力することを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明にかかる指令値生成装置は、動作パターンの変化する加工に対応でき、かつ、安定して指令値を生成できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、素材側に旋削主軸が存在し、工具側に旋削主軸の回転中心軸と平行な直進軸と垂直な直進軸とが存在する機械の構成を示す図である。

[図2]図2は、本発明の実施の形態に係る指令値生成装置の使用状態を示す図である。

[図3]図3は、指令値生成ソフトウェアを実行するコンピュータのハードウェア構成を示す図である。

[図4]図4は、指令値生成装置として機能しているコンピュータを示す図である。

[図5]図5は、本発明にかかる指令値生成装置の実施の形態の機能構成を示す図である。

[図6]図6は、指令応答演算部の構成を示す図である。

[図7]図7は、収束判定条件決定部の構成を示す図である。

[図8]図8は、目標経路決定部の構成を示す図である。

[図9]図9は、指令経路生成部の構成を示す図である。

[図10]図10は、指令生成処理の流れを示すフローチャートである。

[図11]図11は、非真円形状の加工物の一つであるピストンの一例を示す断面図である。

[図12]図12は、仕上がり形状の両端にクリアランス分の延長形状を付加した形状の一例を示す図である。

[図13]図13は、軸の位置と時間との関係を示す図である。

[図14]図14は、応答経路を時間遅れずらした経路と目標経路との関係を示す図である。

[図15]図15は、C軸位置に対応する補正対象軸の位置をプロットした場合の目標経路と応答経路との位相差を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、本発明にかかる指令値生成装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0014] 実施の形態.

実施の形態では、非真円形状の加工において、素材側に旋削主軸が存在し、工具側に旋削主軸の回転中心軸と平行な直進軸と垂直な直進軸とが存在する機械を制御対象として想定して説明を行うが、機械の構成をこの形式に限定するものではない。図1は、素材1側に旋削主軸が存在し、工具2側に旋削主軸の回転中心軸と平行な直進軸と垂直な直進軸とが存在する機械の構成を示す図である。ここで、旋削主軸にC軸、旋削主軸の回転中心軸と平行な直進軸にZ軸、旋削主軸の回転中心軸と垂直な直進軸にX軸という軸名称が設定されているものとする。

[0015] 図2は、本発明の実施の形態に係る指令値生成装置の使用状態を示す図である。指令値生成装置101は、制御対象を制御する制御装置700に出力する指令値を生成する装置であり、汎用のコンピュータに指令値生成ソフトウェアをインストールすることによって構成される。図3は、指令値生成ソフトウェアを実行するコンピュータのハードウェア構成を示す図である。コ

ンピュータ600は、CPU (Central Processing Unit) 601、RAM (Random Access Memory) 602、ROM (Read Only Memory) 603、記憶部604、入力部605、表示部606及び通信I/F (Interface) 609を有する。

[0016] CPU601は、指令値生成ソフトウェアを実行する演算装置である。RAM602は、CPU601がプログラムを実行する際に用いるワークエリアである。ROM603は、コンピュータ600の起動時にCPU601が実行するプログラム（具体的には、Initial Program Loader (IPL) 等）を不揮発に記憶する。記憶部604は、情報を不揮発に記憶する装置であり、ハードディスクドライブ (Hard Disk Drive) やソリッドステートドライブ (Solid State Drive) などを適用可能である。入力部605は、ユーザが情報を入力するためのユーザインタフェースであり、マウスやタッチパネル等のポインティングデバイスやキーボードなどを適用可能である。表示部606は、情報を表示する装置であり、LCD (Liquid Crystal Display) やOLED (Organic Light Emitting Display) などを適用可能である。通信I/F609は、制御装置700と通信するためのインタフェースである。

[0017] コンピュータ600にインストールされた指令値生成ソフトウェアは、記憶部604に格納される。記憶部604に格納された指令値生成ソフトウェア607をCPU601が読み出して実行することにより、コンピュータ600は指令値生成装置101として機能している状態となる。図4は、指令値生成装置として機能しているコンピュータを示す図である。指令値生成装置101は、CPU601上で指令値生成プログラム608が動作している。

[0018] 図5は、本発明にかかる指令値生成装置の実施の形態の機能構成を示す図である。指令値生成装置101は、指令応答演算部102、収束判定条件決定部103、目標経路決定部104、指令経路生成部105、補正対象軸入力部106、誤差表示条件入力部107、誤差表示要求入力部108及び誤

差表示部 109 を備える。また、指令値生成装置 101 は、形状データ入力部 110、速度データ入力部 111、時定数データ入力部 112、ドゥエル・クリアランス入力部 113 及びフィードフォワードパラメータ入力部 114 から入力を受け取り、作成した指令経路を移動指令出力部 115 に渡す。なお、指令生成処理の流れの詳細については後述する。

[0019] 指令応答演算部 102 は、指令経路生成部 105 から仮の指令経路を受け取り、仮の指令経路に対する応答経路を演算し、算出した応答経路を指令経路生成部 105 に渡す。なお、指令応答演算部 102 の詳細な構造については後述する。

[0020] 収束判定条件決定部 103 は、目標経路決定部 104 から目標経路を受け取る。また、収束判定条件決定部 103 は、形状データ入力部 110 から加工対象の仕上がり形状を表現する形状データを受け取る。収束判定条件決定部 103 は、目標経路に収束判定条件を付加して、指令経路生成部 105 に渡す。なお、収束判定条件決定部 103 の詳細な構造については後述する。

[0021] 目標経路決定部 104 は、補正対象軸入力部 106 から補正対象軸を受け取る。また、目標経路決定部 104 は、速度データ入力部 111 から形状の部分ごとの速度データが付加された形状データを受け取る。また、目標経路決定部 104 は、時定数データ入力部 112 から各軸の時定数を受け取る。また、目標経路決定部 104 は、ドゥエル・クリアランス入力部 113 から動作開始・終了時のドゥエル回転数及びクリアランス距離を受け取る。目標経路決定部 104 は、制御対象が実現すべき目標経路を作成する。また、目標経路決定部 104 は、指令経路生成部 105 が指令生成に利用する補正経路の初期値を作成し、目標経路を収束判定条件決定部 103 に渡し、補正経路の初期値を指令経路生成部 105 に渡す。なお、目標経路決定部 104 の詳細な構造については後述する。

[0022] 指令経路生成部 105 は、収束判定条件決定部 103 から収束判定条件の付加された目標経路を受け取る。指令経路生成部 105 は、目標経路決定部 104 から補正経路の初期値を受け取る。指令経路生成部 105 は、補正対

象軸入力部106から補正対象軸を受け取る。指令経路生成部105は、誤差表示条件入力部107から誤差を表示する条件を受け取る。指令経路生成部105は、誤差表示要求入力部108からユーザにより誤差表示が要求されたという通知を受け取る。

[0023] 指令経路生成部105は、フィードフォワードパラメータ入力部114からフィードフォワード処理に関わるパラメータを受け取る。そして、指令経路生成部105は、仮の指令経路を生成し、指令応答演算部102に仮の指令経路を渡す。指令経路生成部105は、仮の指令経路に対する応答経路を指令応答演算部102から受け取り、目標経路と応答経路との誤差を算出する。そして、指令経路生成部105は、誤差表示条件を満たしているか、又は、ユーザにより誤差表示が要求されているかを確認し、いずれかの条件を満たす場合は、誤差表示部109に算出した誤差を渡す。また、指令経路生成部105は、算出した誤差に基づき、収束判定条件を満たしているかを判定する。収束判定条件を満たさない場合は、指令経路を補正した上で、応答経路の算出と誤差の算出及び収束判定条件を満たすかの判定を繰り返す。収束判定条件を満たす場合は、移動指令出力部115に作成した指令経路を渡す。なお、指令経路生成部105の詳細な構造については後述する。

[0024] 補正対象軸入力部106は、補正対象とする軸についての情報を、入力部605に対するユーザの入力操作として受け取り、目標経路決定部104と指令経路生成部105とに渡す。すなわち、本実施の形態では、指令経路が複数の軸成分を含むため、補正対象軸入力部106は、補正対象とする指令経路の軸成分を示す補正対象軸を入力部605に対するユーザの入力操作として受け取り、目標経路決定部104と指令経路生成部105とに渡す。なお、図1に示す装置において非真円形状加工を行うためには、X軸の指令値を補正することは必須である。このため、補正対象軸入力部106は、C軸及びZ軸についてのみ補正対象軸か否かの入力を受け取り、X軸については必ず補正対象軸とするようにしても良い。

[0025] 誤差表示条件入力部107は、誤差を表示する条件についての情報を入力

部605に対するユーザの入力操作として受け取り、指令経路生成部105に渡す。

[0026] 誤差表示要求入力部108は、ユーザが誤差を表示したい任意のタイミングで、誤差を表示するための入力部であり、入力部605を介してユーザから誤差表示要求が入力された場合に、誤差表示要求を指令経路生成部105に渡す。

[0027] 誤差表示部109は、指令経路生成部105から目標経路と応答経路との誤差と、目標経路と、応答経路とを受け取る。誤差表示部109は、形状データ入力部110から加工対象の仕上がり形状を表現する形状データを受け取る。誤差表示部109は、目標経路と応答経路との誤差、目標経路、応答経路及び形状データ上での誤差のうち少なくとも一つを表示部606に表示する。誤差の表示方法としては、任意の軸又は時間を基準としてグラフ表示する方法、目標経路や応答経路や形状データに誤差を重ね合わせて表示する方法、目標経路や応答経路や形状データを表示する際に誤差の大きさに応じて色分けする方法などが考えられる。ただし、誤差の表示方法はこれらの方法に限定されることはない。

[0028] 形状データ入力部110は、加工対象の仕上がり形状についての情報を入力部605に対するユーザの入力操作として受け取り、収束判定条件決定部103、誤差表示部109及び速度データ入力部111に渡す。

[0029] 速度データ入力部111は、形状データ入力部110から加工対象の仕上がり形状を表現する形状データを受け取り、受け取った形状データを表示部606に表示する。また、速度データ入力部111は、形状データの区間ごとの各軸速度についての情報を入力部605に対するユーザの入力操作として受け取り、形状データに速度データを付加して目標経路決定部104に渡す。

[0030] 時定数データ入力部112は、各軸の時定数を入力部605に対するユーザの入力操作として受け取り、目標経路決定部104に渡す。

[0031] ドウエル・クリアランス入力部113は、機械の動作開始・終了時それぞれ

れのドゥエル回転数及びクリアランス距離を、入力部605に対するユーザの入力操作として受け取り、目標経路決定部104に渡す。

[0032] フィードフォワードパラメータ入力部114は、フィードフォワード処理に関わるパラメータを入力部605に対するユーザの入力操作として受け取り、指令経路生成部105に渡す。

[0033] 移動指令出力部115は、指令経路生成部105から作成した指令経路を受け取り、指令経路を基に、制御装置を動かすための加工プログラムを作成し、作成した加工プログラムを通信I/F609を通じて制御装置700へ出力する。

[0034] なお、ここでは、形状データ入力部110、速度データ入力部111、時定数データ入力部112、ドゥエル・クリアランス入力部113及びフィードフォワードパラメータ入力部114を備えた指令値生成装置101を例とするが、予め保存されているデータを読み出すように構成することにより、形状データ入力部110、速度データ入力部111、時定数データ入力部112、ドゥエル・クリアランス入力部113又はフィードフォワードパラメータ入力部114を省略して指令値生成装置101を構成することも可能である。

[0035] 図6は、指令応答演算部の構成を示す図である。指令応答演算部102は、制御装置応答演算部201、制御対象応答演算部202、制御装置パラメータ入力部203及び制御対象モデル入力部204を備える。指令応答演算部102は、制御装置パラメータ入力部203を用いて、制御装置のパラメータについてユーザからの入力を受け取る。指令応答演算部102は、制御対象モデル入力部204を用いて、制御対象のモデルのパラメータを入力部605に対するユーザの入力操作として受け取る。指令応答演算部102は、指令経路生成部105から仮の指令経路を受け取り、制御装置応答演算部201及び制御対象応答演算部202を用いて、仮の指令経路に対する応答経路を算出し、指令経路生成部105に渡す。

[0036] 制御装置応答演算部201は、制御装置パラメータ入力部203から、制

御装置のパラメータを受け取る。制御装置応答演算部 201 は、指令経路生成部 105 から仮の指令経路を受け取る。制御装置応答演算部 201 は、制御装置が示す応答を算出し、制御対象応答演算部 202 に渡す。

[0037] 制御対象応答演算部 202 は、制御対象モデル入力部 204 から、制御対象のモデルのパラメータを受け取る。制御対象応答演算部 202 は、制御装置応答演算部 201 から制御装置が示す応答を受け取る。制御対象応答演算部 202 は、制御対象が示す応答経路を算出し、指令経路生成部 105 に渡す。

[0038] 制御装置パラメータ入力部 203 は、制御装置のパラメータを入力部 605 に対するユーザの入力操作として受け取り、制御装置応答演算部 201 に渡す。

[0039] 制御対象モデル入力部 204 は、制御対象のモデルのパラメータを入力部 605 に対するユーザの入力操作として受け取り、制御対象応答演算部 202 に渡す。

[0040] 図 7 は、収束判定条件決定部の構成を示す図である。収束判定条件決定部 103 は、形状データ保持部 301、形状データ表示部 302、許容誤差入力部 303、収束判定回数入力部 304、非切削箇所入力部 305、収束判定条件付加部 306 及び収束判定条件付加指示部 307 を備える。収束判定条件決定部 103 は、形状データ入力部 110 から形状データを受け取り、受け取った形状データを形状データ保持部 301 に保持する。収束判定条件決定部 103 は、目標経路決定部 104 から目標経路を受け取り、受け取った目標経路を収束判定条件付加部 306 に保持する。そして、収束判定条件決定部 103 は、形状データ表示部 302 を用いて形状データを表示する。収束判定条件決定部 103 は、許容誤差入力部 303、収束判定回数入力部 304 及び非切削箇所入力部 305 を用いて、形状データの部分ごとに、許容誤差、収束判定回数及び非切削箇所情報のうち少なくとも一つについてユーザからの入力を受け取る。そして、収束判定条件決定部 103 は、目標経路データに区間ごとの収束条件を付加した収束判定条件付加部 306 を用い

て、目標経路データに区間ごとの収束条件を付加したデータを作成し、指令経路生成部105に渡す。収束判定条件付加指示部307は、収束判定条件付加部306に対し、目標経路データに区間ごとの収束条件を付加したデータの作成を開始するタイミングを指示する。

- [0041] 形状データ保持部301は、形状データ入力部110から形状データを受け取り、形状データを保持する。形状データ保持部301は、形状データ入力部110から形状データを受け取った場合には、収束判定条件付加指示部307に対して、形状データを受け取ったことを通知し、形状データ表示部302、許容誤差入力部303、収束判定回数入力部304、非切削箇所入力部305及び収束判定条件付加部306に保持する形状データを渡す。
- [0042] 形状データ表示部302は、形状データ保持部301から形状データを受け取り、表示部606に形状データを表示する。
- [0043] 許容誤差入力部303は、形状データ表示部302が表示した形状データの部分ごとに、許容誤差を入力部605に対するユーザの入力操作によって受け取り、入力された許容誤差を保持する。そして、許容誤差入力部303は、ユーザからの許容誤差の入力操作を受け付けた場合には、収束判定条件付加指示部307に対して、許容誤差の入力操作があったことを通知し、収束判定条件付加部306に形状データの部分ごとの許容誤差を渡す。
- [0044] 収束判定回数入力部304は、形状データ表示部302が表示した形状データの部分ごとに、収束判定回数についてユーザからの入力を受け取り、入力された収束判定回数を保持する。そして、収束判定回数入力部304は、ユーザからの収束判定回数の入力操作を受け付けた場合には、収束判定条件付加指示部307に対して、収束判定回数の入力操作があったことを通知し、収束判定条件付加部306に形状データの部分ごとの収束判定回数を渡す。
- [0045] 非切削箇所入力部305は、形状データ表示部302が表示した形状データの部分ごとに、非切削箇所か否かの情報をユーザからの入力操作により受け取り、入力された非切削箇所情報を保持する。そして、非切削箇所入力部

305は、ユーザから非切削箇所か否かの情報の入力操作を受け付けた場合には、収束判定条件付加指示部307に対して、非切削箇所か否かの情報の入力操作があったことを通知し、収束判定条件付加部306に形状データの部分ごとの非切削箇所か否かの情報を渡す。

[0046] 収束判定条件付加部306は、目標経路決定部104から目標経路を受け取る。収束判定条件付加部306は、形状データ保持部301から形状データを受け取る。収束判定条件付加部306は、許容誤差入力部303から形状データの部分ごとの許容誤差を受け取る。収束判定条件付加部306は、収束判定回数入力部304から形状データの部分ごとの収束判定回数を受け取る。収束判定条件付加部306は、非切削箇所入力部305から形状データの部分ごとの非切削箇所か否かの情報を受け取る。収束判定条件付加部306は、目標経路、形状データ、形状データの部分ごとの許容誤差、形状データの部分ごとの収束判定回数、形状データの部分ごとの非切削箇所か否かの情報を受け取った場合には、収束判定条件付加指示部307に対して、各情報を受け取ったことを通知する。また、収束判定条件付加部306は、収束判定条件付加指示307からの指示に応じて目標経路データに区間ごとの収束条件を付加したデータを作成し、指令経路生成部105に渡す。

[0047] 収束判定条件付加指示部307は、収束判定条件付加部306から、目標経路、形状データ、形状データの部分ごとの許容誤差、形状データの部分ごとの収束判定回数、形状データの部分ごとの非切削箇所か否かの情報の全てについて、情報を受け取ったことを通知されると、目標経路データに区間ごとの収束条件を付加したデータを作成するように指示を送る。

[0048] 図8は、目標経路決定部の構成を示す図である。目標経路決定部104は、断面形状データ作成部401、指令位置補間部402及び加減速処理部403を備える。目標経路決定部104は、補正対象軸入力部106から送られてくる補正対象軸の情報を加減速処理部403で受け取る。目標経路決定部104は、速度データ入力部111から送られてくる形状データに部分ごとの速度データを付加したデータを断面形状データ作成部401で受け取る

。目標経路決定部104は、時定数データ入力部112から送られてくる時定数を加減速処理部403で受け取る。目標経路決定部104は、ドゥエル・クリアランス入力部113から送られてくるドゥエル回転数及びクリアランス距離のうち、ドゥエル回転数を位置指令補間部402で受け取り、クリアランス距離を断面形状データ作成部401で受け取る。目標経路決定部104は、断面形状データ作成部401、指令位置補間部402及び加減速処理部403を用いて、制御対象が実現すべき目標経路を作成し、収束判定条件決定部103に渡す。また、目標経路決定部104は、指令経路生成部105が指令生成に利用する補正経路の初期値を作成し、補正経路の初期値を指令経路生成部105に渡す。

[0049] 断面形状データ作成部401は、速度データ入力部111から区間ごとの各軸速度データが付加された形状データを受け取る。断面形状データ作成部401は、ドゥエル・クリアランス入力部113から動作開始・終了時のクリアランス距離を受け取る。形状データ作成部401は、形状データの開始・終了部分をクリアランス距離延長した形状を作成する。そして、断面形状データ作成部401は、作成した形状に対して、C軸が1回転する間にZ軸が進む間隔ごとに、Z軸に垂直な断面形状データを作成し、位置指令補間部402に渡す。

[0050] 位置指令補間部402は、ドゥエル・クリアランス入力部113から動作開始・終了時のドゥエル回転数を受け取る。また、位置指令補間部402は、断面形状データ作成部401から断面形状データを受け取る。そして、指令位置補間部402は、断面形状データを補間して経路を作成し、作成した経路の動作開始・終了部分にドゥエル回転数分の経路を追加して動作開始から動作終了までの経路を作成し、加減速処理部403に渡す。

[0051] 加減速処理部403は、補正対象軸入力部106から補正対象軸を受け取る。また、加減速処理部403は、時定数データ入力部112から各軸の時定数を受け取る。さらに、加減速処理部403は、動作開始から動作終了までの経路を指令位置補間部402から受け取り、受け取った経路の加減速処

理をして、補正経路の初期値と目標経路とを作成する。加減速処理部403は、補正経路の初期値を指令経路生成部105に渡し、目標経路を収束判定条件決定部103に渡す。

[0052] 図9は、指令経路生成部の構成を示す図である。指令経路生成部105は、収束判定条件付目標経路保持部501、経路比較部502、応答誤差補正部503、補正経路保持部504、フィードフォワード処理部505及び指令経路保持部506を備える。指令経路生成部105は、収束判定条件決定部103から送られてくる区間ごとに収束判定条件が付加された目標経路を、収束判定条件付目標経路保持部501で受け取り、収束判定条件付目標経路保持部501に保持する。指令経路生成部105は、目標経路決定部104から送られてくる補正経路の初期値を補正経路保持部504で受け取り、補正経路保持部504に保持する。指令経路生成部105は、補正対象軸入力部106から送られてくる補正対象軸を応答誤差補正部503で受け取る。指令経路生成部105は、誤差表示条件入力部107から送られてくる誤差を表示する条件を経路比較部502で受け取る。指令経路生成部105は、誤差表示要求入力部108から送られてくるユーザによって誤差表示を要求されたという通知を経路比較部502で受け取る。そして、指令経路生成部105は、補正経路保持部504から補正経路を取り出し、フィードフォワード処理部505を用いて、仮の指令経路を生成し、生成した仮の指令経路を、指令経路保持部506に保持する。そして、指令経路生成部105は、生成した仮の指令経路を指令応答演算部102に渡し、指令応答演算部102から送られてくる仮の指令経路に対する応答経路を経路比較部502で受け取り、経路比較部502で目標経路と応答経路との誤差を算出する。そして、経路比較部502は、誤差表示条件を満たしているか、又はユーザにより誤差表示を要求されているかを確認し、いずれかの条件を満たす場合は、誤差表示部109に、算出した誤差を渡す。また、指令経路生成部105は、算出した誤差に基づき、収束判定条件を満たしているかを判定する。収束判定条件を満たさない場合は、応答誤差補正部503を用いて指令経

路を補正した上で、応答経路の算出、誤差の算出及び収束判定条件を満たすかの判定を繰り返す。収束判定条件を満たす場合は、指令経路保持部506に保持された経路を移動指令出力部115に渡す。

[0053] 収束判定条件付目標経路保持部501は、収束判定条件決定部103から区間ごとに収束判定条件を付加された目標経路を受け取り、目標経路を保持するとともに、経路比較部502に目標経路を渡す。

[0054] 経路比較部502は、指令応答演算部102から応答経路を受け取る。経路比較部502は、誤差表示条件入力部107から誤差表示条件を受け取る。経路比較部502は、誤差表示要求入力部108からユーザから誤差表示を要求されたという通知を受け取る。経路比較部502は、収束判定条件付目標経路保持部501から目標経路を受け取る。経路比較部502は、目標経路と応答経路との誤差を算出する。そして、経路比較部502は、誤差表示条件を満たしているか、又はユーザにより誤差表示を要求されているかを確認し、いずれかの条件を満たしている場合は、算出した誤差を誤差表示部109に渡す。また、経路比較部502は、算出した誤差に基づき、収束判定の条件を満たしているかを判定し、判定結果を指令経路保持部506に通知する。

[0055] 応答誤差補正部503は、経路比較部502から目標経路と応答経路との誤差を受け取る。応答誤差補正部503は、補正経路保持部504から補正経路を受け取る。また、応答誤差補正部503は、補正対象軸入力部106から送られてくる補正対象軸の情報を受け取る。応答誤差補正部503は、目標経路と応答経路との誤差に基づいて、補正対象軸について補正経路を変更し、変更した補正経路を補正経路保持部504に渡す。

[0056] 補正経路保持部504は、目標経路決定部104から補正経路の初期値を受け取り、応答誤差補正部503に補正経路を渡し、応答誤差補正部503から変更が加えられた補正経路を受け取り、補正経路を保持しておくとともに、フィードフォワード処理部505に補正経路を渡す。

[0057] フィードフォワード処理部505は、フィードフォワードパラメータ

入力部 114 からフィードフォワード処理に関わるパラメータを受け取る。フィードフォワード処理部 505 は、補正経路保持部 504 から補正経路を受け取る。フィードフォワード処理部 505 は、補正経路にフィードフォワード処理を行い、作成した指令経路を指令経路保持部 506 に渡す。

[0058] 指令経路保持部 506 は、フィードフォワード処理部 505 から指令経路を受け取る。指令経路保持部 506 は、指令経路を保持する。指令経路保持部 506 は、経路比較部 502 から通知される判定結果に応じて、指令応答演算部 102 又は移動指令出力部 115 に指令経路を渡す。

[0059] 以下、本実施の形態での指令生成処理の流れについて説明する。図 10 は、指令生成処理の流れを示すフローチャートである。まず、各入力部がユーザからの入力を受け取り、対応する処理部に受け取った入力を渡す（ステップ S101）。

[0060] 具体的には、まず、形状データ入力部 110 が、加工対象の仕上がり形状のデータを受け取り、受け取った形状データを収束判定条件決定部 103、誤差表示部 109 及び速度データ入力部 111 に渡す。このとき、形状データの表現方法としては、CAD (Computer Aided Design) で作成した 3 次元モデルによる表現や、C 軸所定の角度ごとに与えられた Z 軸と平行な断面形状での表現や、Z 軸所定の位置ごとに与えられた Z 軸と垂直な断面形状による表現を用いることができる。ただし、本発明において、形状データの表現方法はこれらの方法に限定されない。

[0061] 図 11 は、非真円形状の加工物の一つであるピストンの一例を示す断面図である。図 11 に示すように、ピストン 80 は、非真円形状の加工部位 3 の間に、ピストンリングなどを嵌めるための溝 4 が存在する。溝 4 の部分の加工は、非真円形状の加工部位 3 の加工前又は加工後に行うのが一般的である。そのため、ユーザが加工対象の仕上がり形状を入力する際、溝 4 の形状を入力する必要はない。そこで、溝 4 の形状をそのまま入力するのではなく、溝 4 については、溝 4 を滑らかに繋ぐような形状を入力するようにしても良

い。あるいは、ユーザは加工部位3の形状のみを入力し、形状が入力されなかった場所については、形状データ入力部110が、入力されなかった場所の両端を繋ぐように形状データを補間するようにしても良い。

[0062] 次いで、補正対象軸入力部106が、補正対象とする軸についてユーザからの入力を受け取り、目標経路決定部104及び指令経路生成部105に渡す。

[0063] 次いで、誤差表示条件入力部107が、誤差を表示する条件についてユーザからの入力を受け取り、指令経路生成部105に渡す。ここで述べる誤差を表示する条件とは、例えば、指令形成生成部105内部での補正処理の繰り返し回数が所定の回数を超えた場合や、目標経路と応答経路との誤差量が所定の量以下になった場合や、収束判定条件を満たした場合などである。

[0064] 次いで、速度データ入力部111が、形状データ入力部110から受け取った形状データを表示し、形状データの区間ごとの各軸速度についてユーザからの入力を受け取り、各軸の速度データを付加した形状データを作成し、目標経路決定部104に渡す。なお、速度データ入力部111と形状データ入力部110とを別に設けるのではなく、形状データ入力部110に形状データを入力する際に、各区間での速度を入力するようにしても良い。

[0065] 次いで、時定数データ入力部112が、各軸の時定数についてユーザからの入力を受け取り、目標経路決定部104に渡す。

[0066] 次いで、ドゥエル・クリアランス入力部113が、機械の動作開始・終了時それぞれのドゥエル回転数及びクリアランス距離について、ユーザからの入力を受け取り、目標経路決定部104に渡す。

[0067] 次いで、フィードフォワードパラメータ入力部114が、フィードフォワード処理に関わるパラメータについて、ユーザからの入力を受け取り、指令経路生成部105に渡す。なお、ここで述べるフィードフォワード量とは、制御系のフィードバックループによる遅れのうち計算で補正が可能な遅れに対する補正量や、軸反転時に生じるバックラッシュやロストモーションの補正量などである。なお、フィードフォワードパラメータ入力部114

へ入力するパラメータは、次に述べる制御対象モデル入力部204へ入力するパラメータ及び制御装置パラメータ入力部203へ入力するパラメータと共通するものもあるので、それら共通するものについては、フィードフォワードパラメータ入力部114で入力するのではなく、制御装置パラメータ入力部203及び制御対象モデル入力部204に入力された値を読み込むようにしても良い。

[0068] 次いで、指令応答演算部102が、応答経路を演算するためのモデルのパラメータについて、内部の制御装置パラメータ入力部203と制御対象モデル入力部204とを用いて、ユーザからの入力を受け取る。

[0069] 具体的には、まず、制御装置パラメータ入力部203が、制御装置のパラメータについてユーザからの入力を受け取り、制御装置応答演算部201に渡す。ここで述べる制御装置パラメータは、数値制御装置及びサーボアンプに設定するパラメータであり、位置フィードバックのゲイン、速度フィードバックのゲイン、電流フィードバックのゲイン、制御対象の慣性や粘性、弾性のパラメータ、慣性、粘性及び弾性に起因する共振周波数や反共振周波数のパラメータ、軸反転時のバックラッシュやロストモーションの補正パラメータ、熱変位の補正パラメータ、加工時の反力に起因する変位の補正パラメータ、制御装置内の様々なフィルタ処理のパラメータなどである。なお、本実施の形態では、制御装置として、数値制御装置とサーボアンプとの組み合わせを想定しているが、制御装置はこれに限定されるものではない。

[0070] また、制御対象モデル入力部204が、制御対象モデルのパラメータについてユーザからの入力を受け取り、制御対象応答演算部202に渡す。ここで述べる制御対象モデルのパラメータは、制御対象の挙動を計算機上で模擬するためのパラメータであり、制御対象の慣性や粘性、弾性のパラメータ、慣性や粘性、弾性に起因する共振周波数や反共振周波数のパラメータ、軸反転時のバックラッシュやロストモーションのパラメータ、熱変位のパラメータ、加工時の反力に起因する変位量のパラメータ、制御対象の挙動を計算機上でシミュレーションする際のサンプリングタイムなどである。

- [0071] すなわち、指令応答演算部 102 は、制御対象の慣性に起因する挙動、制御対象の粘性に起因する挙動、制御対象の弾性に起因する挙動、制御対象が軸反転時に示す挙動、制御対象が熱変位の影響を受けて示す挙動、制御対象が加工時の反力を受けて示す挙動、制御装置内の位置フィードバックループ処理の挙動、制御装置内の速度フィードバックループ処理の挙動、制御装置内の電流フィードバックループ処理の挙動、慣性による影響を補正する制御装置内の処理の挙動、粘性による影響を補正する制御装置内の処理の挙動、弾性による影響を補正する制御装置内の処理の挙動、軸反転による影響を補正する制御装置内の処理の挙動、熱変位の影響を補正する制御装置内の処理の挙動、加工時の反力による影響を補正する制御装置内の処理の挙動、指令値を滑らかにする制御装置内のフィルタ処理の挙動のうち少なくとも一つの挙動を模擬するために必要なモデルとパラメータを持つ。
- [0072] 次に、収束判定条件決定部 103 が、形状データ入力部 110 から受け取った形状データを内部の形状データ保持部 301 に保持する。そして、収束判定条件決定部 103 が、内部の形状データ表示部 302 を用いて、形状データを表示し、内部の許容誤差入力部 303、収束判定回数入力部 304 及び非切削箇所入力部 305 を用いて、ユーザからの入力を受け取る。
- [0073] 具体的には、まず、許容誤差入力部 303 が、収束判定条件決定部 103 が表示した形状データの部分ごとに、許容誤差についてユーザから入力を受け取り、入力された許容誤差を保持するとともに、ユーザからの入力を受け取った場合には、収束判定条件決定部 103 に対して、入力があったことを通知する。
- [0074] また、収束判定回数入力部 304 が、収束判定条件決定部 103 が表示した形状データの部分ごとに、収束判定回数についてユーザからの入力を受け取り、入力された収束判定回数を保持するとともに、ユーザからの入力を受け取った場合には、収束判定条件決定部 103 に対して、入力があったことを通知する。
- [0075] また、非切削箇所入力部 305 が、非切削箇所入力部 305 を内部に持つ

収束判定条件決定部 103 が表示した形状データの部分ごとに、非切削箇所か否かについてユーザからの入力を受け取り、入力された非切削箇所情報を保持するとともに、ユーザからの入力を受け取った場合には、収束判定条件決定部 103 に対して、入力があったことを通知する。なお、ここで述べる非切削箇所とは、例えば、前述したピストン 80 における溝 4 の部分である。このとき、前述の形状データ入力部 110 への形状データの入力において、加工部位 3 の形状のみを入力して、形状データ保持部 120 が加工部位 3 の間を補間するようにした場合には、ユーザが非切削箇所を指定するのではなく、形状の入力がされなかった場所について、収束判定条件決定部 103 が非切削箇所と設定するようにしても良い。

[0076] なお、収束判定条件決定部 103 が表示を行った上で、許容誤差入力部 303、収束判定回数入力部 304 及び非切削箇所入力部 305 のそれぞれの入力を同時に受け取るのではなく、許容誤差入力部 303、収束判定回数入力部 304 及び非切削箇所入力部 305 が別々に動作し、各入力部が形状データを表示した上で、各入力部に対応した入力を受け取るようにしても良い。

[0077] なお、各入力部がユーザからの入力を受け取る方法については、上述したような、各入力部が画面上に表示を行った上でユーザが画面上に入力値を打ち込む対話的な方法に限定されるわけではない。例えば、予め作成した設定ファイルを読み込むことや、それらのファイルを所定のフォルダに配置するといった方法で入力を行っても良い。

[0078] また、各入力部に対して、入力がない場合、予め定めた所定の値を用いるようにしても良い。

[0079] 次いで、目標経路決定部 104 が、内部に備えた断面形状データ作成部 401 を用いて、仕上がり形状の両端にクリアランス距離分の延長形状を付加した形状に対して、C軸が 1 回転する間に Z 軸が移動する間隔ごとに、断面形状データを作成する（ステップ S102）。図 12 は、加工対象の仕上がり形状の両端にクリアランス分の延長形状を付加した形状の一例を示す図で

ある。ここで、加工対象の仕上がり形状5の両端にクリアランス距離分の延長形状6を付加する際には、半径、非真円形状の変位量などの断面形状がZ軸方向に変化することを考慮して、延長部分でも断面形状がZ軸方向に変化するようにすると好適である。また、上記で断面形状データを作成する前に、予めZ軸の時定数からZ軸の加減速に必要な距離を算出しておき、クリアランス距離がZ軸の加減速に必要な距離よりも短い場合に、クリアランス距離をZ軸の加減速に必要な距離で置き換えるようにすると好適である。また、仕上がり形状5の両端に、クリアランス距離分の延長形状6を付加した形状に対して断面形状データを作成するのではなく、仕上がり形状5に対して断面形状データを作成した上で、両端の断面形状データを、C軸が1回転する間にZ軸が移動する間隔ごとに、クリアランス距離分だけ複製するようにしても良い。

[0080] 次いで、目標経路決定部104が、内部に備えた指令位置補間部402及び加減速処理部403を用いて、断面形状データを補間して、制御対象が実現すべき目標経路を作成するとともに、指令経路生成部105が指令生成に利用する補正経路の初期値も作成し、目標経路を収束判定条件決定部103に渡し、補正経路の初期値を指令経路生成部105に渡す（ステップS103）。

[0081] 具体的には、目標経路決定部104が、指令位置補間部402を用いて、Z軸速度とC軸速度とに従い、制御装置に指令を与える周期ごとのZ軸位置及びC軸位置を算出して、Z軸及びC軸の移動指令を作成する。次いで、目標経路決定部104は、作成したZ軸位置、C軸位置の前後に、ドゥエル回転数分のC軸移動指令を追加する。なお、このとき、開始時ドゥエル中のZ軸移動指令及び終了時ドゥエル中のZ軸移動指令は、それぞれ、作成したZ軸移動指令の最初の指令位置及び最後の指令位置で停止しているものとする。また、予めC軸の時定数からC軸の加減速に必要な回転数を算出しておき、与えられたドゥエル回転数がC軸の加減速に必要な回転数よりも小さい場合、ドゥエル回転数をC軸の加減速に必要な回転数で置き換えるようにする

と好適である。なお、ドウエル回転数との比較ではなく、ドウエル回転数とクリアランス部分でのC軸回転数との合計回転数との比較により、C軸の加減速に必要な回転数を満たしているか判定しても良い。

[0082] 次いで、目標経路決定部104が、加減速処理部403を用いて、Z軸位置とC軸位置に加減速処理を行った位置を算出する。次いで、目標経路決定部104が、加減速処理後のZ軸位置の前後に位置する断面形状データを取得し、前後の断面形状データのそれぞれから、加減速後のC軸位置に対応する角度でのX軸位置を算出する。次いで、目標経路決定部104が、前後の断面形状データのZ方向位置と加減速後のZ位置との関係に基づき、前後の断面形状データから算出したX軸位置それぞれから、内挿により、加減速後のZ軸位置、C軸位置に対応するX軸位置を求める。なお、前後の断面形状データから算出したX軸位置を内挿するのではなく、前後複数の断面形状データから算出したX軸位置に対して、スプラインなどの曲線でフィッティングした位置を求めても良い。

[0083] 最後に、作成した補間位置の経路を、補正経路の初期値及び目標経路として、指令経路生成部105と収束判定条件決定部103とに渡す。

[0084] なお、上記の例では、加減速処理を行った後の指令位置を制御装置に与え、制御装置では、加減速処理を行わないことを想定しているが、これに限定されるものではなく、加減速処理前の指令位置を制御装置に与え、制御装置が加減速処理を行うようにしても良い。加減速処理を制御装置で実施する場合は、指令経路生成部105に渡す補正経路の初期値については、Z軸及びC軸の指令位置の値に、加減速処理後の値ではなく加減速処理前の値を用いる。なお、加減速処理を制御装置で実施する場合も、収束判定条件決定部103に渡す目標経路としては、上記同様に加減速処理後の指令位置を用いれば良い。また、加減速処理を制御装置で実施する場合は、指令応答演算部102内の制御装置パラメータ入力部203が時定数データの入力を受け取り、制御装置応答演算部201に渡して、指令応答演算部102が加減速処理を模擬するようにする。また、Z軸及びC軸の間で、加減速処理に起因する

時間遅れ量が異なる可能性があるため、加減速処理によるそれぞれの軸の時間遅れ量を算出しておき、時間遅れの大きい軸について、時間遅れの差を解消する分だけ、時間遅れの小さい軸よりも動作開始を早めるようにすると、Z軸及びC軸の同期を保つことができ、好適である。また、Z軸及びC軸も補正対象軸とする場合、加減速処理を行わずともZ軸及びC軸が指令に追従できるだけの能力を持っていると考えられるため、加減速処理の対象とするのは、補正対象軸ではない軸のみとしても良い。

[0085] 次いで、収束判定条件決定部103が、内部の収束判定条件付加部306を用いて、目標経路決定部104から受け取った目標経路に対して、予め入力を受け取っていた仕上がり形状の部分ごとの収束判定条件を反映させて、区間ごとの収束判定条件を付加した目標経路を作成し、指令経路生成部105に渡す（ステップS104）。

[0086] なお、ここで述べる区間の最小単位は、隣接する指令位置同士を結んだ軌跡である。

[0087] 次いで、指令経路生成部105が、内部の補正経路保持部504に保持されている経路に対して、フィードフォワード処理部505を用いて、指令位置にフィードフォワード量を加算し、作成した指令経路を内部の指令経路保持部506に保持する（ステップS105）。なお、ここで述べるフィードフォワード量とは、前述したように、制御系のフィードバックループによる遅れのうち計算で補正が可能な遅れに対する補正量や、軸反転時に生じるバックラッシュやロストモーションの補正量などであるが、指令値にこれらの補正を加えるのではなく、制御装置内の処理でこれらの補正を行うようにしても良い。また、フィードフォワード処理部505が作成した指令経路について、極端に速度が大きい箇所がある場合などに備え、速度が所定の値を超える場合はユーザに警告を表示するようにしても良い。

[0088] 次いで、指令経路生成部105が、生成した指令経路を指令応答演算部102に渡す（ステップS106）。

[0089] 次いで、指令応答演算部102が、内部に備えた制御装置応答演算部20

1と制御対象応答演算部202とを用いて、指令経路生成部105から受け取った指令経路に対する応答経路を算出し、指令経路生成部105に渡す（ステップS107）。

[0090] このとき、制御装置応答演算部201が演算に用いるモデルとしては、制御装置の実際のソフトウェア構成を模擬しており、制御装置が実際に動作する周期をサンプリングタイムとしたモデルを用いるのが、実際の制御装置の応答を忠実に再現する上で好適である。ただし、制御装置応答演算部201が演算に用いるモデルは、この構成に限定されることはない。なお、他のモデルを用いる場合、制御装置は内部でサンプリング周期ごとに動作するため、連続時間系で表現されたモデルよりも離散時間系で表現されたモデルの方が好適である。

[0091] また、制御対象応答演算部202が演算に用いるモデルとしては、制御対象の各要素間の関係をブロック図で表現したモデル、ファジーモデル、ニューラルネットワークによるモデルなどが考えられ、制御対象の挙動を十分な精度で表現できるモデルであれば良い。ただし、従来技術の課題としても説明したように、入出力の応答関係をフーリエ変換によって求めた場合は、周波数が一定で同一の動作パターンを繰り返す場合にしか適用できなくなる。そのため、時間領域又は時間応答を復元可能な変数領域で表現されるモデルを用いることが好適である。本実施の形態では、制御対象応答演算部202が演算に用いるモデルは、制御対象の各要素間の関係をブロック図で表現し、離散時間系で応答を演算するモデルとし、サンプリングタイムについては、制御装置が電流指令を出力する周期とする。

[0092] 次いで、指令経路生成部105が、内部の経路比較部502を用いて、内部の収束判定条件付目標経路保持部501に保持されている目標経路と、指令応答演算部102から受け取った応答経路との誤差を算出する。また、予め設定された誤差表示条件に、収束判定条件を満たした場合という条件が含まれている場合は、収束判定条件を満たしているか仮に判定する（ステップS108）。

- [0093] なお、経路比較部502が誤差を算出する際には、目標経路と応答経路との間の時間遅れ、又は位相差を考慮するようにすると好適である。
- [0094] 図13は、軸の位置と時間との関係を示す図である。図14は、応答経路を時間遅れずらした経路と目標経路との関係を示す図である。具体的には、図13に示すように、軸ごとに位置の時間変化をプロットした場合の目標経路7と応答経路8との間の時間遅れ9を算出しておき、誤差を評価する際には、図14に示すように、応答経路8を時間遅れ9ずらした経路10と目標経路7とを比較する。
- [0095] なお、補正対象軸入力部106により、補正対象軸が指定されている場合は、補正対象軸でない軸についての時間遅れは解消されないため、補正対象軸の時間遅れを解消しても、補正対象軸と補正対象ではない軸との間で位相差が生じることとなる。そのため、補正対象軸入力部106により補正対象軸が指定されている場合は、補正対象ではない軸についての時間遅れ9も算出しておき、補正対象軸で時間遅れ9を算出した後に、補正対象ではない軸の時間遅れ9を差し引くと良い。特に、本実施の形態で対象としている非真円形状の加工においては、C軸とX軸との同期が重要であるため、C軸が補正対象軸ではない場合は、上記のようにしてC軸とX軸との間の位相差を解消するのが好適である。なお、その場合、Z軸も補正対象軸ならば、C軸とZ軸との位相差も解消するようにすると、さらに好適である。また、指令値生成装置内部の処理では、C軸の位置は1回転ごとにリセットされず積算されるため、本実施の形態で対象としている非真円形状の加工においては、C軸位置が単調増加又は単調減少となる。このことを利用して、C軸が補正対象軸ではない場合には、C軸位置に対応する補正対象軸の位置をプロットした場合の目標経路と応答経路との位相差を考慮することで、C軸と補正対象軸との間の位相差を解消するようにしても良い。図15は、C軸位置に対応する補正対象軸の位置をプロットした場合の目標経路と応答経路との位相差を示す図である。C軸が補正対象軸ではない場合には、C軸位置に対応する補正対象軸の位置をプロットした場合の目標経路11と応答経路12との位

相差 13 を考慮することで、C 軸と補正対象軸との間の位相差を解消するようにしても良い。

- [0096] 次いで、指令経路生成部 105 が、誤差表示要求入力部 108 から誤差表示要求を受け取っているか、又は予め入力された誤差表示条件を満たしているかのいずれかの条件が成立しているかについて判定する（ステップ S109）。
- [0097] いずれの条件も成立していない場合は（ステップ S109 / No）、後述のステップ S112 まで進む。
- [0098] いずれかの条件が成立している場合は（ステップ S109 / Yes）、指令経路生成部 105 が、内部の経路比較部 502 によって算出した誤差を誤差表示部 109 に渡し、誤差表示部 109 が指令経路生成部 105 から受け取った誤差を表示する（ステップ S110）。
- [0099] 次いで、収束判定条件決定部 103 が、ユーザが収束判定条件の変更入力をしたかを確認し、変更入力があった場合は、変更後の収束判定条件を付加した目標経路を指令経路生成部 105 に渡す（ステップ S111）。
- [0100] 次いで、指令経路生成部 105 が、内部の経路比較部 502 を用いて、収束判定の条件を満たしているかを判定する（ステップ S112）。
- [0101] ステップ S112 において収束判定の条件を満たしているか判定した際に、条件を満たしていないと判定された場合（ステップ S112 / No）、指令経路生成部 105 は、内部の応答誤差補正部 503 を用いて、補正経路保持部 504 に保持されている補正経路に変更を加える（ステップ S113）。
- [0102] 具体的には、まず、応答誤差補正部 503 が、補正経路保持部 504 から補正経路を受け取り、経路比較部 502 から各指令での各軸の誤差を受け取り、軸ごとに、補正経路の各指令での位置から誤差を減算する。ただし、この際、補正対象軸でない軸に対しては、誤差の減算を行わない。そして、応答誤差補正部 503 が、変更した補正経路を補正経路保持部 504 に格納する。なお、誤差を減算する際には、ステップ S108 で誤差を算出する際と

同様に、各軸の位相差を考慮するようにすると好適である。その場合、ステップS108で求めた位相差分だけ、各軸が遅れることを考慮し、各指令には、位相差分先の誤差を減算するようにすれば良い。また、C軸が補正対象軸で無い場合は、ステップS108と同様に、C軸位置と補正対象軸位置との平面での位相差を考慮しても良い。

- [0103] 次いで、フィードフォワード処理を行うステップS105に戻る。
- [0104] ステップS112で収束判定の条件を満たしているか判定した際に、条件を満たしていると判定された場合（ステップS112／Yes）、指令経路生成部105が、内部の指令経路保持部506に保持されている指令経路を移動指令出力部115に渡す（ステップS114）。
- [0105] 次いで、移動指令出力部115が、受け取った指令経路を基に、加工プログラムを作成し、出力する（ステップS115）。
- [0106] 以上のように、本実施の形態によれば、指令応答演算部102を用いて、制御対象の応答を計算機上のモデルに基づいて演算するため、従来技術では適用できなかった加工である、断面形状が変化する非真円形状を対象とした加工など、動作パターンが変化する加工においても指令を生成することができる。また、制御対象の特性に依存する再現性のある誤差のみを考慮することが可能であるため、従来技術と比べ、より安定かつ高精度に指令を生成することができる。
- [0107] さらに、モデルにおいて、機械の特性である慣性や粘性、弾性に起因する誤差、軸反転に起因する誤差、加工時の反力に起因する誤差、制御装置内のフィードバックループ処理による応答遅れに起因する誤差を算出するため、それらの誤差を考慮した指令を生成することができる。
- [0108] さらに、収束判定条件決定部103により、仕上がり形状の部分ごとに精度を設定することが可能であるため、精度が要求される箇所では許容誤差を小さくかつ収束判定回数を多くし、精度が要求されない箇所では誤差に関わらず収束判定条件を満たしていると判定することで、精度が必要な箇所での精度を保証しつつ指令生成にかかる時間を短縮することができる。

- [0109] さらに、補正対象軸入力部106により、補正対象軸を指定可能であるため、高い応答性を持ち、与えられた目標経路を実現するための細かな補正の効果が発揮されやすい軸を指定することで、指令生成にかかる時間を短縮でき、かつ実加工時の精度を向上できる。
- [0110] さらに、誤差表示部109を用いて、応答経路と目標経路との誤差を確認した上で、収束判定条件決定部103を用いて収束判定条件を変更することを可能としているため、精度が要求されない箇所では応答経路と目標経路との誤差が大きい場合に、収束判定の条件を緩めて指令生成にかかる時間を短縮することができる。逆に、本来は精度が要求される箇所の収束判定条件を緩く設定してしまった場合に、収束判定の条件を途中で修正することが可能であるため、指令生成を最初からやり直す必要がなく、指令生成の時間を短縮することができる。
- [0111] なお、本実施の形態においては、目標経路を決定するために、加工対象の仕上がり形状データを用いているが、それに限定されることはなく、経路そのものを入力としても良い。その場合は、目標経路決定部104が受け取った経路に加減速処理を行い、加減速処理後の経路を補正経路の初期値及び目標経路とすれば良い。
- [0112] また、本実施の形態においては、誤差の表示が行われた場合にのみ、収束判定条件の変更を受け取るようにしているが、それに限定されることはなく、誤差の表示の有無に関わらず、収束判定条件の変更を受け取るようにしても良い。
- [0113] また、本実施の形態においては、入力された仕上がり形状を一度の切削で加工するようにしているため、素材の形状によっては切り込み量が大きくなってしまいが、その場合は、入力された仕上がり形状をオフセットさせた形状を複数作成して、それぞれの形状から作成した指令を接続することで、複数回の切り込みで徐々に加工する指令を作成するようにしても良い。
- [0114] また、本実施の形態では、非真円形状の加工を想定しているが、それに限定されることはなく、その他の部品加工、金型加工などの指令を生成するよ

うにしても良い。その場合は、CAM (Computer Aided Manufacturing) などのアプリケーションを用いて作成した経路を、上述のように入力とすれば良い。

産業上の利用可能性

[0115] 以上のように、本発明にかかる指令値生成装置は、動作パターンの変化する加工に対応でき、かつ、安定して指令を生成できる点で有用である。

符号の説明

[0116] 1 素材、2 工具、3 非真円形状の加工部位、4 溝、5 加工対象の仕上がり形状、6 クリアランス距離分の延長形状、7 目標経路、8 応答経路、9 時間遅れ、10 応答経路を時間遅れずらした経路、11 横軸をC軸としたときの目標経路、12 横軸をC軸としたときの応答経路、13 位相差、80 ピストン、101 指令値生成装置、102 指令応答演算部、103 収束判定条件決定部、104 目標経路決定部、105 指令経路生成部、106 補正対象軸入力部、107 誤差表示条件入力部、108 誤差表示要求入力部、109 誤差表示部、110 形状データ入力部、111 速度データ入力部、112 時定数データ入力部、113 ドウエル・クリアランス入力部、114 フィードフォワードパラメータ入力部、115 移動指令出力部、201 制御装置応答演算部、202 制御対象応答演算部、203 制御装置パラメータ入力部、204 制御対象モデル入力部、301 形状データ保持部、302 形状データ表示部、303 許容誤差入力部、304 収束判定回数入力部、305 非切削箇所入力部、306 収束判定条件付加部、307 収束判定条件付加指示部、401 断面形状データ作成部、402 指令位置補間部、403 加減速処理部、501 収束判定条件付目標経路保持部、502 経路比較部、503 応答誤差補正部、504 補正経路保持部、505 フィードフォワード処理部、506 指令経路保持部、600 コンピュータ、601 CPU、602 RAM、603 ROM、604 記憶部、605 入力部、606 表示部、609 通信I/F、700 制御装置。

請求の範囲

[請求項1]

指令経路が与えられた時に制御対象が実際に動作する応答経路を、
計算機上のモデルに基づき予測演算する指令応答演算部と、

前記制御対象が動作する目標経路を決定する目標経路決定部と、

前記指令応答演算部に仮の指令経路を与えた時に得られる仮指令の
応答経路と、前記目標経路との誤差が現在値よりも小さい値となるよ
うに、前記仮の指令経路を再生成する指令経路生成部と、

前記仮指令の応答経路と前記目標経路との誤差が収束したかの判定
処理に用いる収束判定条件を決定する収束判定条件決定部と、

前記収束判定条件に基づいて、前記判定処理を行う経路比較部とを
備え、

前記経路比較部が前記収束判定条件を満たすと判定するまで、前記
指令経路生成部による前記仮の指令経路の再生成と、前記指令応答演
算部による前記仮指令の応答経路の算出とを繰り返し、前記経路比較
部が前記収束判定条件を満たすと判定した場合に、前記仮の指令経路
を、制御対象を動作させるための指令経路として前記制御対象を制御
する制御装置へ出力することを特徴とする指令値生成装置。

[請求項2]

前記制御対象の挙動及び前記制御装置の挙動に関するパラメータの
入力を受け付ける入力部を備え、

前記指令応答演算部は、前記制御対象の挙動及び前記制御装置の挙
動の少なくとも一方を模擬可能なモデルと前記パラメータとに基づい
て、前記応答経路を演算することを特徴とする請求項1に記載の指令
値生成装置。

[請求項3]

前記制御対象の挙動は、前記制御対象の慣性に起因する挙動、前記
制御対象の粘性に起因する挙動、前記制御対象の弾性に起因する挙動
、前記制御対象が軸反転時に示す挙動、前記制御対象が熱変位の影響
を受けて示す挙動、前記制御対象が加工時の反力を受けて示す挙動の
少なくともいずれかであり、

前記制御装置の挙動は、制御装置内の位置フィードバックループ処理の挙動、制御装置内の速度フィードバックループ処理の挙動、制御装置内の電流フィードバックループ処理の挙動、慣性による影響を補正する制御装置内の処理の挙動、粘性による影響を補正する制御装置内の処理の挙動、弾性による影響を補正する制御装置内の処理の挙動、軸反転による影響を補正する制御装置内の処理の挙動、熱変位の影響を補正する制御装置内の処理の挙動、加工時の反力による影響を補正する制御装置内の処理の挙動、指令値を滑らかにする制御装置内のフィルタ処理の挙動の少なくともいずれかであることを特徴とする請求項2に記載の指令値生成装置。

[請求項4] 前記経路比較部は、前記目標経路を複数の区間に分割した各区間ごとに、前記収束判定条件を満たすか否かの判定を行い、全ての区間において前記収束判定条件を満たす場合に、前記目標経路全体として前記収束判定条件を満たすと判定することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の指令値生成装置。

[請求項5] 前記目標経路を複数に分割した各区間、又は前記目標経路の経路全体の区間に対して、収束判定閾値、収束判定回数及び非切削箇所フラグの少なくともいずれかを設定し、

前記経路比較部は、前記非切削箇所フラグが付加された区間は、前記収束判定条件を満たすと判定し、前記収束判定閾値又は前記収束判定回数が設定された区間は、前記誤差が前記収束判定閾値以下であること、及び前記仮の指令経路の再生成の繰り返し回数が、前記収束判定回数以上であることのいずれかが成立する場合に前記収束判定条件を満たすと判定することを特徴とする請求項4に記載の指令値生成装置。

[請求項6] 予め設定された誤差表示条件を満たす場合に、前記目標経路の区間ごとに前記目標経路と前記応答経路との差を表示し、

前記目標経路の区間ごとに前記収束判定条件を変更可能であること

を特徴とする請求項4又は5に記載の指令値生成装置。

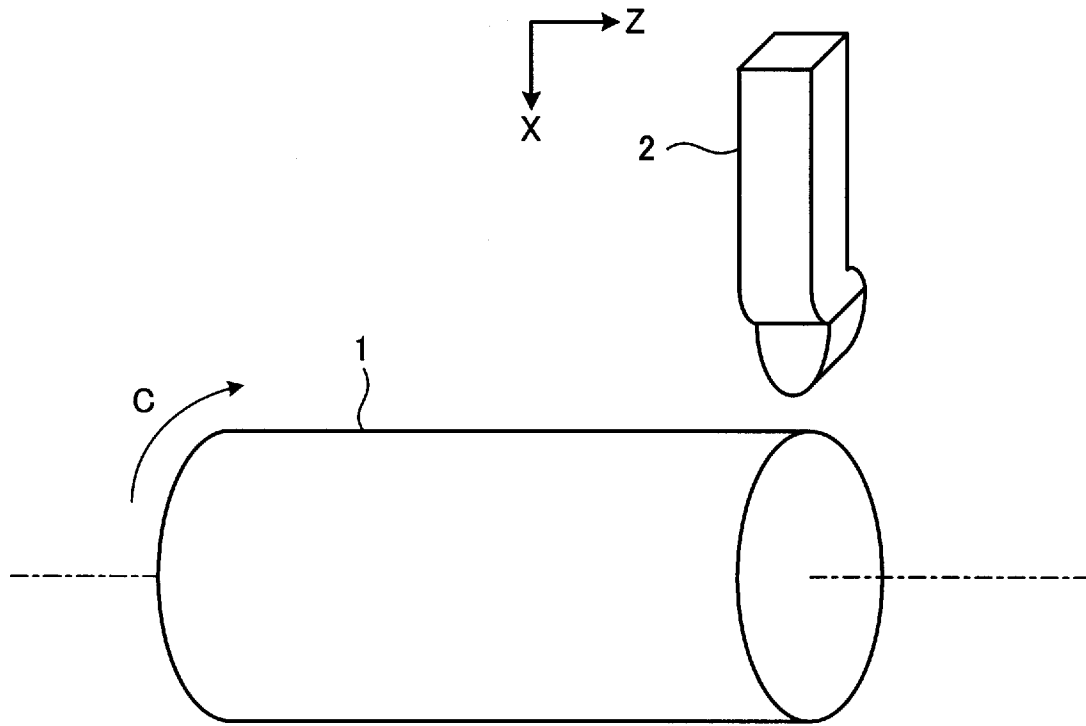
[請求項7]

前記指令経路は、複数の軸成分を含んでおり、

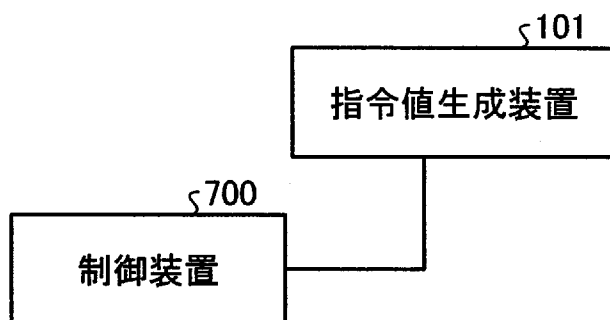
前記指令経路生成部が前記仮の指令経路を再生成することによって軸成分が補正される軸の指定を受け付ける補正対象軸入力部を有し、

前記指令経路生成部は、前記補正対象軸入力部が指定を受け付けた軸についてのみ前記指令経路の軸成分を補正することを特徴とする請求項1から6のいずれか1項に記載の指令値生成装置。

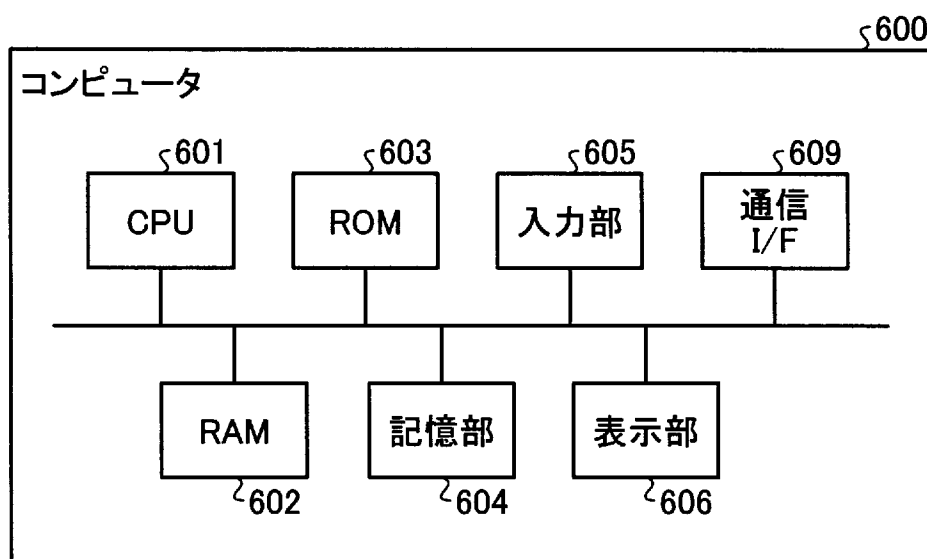
[図1]



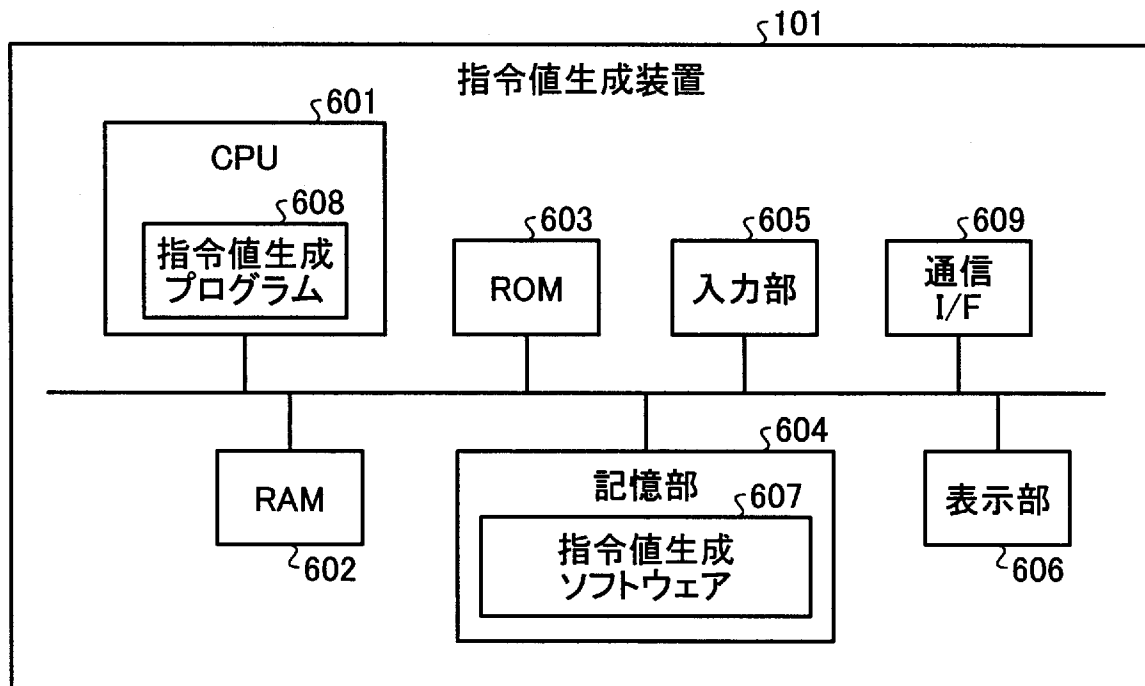
[図2]



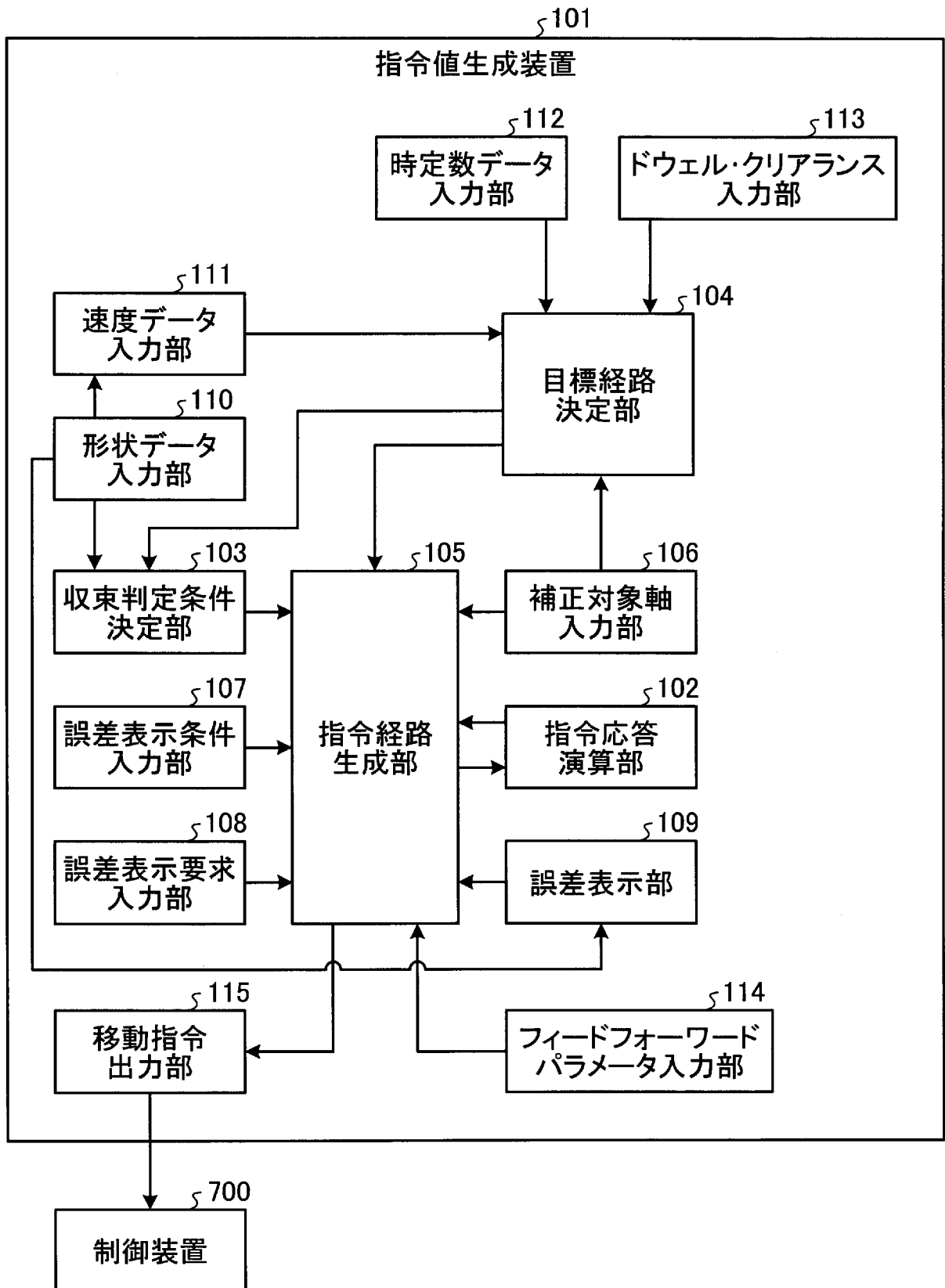
[図3]



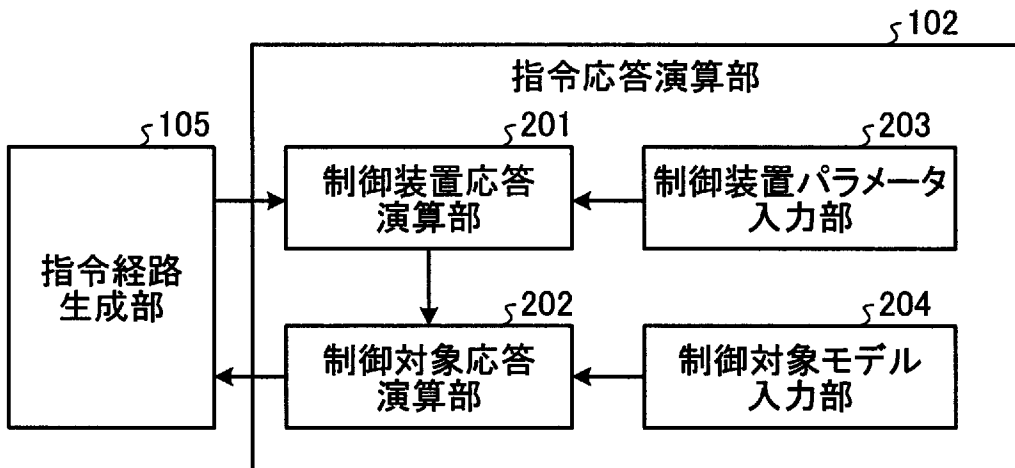
[図4]



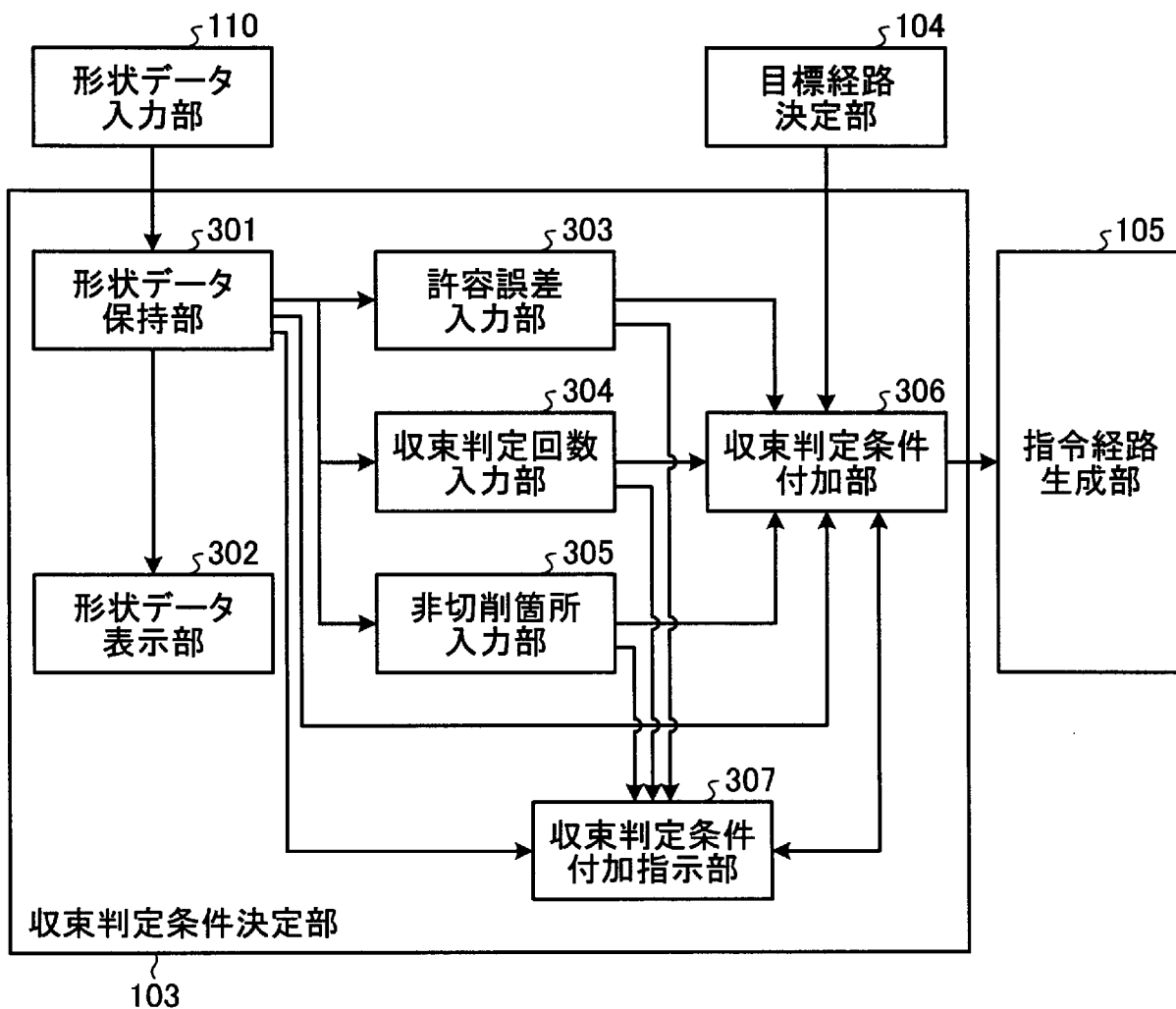
[図5]



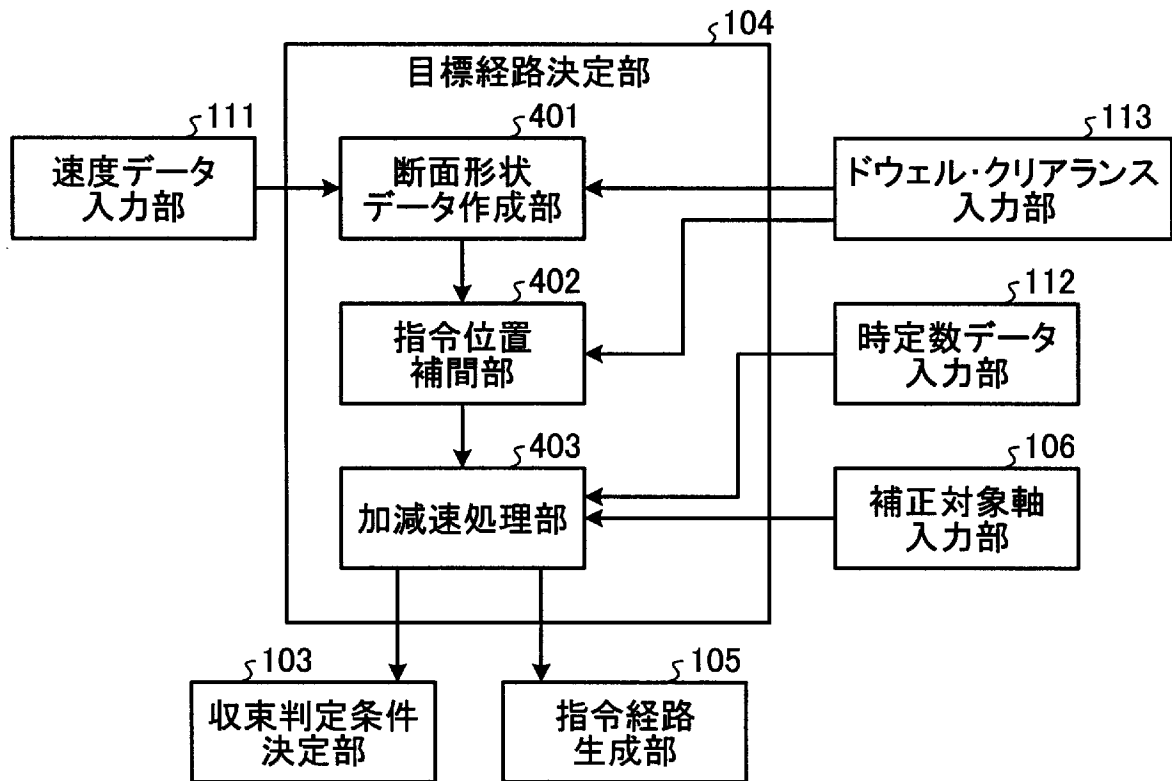
[図6]



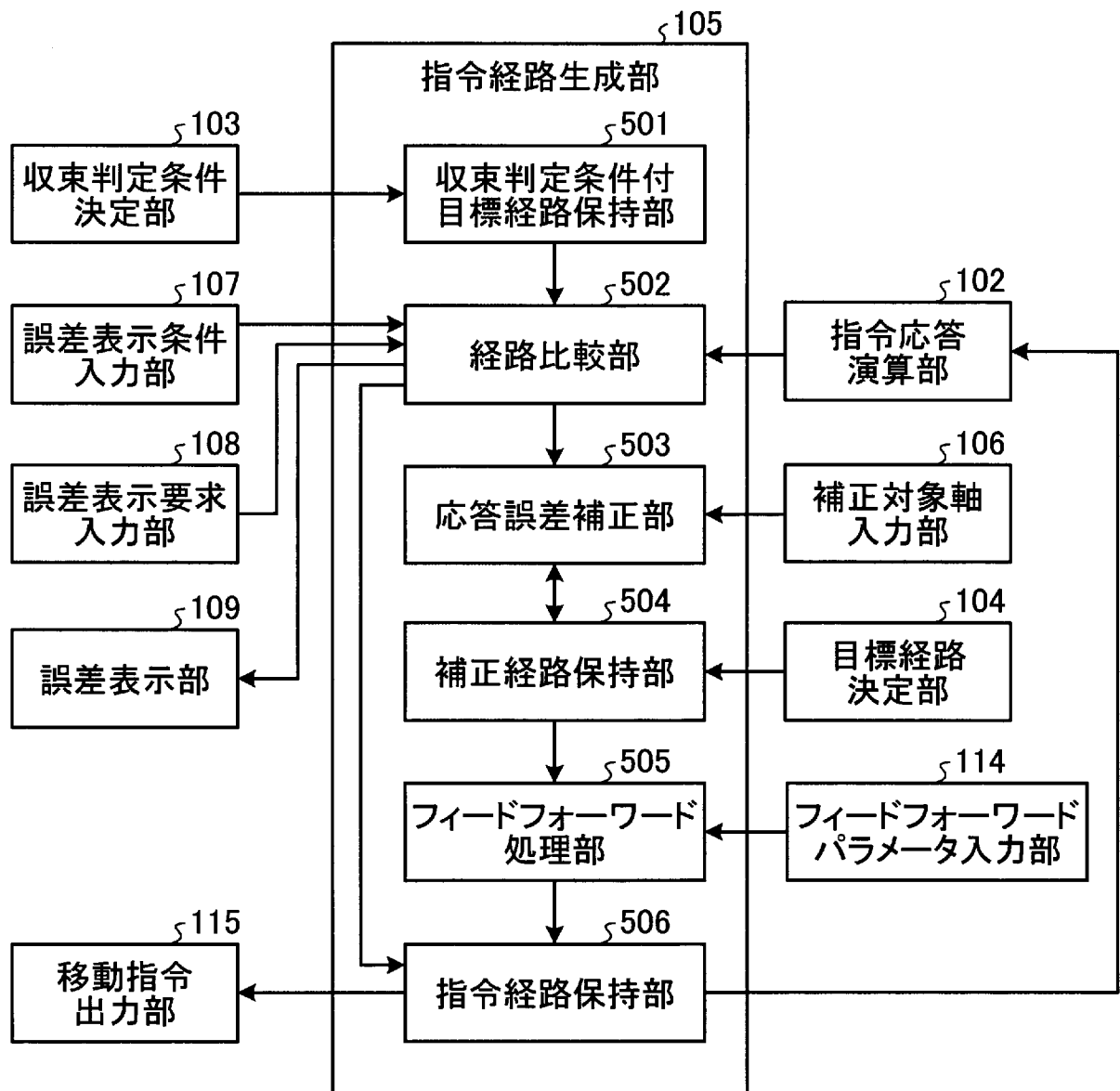
[図7]



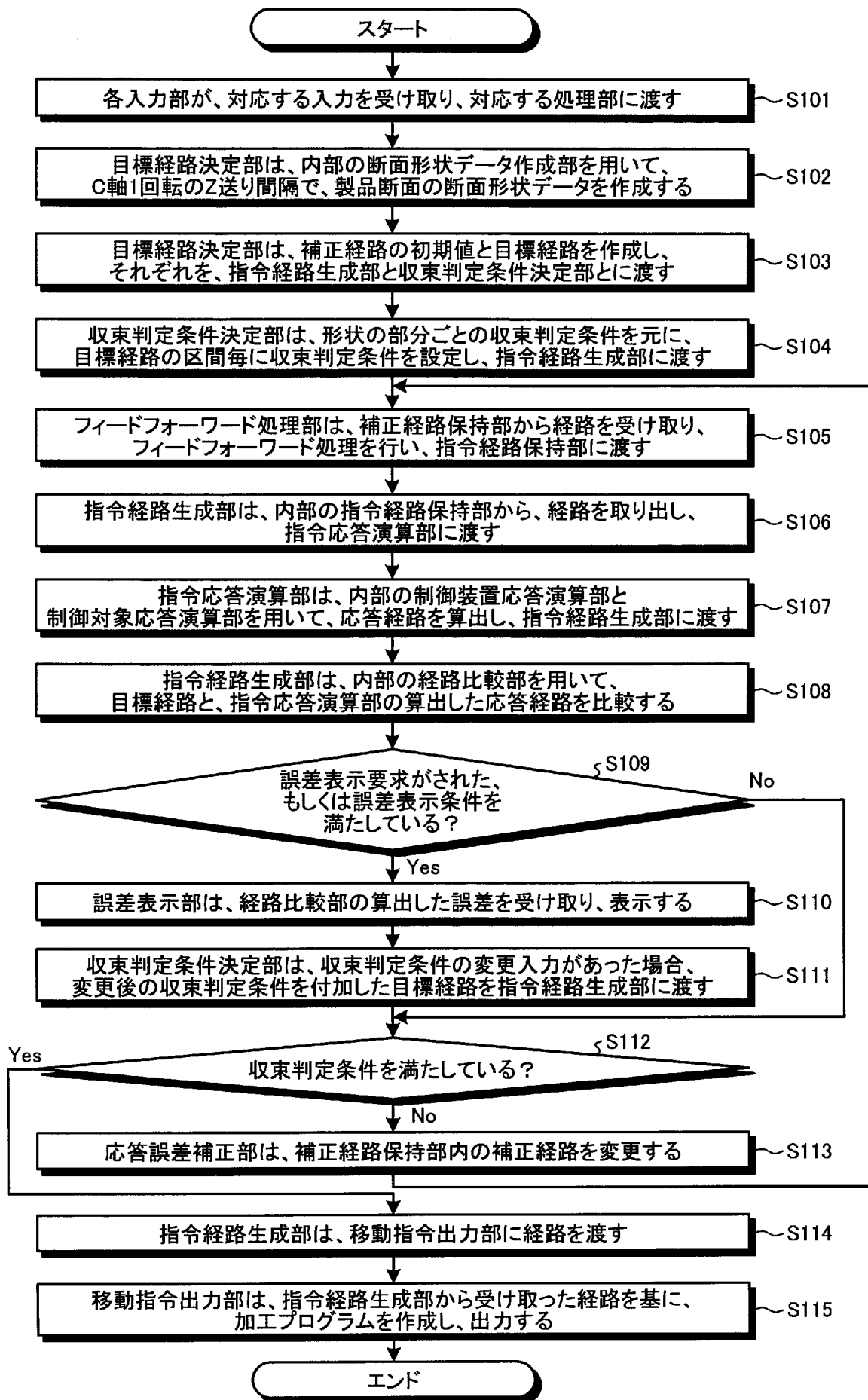
[図8]



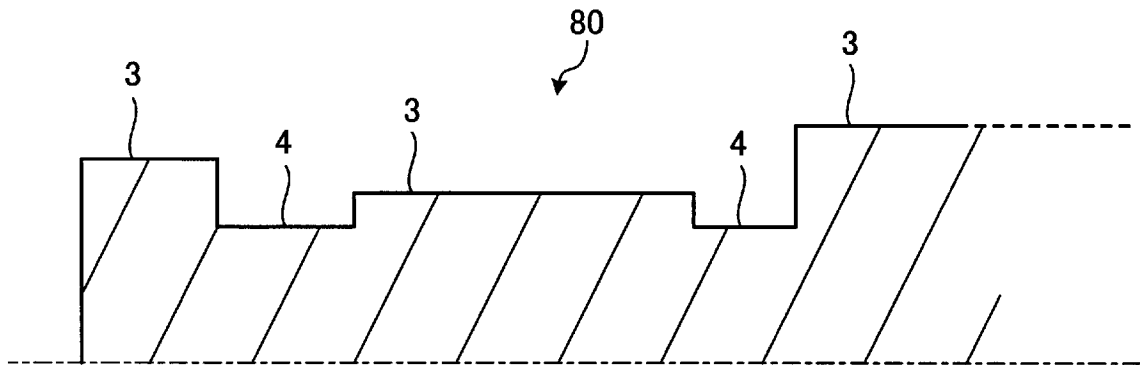
[図9]



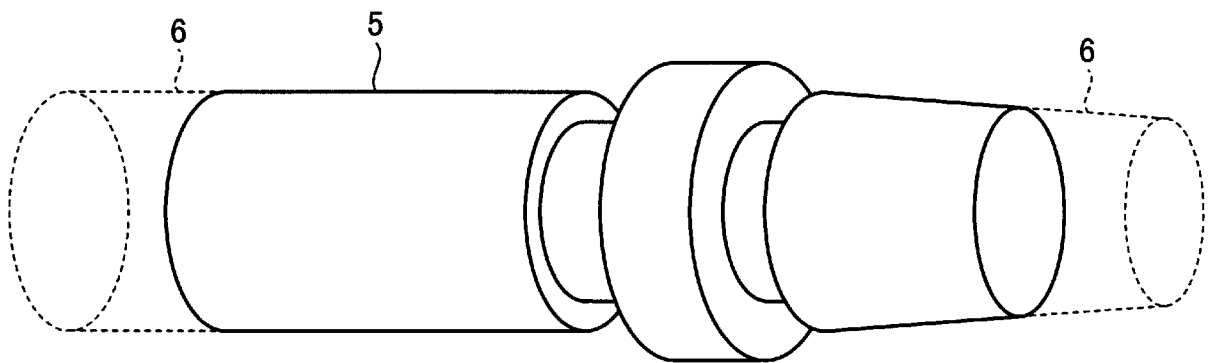
[図10]



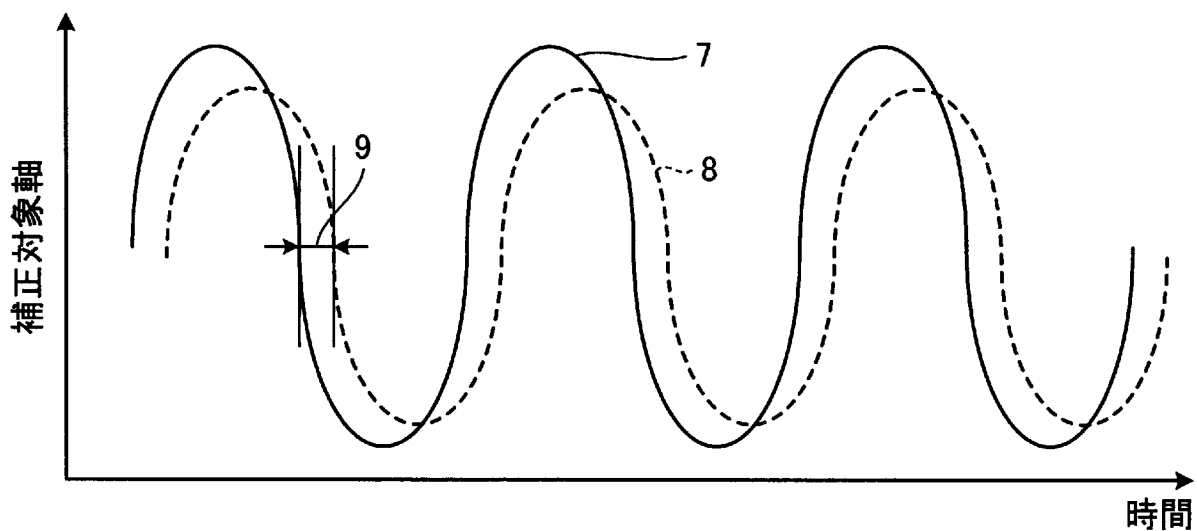
[図11]



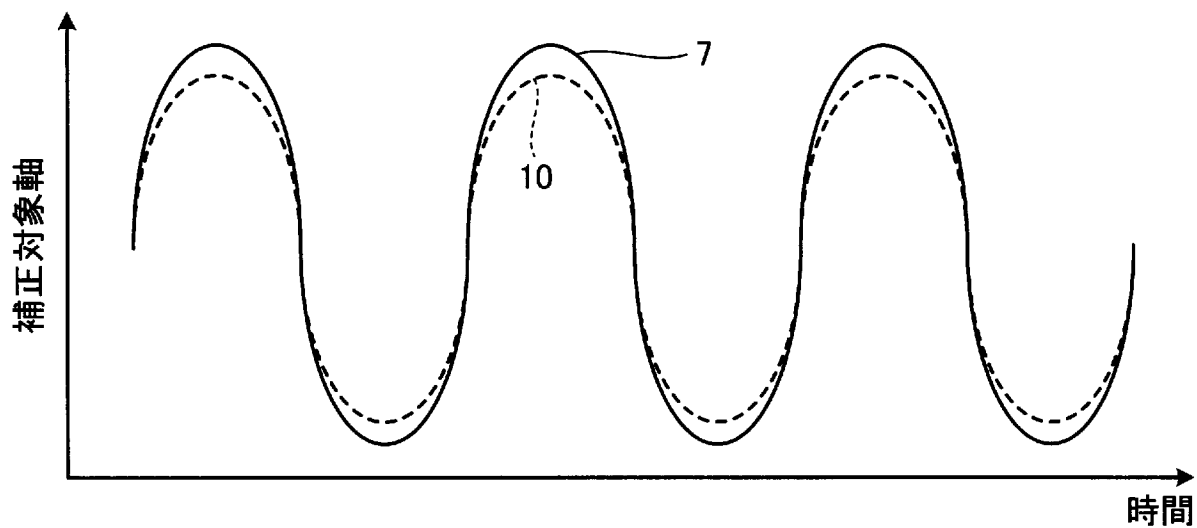
[図12]



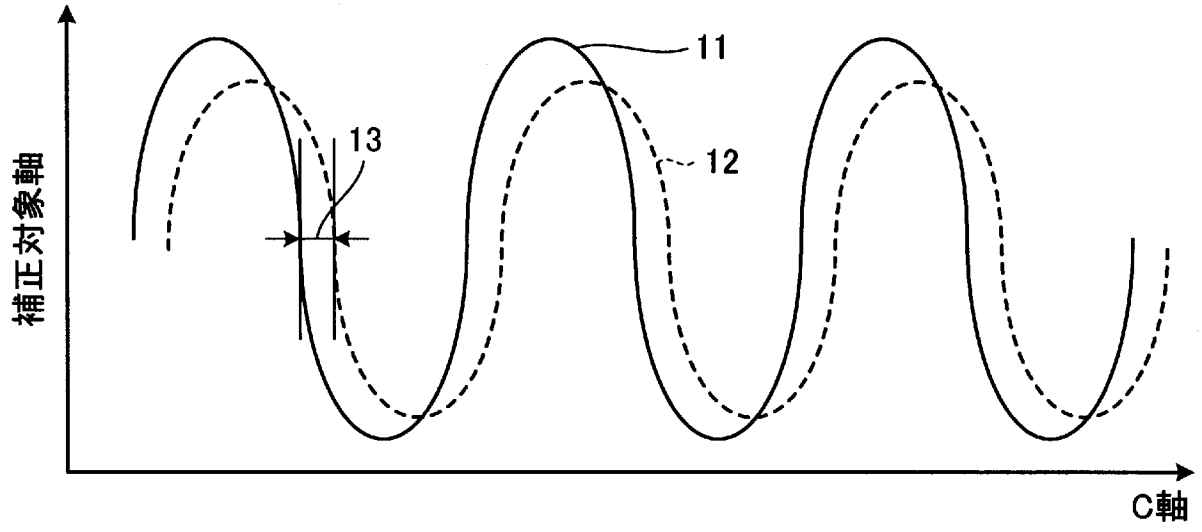
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/060838

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G05B19/404(2006.01)i, B23Q15/00(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)
G05B19/404, B23Q15/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 2007-136671 A (Fanuc Ltd.), 07 June 2007 (07.06.2007), paragraphs [0010], [0019] to [0027]; fig. 1 to 3 & JP 2007-54942 A & US 2007/0021868 A1 & US 2011/0087373 A1 & EP 1752847 A2 & EP 1921526 A1 & CN 1903523 A	1, 4, 7 2-3, 5-6
Y	JP 8-137531 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 31 May 1996 (31.05.1996), paragraphs [0006], [0020] to [0026], [0035] to [0036]; all drawings (Family: none)	2-3, 5-6

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 23 June, 2014 (23.06.14)	Date of mailing of the international search report 08 July, 2014 (08.07.14)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/060838

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-237843 A (Hiroshima-Ken, Saitama University), 21 October 2010 (21.10.2010), paragraphs [0001], [0027] to [0028]; fig. 1, 5, 7 (Family: none)	5-6
Y	JP 8-328632 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 13 December 1996 (13.12.1996), paragraphs [0004] to [0005], [0010], [0027] to [0034], [0037]; fig. 1 to 2, 7 (Family: none)	6
A	JP 7-266267 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 17 October 1995 (17.10.1995), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2006-281330 A (Nachi-Fujikoshi Corp.), 19 October 2006 (19.10.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G05B19/404(2006.01)i, B23Q15/00(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. G05B19/404, B23Q15/00		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2007-136671 A (ファナック株式会社) 2007. 06. 07, 段落【0010】 , 【0019】-【0027】 , 【図 1】-【図 3】 & JP 2007-54942 A & US 2007/0021868 A1 & US 2011/0087373 A1 & EP 1752847 A2 & EP 1921526 A1 & CN 1903523 A	1, 4, 7 2-3, 5-6
<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 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願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 「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 23. 06. 2014	国際調査報告の発送日 08. 07. 2014	
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） 金丸 治之 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3U 5367

C (続き) . 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 8-137531 A (日本電信電話株式会社) 1996. 05. 31, 段落【0006】 , 【0020】 - 【0026】 , 【0035】 - 【0036】 , 全図 (ファミリーなし)	2-3, 5-6
Y	JP 2010-237843 A (広島県, 国立大学法人埼玉大学) 2010. 10. 21, 段 落【0001】 , 【0027】 - 【0028】 , 【図 1】 , 【図 5】 , 【図 7】 (ファミ リーなし)	5-6
Y	JP 8-328632 A (松下電工株式会社) 1996. 12. 13, 段落【0004】 - 【0005】 , 【0010】 , 【0027】 - 【0034】 , 【0037】 , 【図 1】 - 【図 2】 , 【図 7】 (ファミリーなし)	6
A	JP 7-266267 A (日本電信電話株式会社) 1995. 10. 17, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-7
A	JP 2006-281330 A (株式会社不二越) 2006. 10. 19, 全文, 全図 (ファ ミリーなし)	1-7