(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6703358号
(P6703358)
(45)発行日　令和2年6月3日(2020.6.3)　(24)登録日　令和2年5月12日(2020.5.12)

(51)Int.Cl.　F I
B23Q 3/155 (2006.01)　B23Q 3/155 F

請求項の数 6　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2017-116220(P2017-116220)
(22)出願日　平成29年6月13日(2017.6.13)
(65)公開番号　特開2019-929(P2019-929A)
(43)公開日　平成31年1月10日(2019.1.10)
審査請求日　平成31年3月20日(2019.3.20)

(73)特許権者　000132161
株式会社スギノマシン
富山県魚津市本江２４１０番地
(72)発明者　坂本　晃司郎
富山県魚津市本江２４１０番地　株式会社スギノマシン内
(72)発明者　森口　卓也
富山県魚津市本江２４１０番地　株式会社スギノマシン内

審査官　亀田　貴志

最終頁に続く

(54)【発明の名称】工作機械

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
工作機械であって、
主軸頭と、
前記主軸頭に軸線を中心に回転可能に設けられ、工具を装着する主軸穴を有する主軸と、
前記主軸の内部に設けられ、前記工具を引き前記主軸穴へ密着させるドローバーと、
シリンダと、前記シリンダ内部を第１室と第２室に分離するピストンを有し、前記ピストンが進退して前記ドローバーを駆動する駆動シリンダと、
前記ピストンの変位量を検出する変位センサと、
前記工具を把持する複数のグリップと、前記グリップと前記主軸との相対位置を移動できる同期モータと、を有する自動工具交換装置と、
制御装置であって、
前記変位量に対する前記同期モータの位相の指令値を示す指令関数を記憶する記憶装置と、
前記変位センサが検出した前記変位量及び前記指令関数に基づいて前記指令値を演算する指令値演算手段を有する演算装置と、
前記指令値に基づいて前記同期モータを駆動するドライバと、を有する制御装置と、を備え、
前記自動工具交換装置は、

前記グリップを含む工具交換アームと、
前記位相に応じて前記相対位置を変化させ、かつ、前記位相が第１の位相から第２の位相まで、及び第３の位相から第４の位相まで設けられた停留区間において、前記工具交換アームの位置を停留できるカム装置と、を有し、
前記自動工具交換装置は、前記位相が前記停留区間にある間に、前記グリップと前記主軸穴との間で前記工具を受渡すよう構成され、
前記記憶装置は、
前記工具の工具イナーシャを示す工具表と、
工具交換開始時点において前記主軸穴に装着されている現在工具と、
前記自動工具交換装置が次に前記主軸穴に装着しようとする次工具と、
前記工具交換アームが保持する前記工具の前記工具イナーシャの総和である保持イナーシャに対する前記同期モータの許容速度又は許容加速度の相関関係と、を記憶し、
前記演算装置は、
前記工具交換アームが保持する前記工具に対する前記工具イナーシャを前記工具表から読出し、読み出した前記工具イナーシャの総和として前記保持イナーシャを演算するよう構成されたイナーシャ演算手段と、
前記保持イナーシャ及び前記相関関係に基づいて前記許容速度又は前記許容加速度を演算する許容速度演算手段と、を含み、
前記指令値演算手段は、前記許容速度又は前記許容加速度に基づいて前記指令値を演算するよう構成された、
工作機械。
【請求項２】
請求項１の工作機械であって、
前記自動工具交換装置は、前記位相を検出する位相検出装置を更に有し、
前記制御装置は、前記位相をフィードバックして、前記位相と前記指令値との偏差が０になるように制御するフィードバック制御手段を有する工作機械。
【請求項３】
工作機械であって、
主軸頭と、
前記主軸頭に軸線を中心に回転可能に設けられ、工具を装着する主軸穴を有する主軸と、
前記主軸の内部に設けられ、前記工具を引き前記主軸穴へ密着させるドローバーと、
シリンダと、前記シリンダ内部を第１室と第２室に分離するピストンを有し、前記ピストンが進退して前記ドローバーを駆動する駆動シリンダと、
前記ピストンの変位量を検出する変位センサと、
前記工具を把持する複数のグリップと、前記グリップと前記主軸との相対位置を移動できる同期モータと、を有する自動工具交換装置と、
制御装置であって、
前記変位量に対する前記同期モータの位相の指令値を示す指令関数を記憶する記憶装置と、
前記変位センサが検出した前記変位量及び前記指令関数に基づいて前記指令値を演算する指令値演算手段を有する演算装置と、
前記指令値に基づいて前記同期モータを駆動するドライバと、を有する制御装置と、
架台と、
前記架台に設けられ、前記主軸頭を設けられるＺサドルを有し、前記主軸頭を移動できる移動装置と、
前記主軸頭又は前記Ｚサドルに設けられ、作動流体を昇圧するポンプと、
前記主軸頭又は前記Ｚサドルに設けられ、前記ポンプが昇圧した前記作動流体を前記第１室と前記第２室のいずれか一方に供給できる方向切替え弁と、を備える工作機械。
【請求項４】

請求項３の工作機械であって、
前記自動工具交換装置は、前記位相を検出する位相検出装置を更に有し、
前記制御装置は、前記位相をフィードバックして、前記位相と前記指令値との偏差が０になるように制御するフィードバック制御手段を有する工作機械。
【請求項５】
請求項１の工作機械であって、
架台と、
前記架台に設けられ、前記主軸頭を設けられるＺサドルを有し、前記主軸頭を移動できる移動装置と、
前記主軸頭又は前記Ｚサドルに設けられ、作動流体を昇圧するポンプと、
前記主軸頭又は前記Ｚサドルに設けられ、前記ポンプが昇圧した前記作動流体を前記第１室と前記第２室のいずれか一方に供給できる方向切替え弁と、を更に備える工作機械。
【請求項６】
請求項３～５のいずれか１項の工作機械であって、前記自動工具交換装置は前記架台に設けられている工作機械。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は工作機械に関する。
【背景技術】
【０００２】
スピンドルの内部に案内体およびクランプロッドを設け、軸体がスピンドルの側部に設けられた長孔開口部から案内体を貫通し、シリンダ部材及びヘッド本体の内部をピストンが摺動するように設けられ、案内体は皿ばねにより押し上げられている工具クランプ装置が提案されている。（特許文献１の図４、段落０００７、０００８）。
【０００３】
工具交換アーム（ＡＴＣアーム）の駆動は、工具交換アーム用モータ及びモータ軸に結合された２つのカムにより、モータ軸が１回転することで工具交換を一挙に行うＡＴＣ装置が提案されている（特許文献２の図１、技術的背景と解決すべき問題点）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特許第３７９８１１０号公報
【特許文献２】特開昭６４－５７５１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
シリンダを利用する主軸装置と自動工具交換装置とを用いて、工具交換時間を短縮することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
上記課題に鑑みて、本発明の第１の側面は、工作機械であって、
主軸頭と、
前記主軸頭に軸線を中心に回転可能に設けられ、工具を装着する主軸穴を有する　主軸と、
前記主軸の内部に設けられ、前記工具を引き前記主軸穴へ密着させるドローバーと、
シリンダと、前記シリンダ内部を第１室と第２室に分離するピストンを有し、前記ピストンが進退して前記ドローバーを駆動する駆動シリンダと、
前記ピストンの変位量を検出する変位センサと、
前記工具を把持する複数のグリップと、前記グリップと前記主軸との相対位置を移動で

きる同期モータと、を有する自動工具交換装置と、
制御装置であって、
前記変位量に対する前記同期モータの位相の指令値を示す指令関数を記憶する記憶装置と、
前記変位センサが検出した前記変位量及び前記指令関数に基づいて前記指令値を演算する指令値演算手段を有する演算装置と、
前記指令値に基づいて前記同期モータを駆動するドライバと、を有する制御装置と、を備えている。
【発明の効果】
【０００７】
本発明によれば、ドローバーを駆動する駆動シリンダのピストンの変位量に工具交換装置の同期モータの位相を同期できるため、工具交換時間を短縮できる。
【図面の簡単な説明】
【０００８】
【図１】本発明の実施形態１における工作機械。
【図２】本発明の実施形態１における工作機械のサイクル線図。
【図３】本発明の実施形態１における工作機械の機能ブロック線図。
【図４】本発明の実施形態１におけるアンクランプ関数。
【図５】本発明の実施形態１におけるクランプ関数。
【図６】本発明の実施形態１における工具表。
【図７】本発明の実施形態１における許容速度関数及び許容加速度関数。
【図８】本発明の実施形態１における自動工具交換方法のフローチャート。
【図９】本発明の実施形態１の変形例における許容速度表。
【図１０】本発明の実施形態２におけるアンクランプ関数。
【図１１】本発明の実施形態２におけるクランプ関数。
【図１２】本発明の実施形態２における工作機械のサイクル線図。
【図１３】本発明の実施形態２における自動工具交換方法のフローチャート。
【発明を実施するための形態】
【０００９】
（実施形態１）
図１を参照して、実施形態１の工作機械１０は、架台５１、移動装置５０、主軸装置１１、ＡＴＣ（自動工具交換装置）３７、及び制御装置４０を含む。
【００１０】
移動装置５０は、Ｘ軸移動装置５２、移動コラム５３、Ｙ軸移動装置５４、Ｙサドル５５、Ｚ軸移動装置５６及びＺサドル５７を含む。Ｘ軸移動装置５２は架台５１に設けられている。移動コラム５３は、Ｘ軸移動装置５２上に設けられ、左右方向（Ｘ軸方向）に移動できる。Ｙ軸移動装置５４は、移動コラム５３上に設けられる。Ｙサドル５５は、Ｙ軸移動装置５４上に設けられ、上下方向（Ｙ軸方向）に移動できる。Ｚ軸移動装置５６は、Ｙサドル５５上に設けられる。Ｚサドル５７は、Ｚ軸移動装置５６上に設けられる。Ｚサドル５７は、前後方向（Ｚ軸方向）に移動できる。Ｘ軸移動装置５２、Ｙ軸移動装置５４及びＺ軸移動装置５６は、いわゆるボールねじ機構の他、リニアモータ機構が利用できる。
【００１１】
主軸装置１１は、Ｚサドル５７上に設けられる。主軸装置１１は、移動装置５０によってＸＹＺ方向に自由に移動できる。なお、上述の形態によれば、主軸装置１１がＸＹＺ方向に移動できるが、いくつかの移動軸が加工テーブルを移動できるように構成しても良い。また、軸名称ＸＹＺは便宜的なものであり、変更できる。
【００１２】
主軸装置１１は、主軸頭１２、主軸１５、ドローバー１７、皿ばね２５、コレット１４、スライダー２１、ピン２０、駆動シリンダ１９及び主軸モータ２５を含む。図１の軸線３の上側はドローバー１７が引かれた状態を、下側はドローバー１７が押し出された状態を

示す。主軸頭１２は、中空円筒状をなす。主軸１５は、ベアリング１３により、主軸頭１２の内部に軸線３を中心に回転可能に支持される。主軸１５は中空円筒状をなす。主軸１５は、工具１（工具１Ｂ，工具１Ｃの総称）を装着できる主軸穴１５ａを先端部に有する。主軸１５の内部には、ドローバー１７及び皿ばね２５が設けられている。ドローバー１７は軸線３の方向に摺動可能に設けられている。皿ばね２５は、ドローバー１７を主軸１５の基端方向に付勢する。ドローバー１７の先端部にはコレット１４が設けられている。主軸１５の内部かつドローバー１７の基端部にはスライダー２１が設けられている。スライダー２１は、主軸１５の内部を摺動できる。スライダー２１はドローバー１７と一体となって軸線３の方向に前後に移動する。スライダー２１には、軸線３と直交する方向に貫通穴２１ａが設けられる。貫通穴２１ａにはピン２０が設けられる。主軸１５には、ピン２０の移動量に合わせて軸線３の方向に長穴１５ｂが設けられている。そして、ピン２０は、長穴１５ｂを貫通して主軸１５から突き出すように設けられている。スライダー２１の基端部に、小径円筒状の摺動部２１ｂが設けられる。

【００１３】

主軸モータ２５は、主軸頭１２の基端部に設けられる。主軸モータ２５の出力軸２５ａの先端には、軸線３に沿って穴２５ｂが設けられる。出力軸２５ａと主軸１５とは、カップリング２４で結合される。摺動部２１ｂは、穴２５ｂに摺動する。スライダー２１は、その外面が主軸１５の内面と摺動でき、基端部に設けられた摺動部２１ｂが穴２５ｂ内を摺動できるため、その振れを抑制できる。

【００１４】

駆動シリンダ１９は、主軸頭１２の基端部の内部に設けられる。駆動シリンダ１９は、シリンダ１９ａ及びピストン１９ｂを含む。シリンダ１９ａは、ケーシング１９ａ１、エンドブロック１９ａ２を含む。ケーシング１９ａ１は中空円筒状をなし、基端側に貫通穴を持つ。エンドブロック１９ａ２はケーシング１９ａ１の先端部を囲み、先端側に貫通穴を持つ。ケーシング１９ａ１とエンドブロック１９ａ２が形成する内部の空間にピストン１９ｂが設けられている。ピストン１９ｂは中空円筒状をなす。主軸１５はピストン１９ｂを貫通している。ピストン１９ｂの両端部は、ケーシング１９ａ１とエンドブロック１９ａ２の両端に設けられた貫通穴に摺動する。ピストン１９ｂの中央部は、ケーシング１９ａ１の内部に摺動する大径部をなし、シリンダ１９ａの内部を第１室１９ｃと第２室１９ｄに区画する。ピストン１９ｂの内部の先端側には、収納室１９ｅが形成されている。収納室１９ｅは、ピン２０が回転できる大きさを持つ。ドローバー１７が基端方向にひかれているときは、ピン２０は収納室１９ｅと接触しない。ピストン１９ｂが先端方向に移動すると、ピン２０が収納室１９ｅの基端側の端面１９ｆと接触する。端面１９ｆは、ピン２０を軸線３の先端方向に押し出せる構成となっている。駆動シリンダ１９は、ピストン１９ｂを進退させてドローバー１７を駆動する。

【００１５】

ピストン１９ｂには、ドグ２３が設けられる。ドグ２３は、軸線３と垂直な方向に延びる板状を成す。主軸頭１２には、ドグ２３に対向するように、変位センサ２９が設けられる。変位センサ２９は、軸線３の方向におけるピストン１９ｂの変位量Ｐを測定する。変位センサ２９は、０．０５ないし０．２ｍｍの分解能を有することが望ましい。変位センサ２９は、検出した変位量Ｐを指令値演算手段４２ａ及び変位監視手段４２ｂへ送る（図３参照）。

【００１６】

主軸装置１１は、更に、タンク３１、ポンプ３３及び方向切替え弁３５を含む。タンク３１、ポンプ３３及び方向切替え弁３５は駆動シリンダ１９の近傍、特に主軸頭１２又はＺサドル５７に固定できる。タンク３１は作動媒体である作動油Ｆを貯留する。ポンプ３３はタンク３１に貯留された作動油Ｆを昇圧する。ポンプ３３としてピストンポンプ、ギアポンプが利用できる。方向切替え弁３５は、スプリングバック式の２位置２ポート電磁弁を利用できる。方向切替え弁３５は、昇圧された作動油Ｆを第１室１９ｃ又は第２室１９ｄの一方に送る。そして、第１室１９ｃ又は第２室１９ｄの他方から作動油Ｆをタンク３

１へ戻す。ポンプ３３及び方向切替え弁３５が駆動シリンダ１９の近傍に設けられるため、配管３４の長さを短縮できる。このため、制御装置４０からアンクランプ又はクランプ指令が発せられてから駆動シリンダ１９が移動するまでの時間を短縮できる。

【００１７】

ピストン１９ｂが基端方向に移動しているときは、ドローバー１７は皿ばね２５により、基端方向に付勢される。このときに、コレット１４は、工具１のプルスタッド１ａを掴む。他方、ピストン１９ｂが先端方向に移動し、ドローバー１７を先端方向に押し出すと、コレット１４はプルスタッド１ａを離す。ドローバー１７はプルスタッド１ａをけり出せる。

【００１８】

ＡＴＣ３７は、架台５１に設けられている。ＡＴＣ３７は、モータ３７ａ、カム装置３７ｑ及びＡＴＣアーム（工具交換アーム）３７ｈを含む。モータ３７ａは、サーボモータ、ステッピングモータその他の同期モータである。カム装置３７ｑは、昇降アーム３７ｂ、平面溝カム３７ｃ、ローラギアカム３７ｄ、タレット３７ｅ、案内ローラ３７ｆ、カムフォロア３７ｋ及びシャフト３７ｇを含む。カムフォロア３７ｋは昇降アーム３７ｂの中央部に設けられている。カムフォロア３７ｋは平面溝カム３７ｃのカム溝に係合する。昇降アーム３７ｂは案内ローラ３７ｆを昇降する。平面溝カム３７ｃ及びローラギアカム３７ｄはモータ３７ａに直結される。平面溝カム３７ｃ及びローラギアカム３７ｄは一体に形成できる。ローラギアカム３７ｄのカム溝にはタレット３７ｅが噛み込む。シャフト３７ｇはタレット３７ｅと共に旋回でき、タレット３７ｅに摺動可能に設けられる。ＡＴＣアーム３７ｈはシャフト３７ｇの先端に固定されている。ＡＴＣアーム３７ｈは２つのグリップ３７ｐを有している。モータ３７ａは、平面溝カム３７ｃ及びローラギアカム３７ｄを同時に回転させるため、ＡＴＣアーム３７ｈの昇降動作が旋回動作に連動する。

【００１９】

ＡＴＣ３７は更に、レゾルバ、エンコーダその他の位相検出装置３７ｍを有しても良い。位相検出装置３７ｍは、モータ３７ａ、平面溝カム３７ｃ又はローラギアカム３７ｄの位相θを検出する。位相検出装置３７ｍはモータ３７ａに内蔵できる。

【００２０】

図２に従って、工作機械１０の動作を説明する。図２は、位相θに対するＡＴＣアーム３７ｈの旋回角φを示すグラフ６９、位相θに対するＡＴＣアーム３７ｈの高さＨを示すグラフ７１、位相θに対する変位量Ｐを示すグラフ７３、位相θに対するドローバー１７の位置Ｄを示すグラフ７５を含む。旋回角φは、ＡＴＣアーム３７ｈの初期位置を原点とし、主軸穴１５ａに向かう方向を正とする。高さＨは、工具１を把持する高さＨ１を原点とし、主軸１５から離れる方向を正とする。変位量Ｐは、ピストン１９ｂの基端側の移動端を原点とし、先端側を正とする。位置Ｄは、主軸穴１５ａに工具１が装着されていないときのドローバー１７の基端側の移動端を原点とし、先端側を正とする。

【００２１】

グラフ６９に示すように、モータ３７ａが１回転する間に、旋回角φは０度から９０度、２７０度、１８０度と変化する。グラフ７３に示すように、高さＨは、Ｈ１からＨ２まで移動し、Ｈ１へ戻る。同期区間Ａ（位相θは５ｂないし５ｄ）および同期区間Ｂ（位相θは５ｋないし５ｍ）において、位相θは変位量Ｐに同期する。

【００２２】

主として図３を参照して、制御装置４０について説明する。制御装置４０は、記憶装置４１、演算装置４２、ドライバ４４、シリンダ駆動手段４５及びポンプ駆動手段４６を含む。

【００２３】

記憶装置４１は、ストレージ又はメインメモリを含む。記憶装置４１は、指令関数４１ａ、最高速度４１ｂ及び最高加速度４１ｃを記憶する。記憶装置４１は更に、工具表４１ｆ、現在工具４１ｄ、次工具４１ｅ、許容速度関数４１ｇ及び許容加速度関数４１ｈを記憶しても良い。

【００２４】
指令関数４１ａは、更にアンクランプ関数４１ａ１及びクランプ関数４１ａ２を含む。図４を参照して、アンクランプ関数４１ａ１は、同期区間Ａにおける、変位量Ｐに対する位相θの指令値θ０を示す。アンクランプ関数４１ａ１は、変位量ＰがＰ０からＰ２に変化する間に、指令値θ０が５ｂから位相５ｄの間を直線的に変化する。
【００２５】
図５を参照して、クランプ関数４１ａ２は、同期区間Ｂにおける、変位量Ｐに対する指令値θ０を示す。クランプ関数４１ａ２は、変位量ＰがＰ１からＰ２に変化する間に、指令値θ０が位相５ｍから位相５ｋの間を直線的に変化する。
【００２６】
指令関数４１ａは、更に、閾値Ｔ１，Ｔ２若しくはＴ３を含んでもよい。閾値Ｔ１は、変位量Ｐの最小値Ｐ０と同じか、わずかに最小値を上回るように設けられる。閾値Ｔ２は、変位量Ｐの中間地点であり、変位量Ｐ１と同じ値である。ここで、変位量Ｐ１は、ピストン１９ｂが先端方向に移動するときに、ピストン１９ｂとピン２０が接触する位置に対応する変位量Ｐをいう。閾値Ｔ３は、変位量Ｐの最大値Ｐ２と同じか、最大値Ｐ２より若干小さい値である。
【００２７】
最高速度４１ｂ、最高加速度４１ｃは、位相θを複数の区間（例えば区間Ｅ１，Ｅ２，Ｅ３）に区分して、区間毎に設定できる。
【００２８】
図６に示すように、工具表４１ｆは、工具番号４１ｆ１に対する工具イナーシャ４１ｆ２を示す表である。
【００２９】
現在工具４１ｄは、工具交換開始時点において主軸穴１５ａに装着されている工具１Ｂの工具番号である。次工具４１ｅは、ＡＴＣ３７が次に主軸穴１５ａに装着しようとする工具１Ｃの工具番号である。
【００３０】
図７に示すように、許容速度関数４１ｇは、ＡＴＣアーム３７ｈが把持する保持イナーシャＩに対するモータ３７ａの許容速度ＶＡの関数（相関関係）としたものである。許容加速度関数４１ｈは、保持イナーシャＩに対するモータ３７ａの許容加速度ＡＡを関数（相関関係）としたものである。
【００３１】
演算装置４２は、指令値演算手段４２ａ及び変位監視手段４２ｂを含む。演算装置４２は、更にイナーシャ演算手段４２ｃおよび許容速度演算手段４２ｄを含んでも良い。
【００３２】
指令値演算手段４２ａは、変位センサ２９から変位量Ｐを受信する。同期区間Ａ、Ｂにおいては、指令値演算手段４２ａは、変位量Ｐ及び指令関数４１ａに基づいてモータ３７ａの指令値を演算する。
【００３３】
区間Ｅは、変位量Ｐと位相θが同期しない。区間Ｅは、区間Ｅ１（位相θ＝５ａ～５ｂ）、区間Ｅ２（位相θ＝５ｄ～５ｋ）及び区間Ｅ３（位相θ＝５ｍ～５ｐ）を含む。区間Ｅにおいては、指令値演算手段４２ａは、最高速度４１ｂ及び最高加速度４１ｃでモータ３７ａを制御するように、指令値θ０を演算できる。
【００３４】
指令値演算手段４２ａは指令値θ０をドライバ４４へ送る。また、指令値演算手段４２ａは、シリンダ駆動手段４５、ポンプ駆動手段４６に動作指令を発する。
【００３５】
変位監視手段４２ｂは、変位センサ２９から変位量Ｐを受信し、ピストン１９ｂが移動端又は中間位置に到達したか否かを判断する。変位監視手段４２ｂは、変位量Ｐが閾値Ｔ１以下であったときにピストン１９ｂが後退端に到達したと判断し、閾値Ｔ３以上であった

ときにピストン１９ｂが前進端に到達したと判断する。変位監視手段４２ｂは、変位量Ｐが閾値Ｔ２に到達したときに、ピストン１９ｂが中間位置に到達したと判断する。

【００３６】

イナーシャ演算手段４２ｃは、ＡＴＣアーム３７ｈが保持する工具１の工具イナーシャ４１ｆ２の総和を保持イナーシャＩとして演算する。グリップ３７ｐが２つの場合、イナーシャ演算手段４２ｃは、現在工具４１ｄの工具イナーシャ４１ｆ２と、次工具４１ｅの工具イナーシャ４１ｆ２を工具表４１ｆから読み出す。イナーシャ演算手段４２ｃは、読み出した工具イナーシャ４１ｆ２の和を保持イナーシャＩとして演算する。

【００３７】

許容速度演算手段４２ｄは、保持イナーシャＩ及び許容速度関数（相関関係）４１ｇに基づいて保持イナーシャＩに相当する許容速度ＶＡを演算する。許容速度演算手段４２ｄは、保持イナーシャＩ及び許容加速度関数４１ｈに基づいて保持イナーシャＩに相当する許容加速度ＡＡを演算できる。

【００３８】

ドライバ４４は、公知のものである。ドライバ４４は、指令値θ０に基づき、指令パルスを生成してモータ３７ａを駆動する。ドライバ４４は、フィードバック制御手段４４ａを有してもよい。フィードバック制御手段４４ａは、位相検出装置３７ｍが検出した位相θをフィードバックして、指令値θ０と位相θとの偏差を０にするように、モータ３７ａを制御する。

【００３９】

シリンダ駆動手段４５は、指令値演算手段４２ａからの指令に基づいて、方向切替え弁３５を切り替える。

【００４０】

ポンプ駆動手段４６は、指令値演算手段４２ａからの指令に基づいて、ポンプ３３を回転し、又は停止する。

【００４１】

主に図２、図３及び図８に従って、工作機械１０の工具交換の手順を説明する。

【００４２】

制御装置４０は、ポンプ３３を駆動する（Ｓ１）。制御装置４０は、モータ３７ａを位相５ｂまで回転させる（Ｓ２）。シリンダ駆動手段４５は方向切替え弁３５を切り替え、ピストン１９ｂを先端方向に押し出す（Ｓ３）。変位センサ２９は、変位量Ｐを検知する（Ｓ４）。指令値演算手段４２ａは、変位量Ｐ及び指令関数４１ａに基づいて指令値θ０を演算する（Ｓ５）。ドライバ４４は、指令値θ０に基づいてモータ３７ａを回転する（Ｓ６）。ピストン１９ｂが前進端に到達した場合、ステップＳ８へ進む。異なる場合、ステップＳ４を繰り返し実行する（Ｓ７）。続いてポンプ駆動手段４６は、ポンプ３３を停止できる（Ｓ８）。制御装置４０は、位相５ｋまでモータ３７ａを回転させる（Ｓ９）。ポンプ駆動手段４６は、再びポンプ３３を駆動できる（Ｓ１０）。シリンダ駆動手段４５は方向切替え弁３５を切り替え、ピストン１９ｂを基端方向に引き込む（Ｓ１１）。変位センサ２９は、変位量Ｐを検知する（Ｓ１２）。指令値演算手段４２ａは、変位量Ｐ及び指令関数４１ａに基づいて指令値θ０を演算する（Ｓ１３）。ドライバ４４は、指令値θ０に基づいてモータ３７ａを回転する（Ｓ１４）。ピストン１９ｂが中間位置に到達した場合、ステップＳ１６へ進む。異なる場合、ステップＳ１２を繰り返し実行する（Ｓ１５）。制御装置４０は、位相５ｐまでモータ３７ａを回転する（Ｓ１６）。ポンプ駆動手段４６はポンプ３３を停止する（Ｓ１７）。

【００４３】

各ステップを詳細に説明する。ステップＳ１では、指令値演算手段４２ａがポンプ駆動指令をポンプ駆動手段４６に発する。これを受けてポンプ駆動手段４６がポンプ３３を駆動する。ポンプ３３は、タンク３１から作動油Ｆをくみ上げ、昇圧する。

【００４４】

ステップＳ２では、制御装置４０は、最高速度４１ｂ及び最高加速度４１ｃでモータ３７

ａを位相５ｂまで位置決めする。すると、ローラギアカム３７ｄにタレット３７ｅが追従して、ＡＴＣアーム３７ｈが旋回を開始する。区間Ｅ１において、ＡＴＣアーム３７ｈは、工具１を把持していないため、モータ３７ａは、最高速度４１ｂ及び最高加速度４１ｃで回転できる。

【００４５】

ステップＳ３について説明する。指令値演算手段４２ａは、アンクランプ指令をシリンダ駆動手段４５に発する。シリンダ駆動手段４５は、方向切替え弁３５を切り替える。すると作動油Ｆが第２室１９ｄに流入する。ピストン１９ｂは、皿ばね２５の付勢力に抗して先端方向に移動する。

【００４６】

ステップＳ４では、変位センサ２９は、ピストン１９ｂの変位量Ｐを検出する。

【００４７】

ステップＳ５について説明する。指令値演算手段４２ａは、変位センサ２９から変位量Ｐを受け取り、記憶装置４１からアンクランプ関数４１ａ１を読み出す。指令値演算手段４２ａは、変位量Ｐ及びアンクランプ関数４１ａ１に基づいて、指令値θ０を演算する。指令値θ０は、変位量Ｐの値に対するアンクランプ関数４１ａ１の値に決められる。

【００４８】

ステップＳ６について説明する。ドライバ４４は、指令値θ０に従ってモータ３７ａを回転させる。位相検出装置３７ｍは、検知した位相θをフィードバック制御手段４４ａに送る。フィードバック制御手段４４ａは、位相θと指令値θ０との偏差を０にするようにモータ３７ａを回転させる。

【００４９】

ステップＳ７について説明する。変位監視手段４２ｂは変位量Ｐを監視する。変位監視手段４２ｂは、変位量Ｐが閾値Ｔ３以上になったときに、指令値演算手段４２ａに前進端到達信号を発する。変位量Ｐが閾値Ｔ３以上になったときに、ステップＳ８へ進む。それ以外のときは、ステップＳ４へ戻る。変位量ＰがＴ３未満の間、ステップＳ４からステップＳ７を繰返す。

【００５０】

グラフ７５を参照して、変位量ＰがＰ０ないしＰ１の区間Ａ１において、ピストン１９ｂはピン２０と接触しないため、ドローバー１７の位置ＤはＤ０又はＤ１に保たれる。ここで、位置Ｄ０は工具１が主軸穴１５ａに装着されていない場合、位置Ｄ１は工具１が主軸穴１５ａに挿入されている場合における位置Ｄを示す。区間Ａ１では、位相θは５ｂから位相（第１の位相）５ｃまで進む。変位量ＰがＰ１に到達してピストン１９ｂはピン２０と接触した時に、ちょうど位相θは位相５ｃに達し、旋回角φが９０度となる。このとき、ＡＴＣアーム３７ｈは、主軸穴１５ａに装着された工具１Ｂおよび図示しない工具ポットに装着されている工具１Ｃを把持する。

【００５１】

変位量ＰがＰ１からＰ２の間の区間Ａ２において、ドローバー１７が先端側に移動する。位置Ｄは、Ｄ０又はＤ１からＤ２に変化する。変位量Ｐが最大値Ｐ２に到達する直前に、コレット１４が開き、プルスタッド１ａを離す。その後ドローバー１７がプルスタッド１ａをけり出す。工具１Ｂは主軸穴１５ａから完全に外れる。このとき、変位量Ｐが閾値Ｔ３に到達し、制御装置４０は同期制御（ステップＳ４ないしステップＳ７）を終了する。区間Ａ２において、位相θは位相（第１の位相）５ｃから位相（第２の位相）５ｄに変化する。この間、旋回角φは９０度を、高さＨはＨ０を保つ。即ち、区間Ａ２はいわゆる停留区間に該当する。区間Ａ２の間に、グリップ３７ｐと主軸穴１５ａとの間で工具１Ｂを受け渡す。

【００５２】

ステップＳ８について説明する。指令値演算手段４２ａは、ポンプ駆動手段４６にポンプ停止指令を発令できる。ポンプ駆動手段４６は、ポンプ３３を停止できる。

【００５３】

ステップＳ９について説明する。制御装置４０は、位相θが位相５ｋに到達するまでモータ３７ａを回転させる。区間Ｅ２において、ＡＴＣアーム３７ｈは、工具１Ｂおよび工具１Ｃの両方を把持している。そのため、区間Ｅ２においては、区間Ｅ１，Ｅ３より最高速度４１ｂ、最高加速度４１ｃを小さく設定できる。

【００５４】

演算装置４２がイナーシャ演算手段４２ｃ及び許容速度演算手段４２ｄを含むとき、指令値演算手段４２ａは、最高速度４１ｂ及び最高加速度４１ｃに替えて、許容速度ＶＡおよび許容加速度ＡＡを用いて区間Ｅにおける指令値θ０を演算できる。このとき、指令値演算手段４２ａは、区間Ｅ２において許容速度ＶＡ又は許容加速度ＡＡを用い、区間Ｅ１及び区間Ｅ３において最高速度４１ｂ又は最高加速度４１ｃを用いても良い。

【００５５】

最高速度４１ｂおよび最高加速度４１ｃのみを利用する場合、大きなイナーシャをもつ工具を把持した状態で駆動できるよう、余裕を持ったパラメータ設計をする必要がある。許容速度ＶＡ及び許容加速度ＡＡを用いれば、交換しようとする工具のイナーシャに応じた最適な速度を設定できるため、ステップＳ９に要する時間を短縮できる。

【００５６】

位相θが位相５ｄないし５ｅにおいては、旋回角φは９０度に保たれたまま、ＡＴＣアーム３７ｈの高さＨがＨ２まで上昇する。位相５ｅないし５ｆでは、高さＨ＝Ｈ２のままでＡＴＣアーム３７ｈが旋回する。そして、位相５ｆないし５ｇでは、ＡＴＣアーム３７ｈが引続き旋回しながら降下する。位相５ｇでＡＴＣアーム３７ｈの旋回角φが２７０度に達し、その後、ＡＴＣアーム３７ｈが旋回角φを保ったまま下降する。位相５ｋで高さＨ＝Ｈ１に到達する。つまり位相５ｋで工具１Ｃが主軸穴１５ａの装着位置に到達する。同時に工具１Ｂが工具ポット（不図示）に装着される。

【００５７】

ステップＳ１０はステップＳ１と同様である。位相θが５ｋに到達する直前にステップＳ１０の実行が終了するように、ステップＳ１０の実行開始のタイミングを調整できる。ステップＳ８を省く場合、ステップＳ１０は省く。

【００５８】

ステップＳ１１について説明する。指令値演算手段４２ａは、クランプ指令をシリンダ駆動手段４５に発する。シリンダ駆動手段４５は、方向切替え弁３５を切り替える。すると作動油Ｆが第１室１９ｃに流入する。ピストン１９ｂは、駆動シリンダ１９内を基端方向に移動する。

【００５９】

ステップＳ１２はステップＳ４と同様である。

【００６０】

ステップＳ１３について説明する。指令値演算手段４２ａは、変位センサ２９から変位量Ｐを受け取り、記憶装置４１からクランプ関数４１ａ２を読み出す。指令値演算手段４２ａは、変位量Ｐ及びクランプ関数４１ａ２に基づいて、指令値θ０を演算する。指令値θ０は、変位量Ｐの値に対するクランプ関数４１ａ２の値に決められる。

【００６１】

ステップＳ１４はステップＳ６と同様である。

【００６２】

ステップＳ１５について説明する。変位監視手段４２ｂは、変位量Ｐを監視する。変位監視手段４２ｂは、変位量Ｐが閾値Ｔ２以下になったときに、指令値演算手段４２ａに中間位置到達信号を発信する。変位量Ｐが閾値Ｔ２より大きいとき、ステップＳ１２へ戻る。ステップＳ１２ないしステップＳ１５は変位量Ｐが閾値Ｔ２に到達するまで繰り返し実行される。変位量Ｐが閾値Ｔ２以下になったときにステップＳ１６へ進む。

【００６３】

ステップＳ１２ないしステップＳ１５において、ピストン１９ｂが移動を開始すると、同時にドローバー１７が後退を開始する。ドローバー１７の後退開始の直後にコレット１４

がプルスタッド１ａを掴む。そして、ドローバー１７の後退とともに、工具１Ｃが主軸穴１５ａに密着していく。そして、変位量ＰがＰ１に到達したときに、ピン２０からピストン１９ｂが離れる。このとき、工具１Ｃは完全に主軸穴１５ａに装着されている。変位量ＰがＰ２からＰ１に変化する間、位相θは変位量Ｐに同期して位相５ｋ（第３の位相）から位相５ｍ（第４の位相）まで変化する。同期区間Ｂにおいて、旋回角φは２７０度、高さＨはＨ１に保たれる。同期区間Ｂは、停留区間に相当する。同期区間Ｂの間に、グリップ３７ｐと主軸穴１５ａとの間で工具１Ｃを受け渡す。

【００６４】

なお、ステップＳ１５において、閾値Ｔ２に替えて、コレット１４がプルスタッド１ａをチャックする位置に対応する変位量Ｐを閾値として利用できる。

【００６５】

ステップＳ１６について説明する。制御装置４０は、最高速度４１ｂ及び最高加速度４１ｃでモータ３７ａを位相５ｐまで回転させる。高さＨ＝Ｈ１を保ったまま、旋回角φは１８０°まで戻る。位相５ｍにおいて、ＡＴＣアーム３７ｈが工具１Ｂ及び工具１Ｃを離す。区間Ｅ３においてＡＴＣアーム３７ｈは工具１を把持していないため、モータ３７ａは、最高速度４１ｂおよび最高加速度４１ｃで運転できる。

【００６６】

区間Ｅ３において、駆動シリンダ１９は、更に移動を続ける。区間Ｅ３では、変位量ＰがＰ１ないしＰ０を示す。ピストン１９ｂがピン２０から離れているため、ドローバー１７は移動しない。そのため、位相θが変位量Ｐに連動する必要はない。

【００６７】

ステップＳ１７について説明する。指令値演算手段４２ａは、ポンプ駆動手段４６にポンプ停止信号を発する。ポンプ駆動手段４６は、ポンプ３３を停止する。ステップＳ１７は、ステップ１６の実行中に実行されても良い。例えば、ステップＳ１７は、変位監視手段４２ｂは、変位量Ｐが閾値Ｔ１以下になった後に実行できる。全工程が完了したときに、現在工具４１ｄを次工具４１ｅに置き換える。

【００６８】

本実施形態の工作機械１０によれば、ＡＴＣの動作において待ち時間を大幅に省ける。即ち、ＡＴＣアーム３７ｈは、動作開始後に最速で旋回する。ＡＴＣアーム３７ｈが旋回する途中で駆動シリンダ１９の移動を開始する。駆動シリンダ１９の移動中は、変位量Ｐに位相θが同期する。ドローバー１７が移動し始めたと同時に、ＡＴＣアーム３７ｈが工具１Ｂを把持する。変位量Ｐと位相θが同期しているため、工具１Ｂが主軸穴１５ａから外れたと同時に、位相θはＡＴＣアーム３７ｈが昇降を開始できる値になっている。そして、モータ３７ａを回転させると、その直後にＡＴＣアーム３７ｈは最適速度で昇降、旋回を行う。ＡＴＣアーム３７ｈが工具１Ｃを主軸穴１５ａの装着位置に移動した直後にドローバー１７の引き込みを行う。駆動シリンダ１９の移動中は、変位量Ｐに位相θが同期する。そのため、ドローバー１７が完全に工具１Ｃを装着したと同時に、位相θはＡＴＣアーム３７ｈの旋回角φを戻せる値になっている。その後、ＡＴＣアーム３７ｈが最速で終了位置に戻される。

【００６９】

工作機械１０によれば、ＡＴＣ３７と主軸装置１１との動作をリンク、カム、油圧回路等を用いて連動しないため、主軸装置１１及びＡＴＣ３７の構造を簡略化できる。そのため、主軸装置１１、移動装置５０のダウンサイジング及び移動速度向上が図れる。また、ピストン１９ｂの変位量Ｐに同期してＡＴＣ３７を運転するため、待ち時間を短縮できる。

【００７０】

工作機械１０によれば、ＡＴＣ３７と主軸装置１１の動作が連動する。そのため駆動シリンダ１９の移動の速度が変化しても、それに応じてモータ３７ａの位相が追従し、ピストン１９ｂが止まったときは、モータ３７ａは停止する。ピストン１９ｂの移動状態の変化によっては、ＡＴＣ３７に深刻な問題が生じない。

【００７１】

（変形例）
図９を参照して、変形例を説明する。本変形例では、記憶装置４１は、保持イナーシャＩと許容速度ＶＡ及び許容加速度ＡＡの相関関係として、複数のイナーシャに対する許容速度ＶＡ及び許容加速度ＡＡを示す許容速度表６１及び許容加速度表（不図示）を記憶できる。
【００７２】
許容速度演算手段４２ｄは、保持イナーシャＩ以上の直近に表示された保持イナーシャ６１ａ２に対応する許容速度６１ｂ２を許容速度ＶＡとして利用できる。許容速度演算手段４２ｄは、保持イナーシャＩを挟み表示される保持イナーシャ６１ａ１、６１ａ２に対応する許容速度６１ｂ１、６１ｂ２から比例演算によって許容速度ＶＡを求めても良い。
【００７３】
許容加速度表は許容速度表６１と同様であり、許容加速度ＡＡの演算方法は許容速度ＶＡの演算方法と同様である。
【００７４】
（実施形態２）
主として図１２及び図１３に従って、実施形態２について説明する。本実施形態は、アンクランプ関数４１ａ１、クランプ関数４１ａ２、アンクランプ時における同期開始の位相およびクランプ時における同期終了の位相が異なる他、第１実施形態と同じである。以下、第１実施形態と異なる部分について詳細に説明する。第１実施形態と同じ部分については、同一の符号を付けて説明を省略する。
【００７５】
図１０に示すように、アンクランプ関数４１ａ１は、変位量ＰがＰ０からＰ２に変化する間に、指令値θ０が位相（第１の位相）６ｂから位相（第２の位相）６ｄに直線的に変化する。
【００７６】
図１１に示すように、クランプ関数４１ａ２は、変位量ＰがＰ０からＰ２に変化する間に、指令値θ０が位相（第４の位相）６ｎから位相（第３の位相）６ｋに直線的に変化する。
【００７７】
図１２及び図１３を参照して、ステップＳ２２について説明する。制御装置４０は、位相（第１の位相）６ｂに到達するまでモータ３７ａを回転する。位相６ｂにおいて、変位角φは９０度となっている。
【００７８】
ステップＳ２７において、変位監視手段４２ｂは、変位量Ｐが閾値Ｔ３以上になったときに、指令値演算手段４２ａに前進端到達信号を発する。変位量Ｐが閾値Ｔ３以上になったときに、ステップ８が実行される。それまではステップＳ４ないしステップＳ２７が繰り返し実行される。変位量Ｐに対するモータ３７ａの同期制御は、ピストン１９ｂが移動を開始してから、ドローバー１７がプルスタッド１ａをけり出すまで行われる。同期区間Ｃにおいて、モータ３７ａの位相θは、位相６ｂないし位相６ｄの区間で変化する。同期区間Ｃの間、旋回角φは９０度に、高さＨはＨ１に保たれる。つまり同期区間Ｃは停留区間に相当する。
【００７９】
ステップＳ２９において、制御装置４０は、位相（第３の位相）６ｋに到達するまでモータ３７ａを回転させる。位相６ｋにおいて、変位角φ＝２７０度、高さＨ＝Ｈ０である。ステップＳ２９終了時には、工具１Ｂは工具ポットに装着され、工具１Ｃは主軸穴１５ａに挿入される。
【００８０】
ステップＳ３５において、変位監視手段４２ｂは、変位量Ｐが閾値Ｔ１以下になったときに、指令値演算手段４２ａに後退端到達信号を発する。変位量Ｐが閾値Ｔ１以下になったときに、ステップＳ１６が実行される。それまではステップＳ１２ないしステップＳ３５

が繰り返し実行される。変位量Ｐに対するモータ３７ａの同期制御は、ドローバー１７が移動を完了するまで行われる。同期区間Ｄにおいて、モータ３７ａの位相は、位相６ｋ（第３の位相）ないし位相（第４の位相）６ｎの区間で変化する。同期区間Ｄの間、旋回角φは１８０度に、高さＨはＨ１に保たれる。つまり同期区間Ｄは停留区間に一致する。

【００８１】

本実施形態によれば、停留区間に相当する同期区間Ｃ、Ｄ内で駆動シリンダ１９の移動が完了するため、制御が容易である。

【００８２】

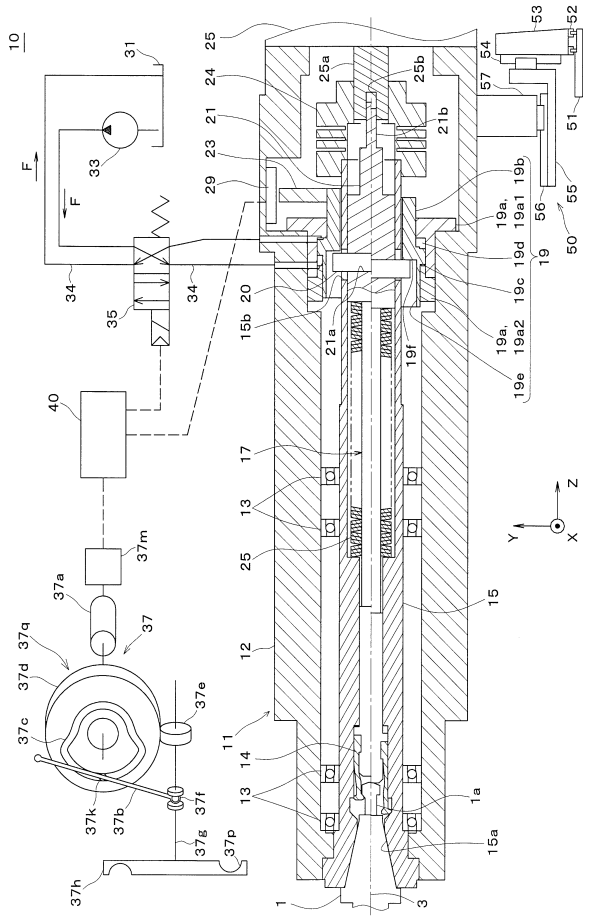
なお、本発明は前述した実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であり、特許請求の範囲に記載された技術思想に含まれる技術的事項の全てが本発明の対象となる。前記実施形態は、好適な例を示したものであるが、当業者ならば、本明細書に開示の内容から、各種の代替例、修正例、変形例あるいは改良例を実現することができ、これらは添付の特許請求の範囲に記載された技術的範囲に含まれる。例えば、ＡＴＣアーム３７ｈは、星形に配置された３つ以上のグリップ３７ｐを有する、いわゆるスパイダーアームを利用できる。この場合、位相θに対する各停留範囲Ａ，Ｂ、及び終了位置における旋回角φをグリップ３７ｐの数量に応じて変更できる。

【符号の説明】

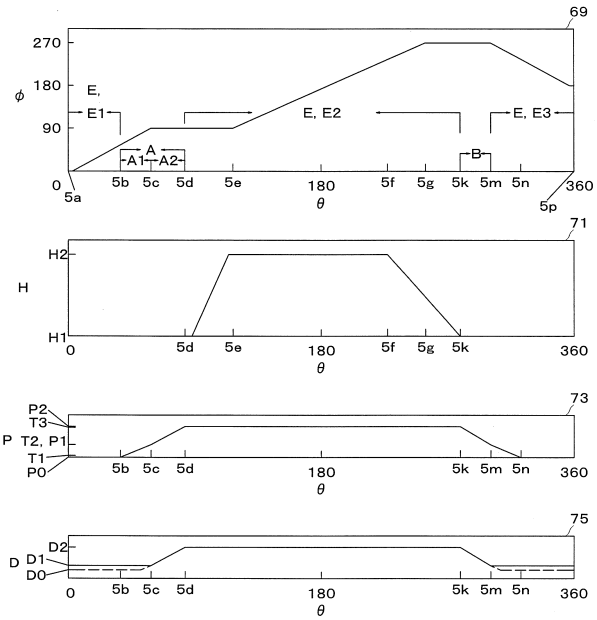
【００８３】

１，１Ｂ，１Ｃ　工具
３　軸線
１０　工作機械
１１　主軸装置
１２　主軸頭
１４　コレット
１５　主軸
１７　ドローバー
１９　駆動シリンダ
１９ａ　シリンダ
１９ｂ　ピストン
３５　方向切替え弁
３７　ＡＴＣ（工具交換装置）
３７ａ　モータ（同期モータ）
３７ｈ　ＡＴＣアーム（工具交換アーム）
３７ｍ　位相検出装置
３７ｑ　カム装置
２９　変位センサ
３３　ポンプ
４０　制御装置
４１　記憶装置
４２　演算装置
４２ａ　指令値演算手段
４２ｂ　変位監視手段
４４　ドライバ
４４ａ　フィードバック制御手段
５０　移動装置
Ｐ　変位量
θ　位相

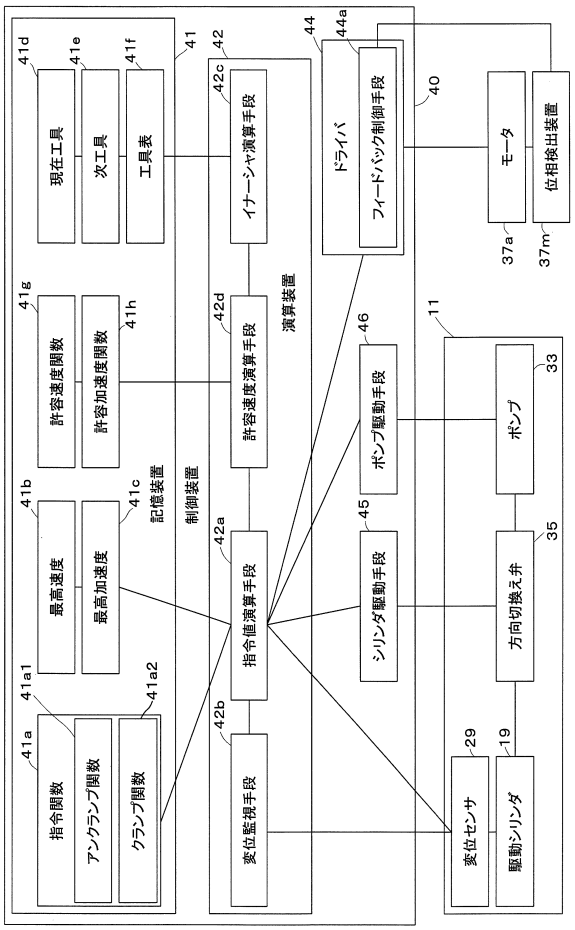
【図１】


10
31
33
F
34
35
40
37m
37a
37
37q
37d
37c
37e
37k
37b
37f
37g
37p
37h
25
24
21
23
29
20
15b
17
13
12
11
14
1
3
1a
15a
15
25a
25b
21b
21a
19f
53
52
54
57
51
55
56
50
19b
19a
19a1
19d
19
19c
19a2
19e
Z
Y
X

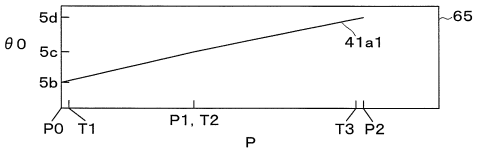
【図２】


69
φ
270
180
90
0
E,
E1
E, E2
E, E3
A
A1
A2
B
5a
5b
5c
5d
5e
180
θ
5f
5g
5k
5m
5n
360
5p
71
H
H2
H1
73
P
P2
T3
T2, P1
T1
P0
75
D
D2
D1
D0

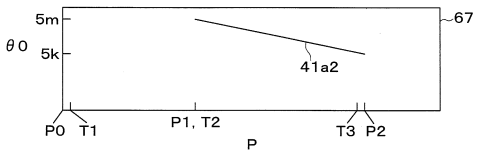
【図３】


制御装置
41
演算装置
41d
現在工具
41e
次工具
41f
工具表
41g
許容速度関数
41h
許容加速度関数
41b
最高速度
41c
最高加速度
記憶装置
41a1
41a
指令関数
アンクランプ関数
41a2
クランプ関数
42c
イナーシャ演算手段
42d
許容速度演算手段
42a
指令値演算手段
42b
変位監視手段
44
44a
ドライバ
フィードバック制御手段
40
モータ
37a
位相検出装置
37m
46
ポンプ駆動手段
45
シリンダ駆動手段
11
ポンプ
33
方向切換え弁
35
29
変位センサ
19
駆動シリンダ

【図４】


65
θ0
5d
5c
5b
41a1
P0
T1
P1, T2
T3
P2
P

【図５】

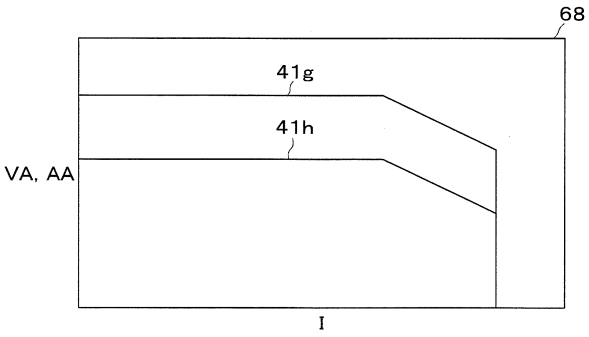

67
θ0
5m
5k
41a2
P0
T1
P1, T2
T3
P2
P

【図６】

41f

41f1 工具番号	41f2 工具イナーシャ
1	9. 8
2	15. 3
3	…
…	…

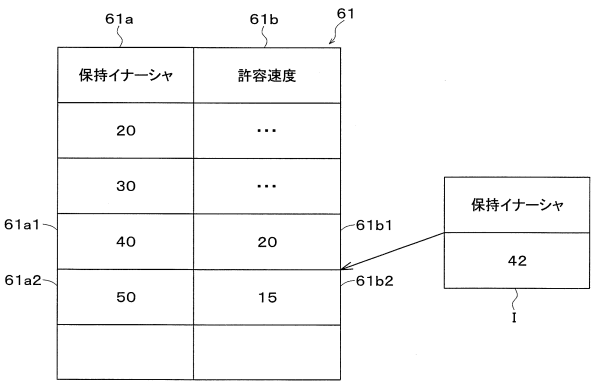
【図７】



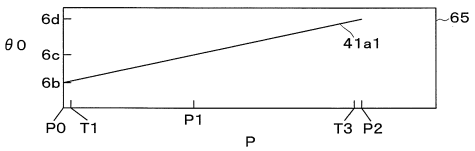
【図８】



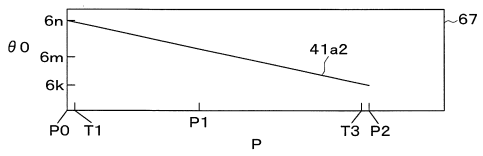
【図９】



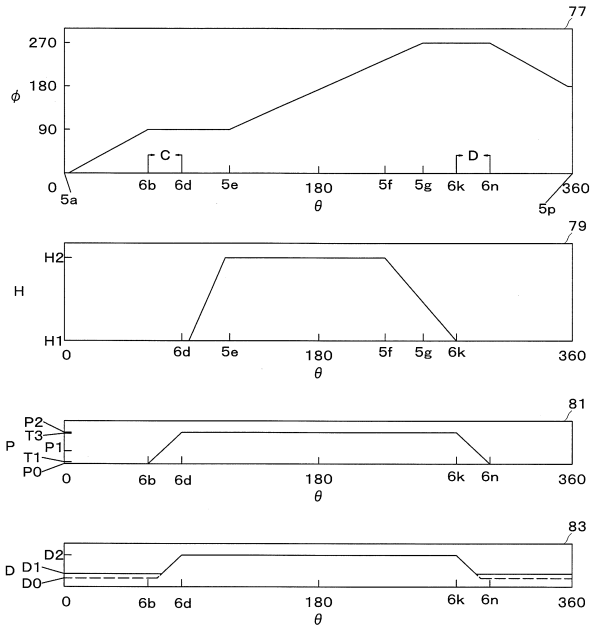
【図１０】



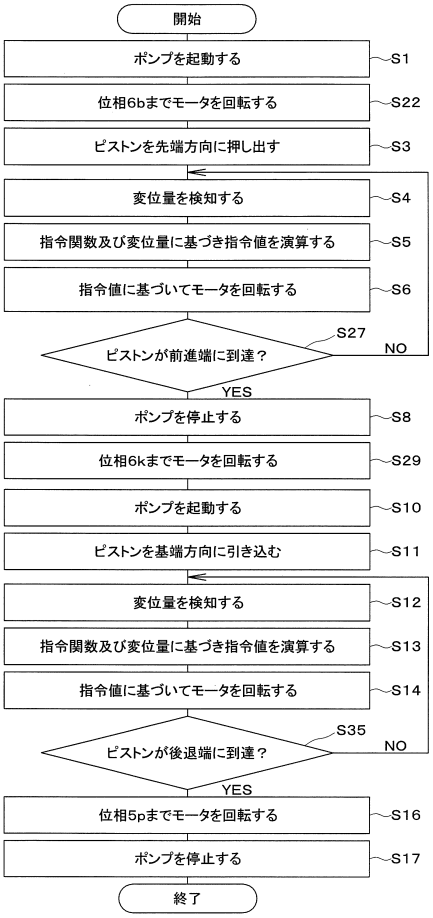
【図１１】



【図１２】


77
270
180
90
0
φ
C
D
5a
6b
6d
5e
180
θ
5f
5g
6k
6n
360
5p
79
H2
H1
H
0
6d
5e
180
θ
5f
5g
6k
360
81
P2
T3
P1
T1
P0
P
0
6b
6d
180
θ
6k
6n
360
83
D2
D1
D0
D
0
6b
6d
180
θ
6k
6n
360

【図１３】


開始
ポンプを起動する
S1
位相6bまでモータを回転する
S22
ピストンを先端方向に押し出す
S3
変位量を検知する
S4
指令関数及び変位量に基づき指令値を演算する
S5
指令値に基づいてモータを回転する
S6
ピストンが前進端に到達？
S27
NO
YES
ポンプを停止する
S8
位相6kまでモータを回転する
S29
ポンプを起動する
S10
ピストンを基端方向に引き込む
S11
変位量を検知する
S12
指令関数及び変位量に基づき指令値を演算する
S13
指令値に基づいてモータを回転する
S14
ピストンが後退端に到達？
S35
NO
YES
位相5pまでモータを回転する
S16
ポンプを停止する
S17
終了

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０６－０６３８３３（ＪＰ，Ａ）
特表２００７－５００００８４（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－２８１１３９（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－００８４４５（ＪＰ，Ａ）
特開昭４９－０１９４７５（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２２３１４０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－０２０３５０（ＪＰ，Ａ）
特開昭５９－００１１３０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１６－０２００２２（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－３１８４４３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２３Ｑ　　３／１５５　－　３／１５７
Ｂ２３Ｂ　３１／１１７