

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-188562

(P2019-188562A)

(43) 公開日 令和1年10月31日(2019.10.31)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 B 31/00 (2006.01)	B 2 3 B 31/00	D 3 C 0 2 9
B 2 3 Q 17/00 (2006.01)	B 2 3 Q 17/00	B 3 C 0 3 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2018-86255 (P2018-86255)
 (22) 出願日 平成30年4月27日 (2018. 4. 27)

(71) 出願人 000001247
 株式会社ジェイテクト
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 (74) 代理人 100089082
 弁理士 小林 脩
 (74) 代理人 100130188
 弁理士 山本 喜一
 (74) 代理人 100190333
 弁理士 木村 群司
 (72) 発明者 松井 貴史
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 株式会社ジェイテクト内
 Fターム(参考) 3C029 EE05
 3C032 AA01 FF04

(54) 【発明の名称】 主軸装置

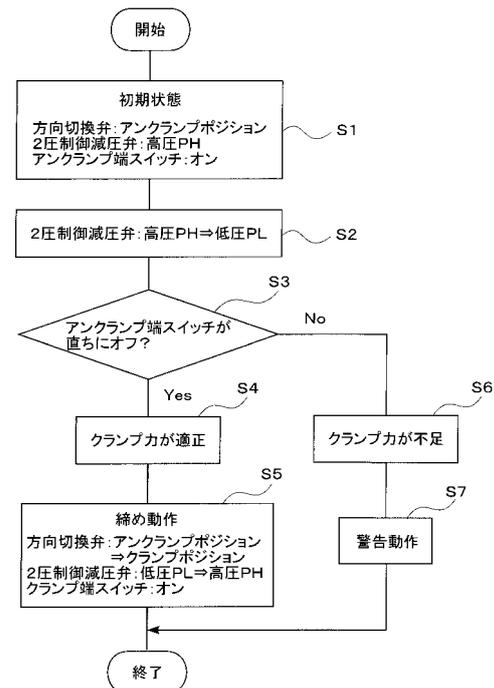
(57) 【要約】

【課題】ばねによる工具のクランプ力が適正か不足しているかを、簡単且つ安価な構成で工作機械の運転を停止することなく判定可能な主軸装置を提供する。

【解決手段】主軸装置1は、ピストン55の変位を検知する変位検知部としてのアンクランプ端スイッチ45を備え、圧油供給部70は、シリンダハウジング4へ供給する圧油を、ピストン55を皿ばね33の付勢力に抗してプッシュロッド30を前方端側へ押圧させる高圧PHと、皿ばね33の付勢力によるクランプ力の下限值に基づいて定められた低圧PLとの2圧に設定可能な圧設定回路としての2圧制御減圧弁72を有し、制御部80は、シリンダハウジング4へ供給する圧油を2圧制御減圧弁72により低圧PLに設定し、その状態でアンクランプ端スイッチ45の検知結果に基づいて皿ばね33の付勢力によるクランプ力が適正か不足かを判定する判定部(S2、S3)を有する。

【選択図】図3

<第1実施形態>



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転自在に支持された主軸と、
前記主軸内に軸方向に沿って移動自在に支持されるプッシュロッドと、
前記プッシュロッドの軸方向の第一端に取り付けられて、前記プッシュロッドが前記主軸に対して軸方向の第二端側へ移動したときは工具を把持するクランプ状態とされ、前記第一端側へ移動したときは工具の把持が解除されたアンクランプ状態とされる把持部材と

、
前記プッシュロッドを前記第二端側へ付勢するばねと、
圧油を供給する圧油供給部と、
前記プッシュロッドの前記第二端側にて軸方向に往復移動可能に設けられ、前記第一端側に移動したときは前記プッシュロッドの前記第二端に当接し前記ばねの付勢力に抗して前記プッシュロッドを前記第一端側へ押圧し、前記第二端側に移動したときは前記プッシュロッドと離間するピストンと、

前記ピストンを収容すると共に、前記ピストンが前記第一端側に移動する際に前記圧油供給部から圧油が供給されるアンクランプ室、及び前記ピストンが前記第二端側に移動する際に前記圧油供給部から圧油が供給されるクランプ室を設けてなるシリンダハウジングと、

前記ピストンを軸方向に移動させるために、前記圧油供給部から前記シリンダハウジングへの圧油の供給を制御する制御部と、
を備える主軸装置であって、

前記プッシュロッドの軸方向変位を検知する変位検知部を備え、

前記圧油供給部は、前記シリンダハウジングへ供給する圧油を、前記ピストンを前記ばねの付勢力に抗して前記プッシュロッドを前記第一端側へ押圧させる高圧と、前記ばねの付勢力によるクランプ力の下限值に基づいて定められた低圧との少なくとも 2 圧に設定可能な圧設定回路を有し、

前記制御部は、前記シリンダハウジングへ供給する圧油を前記圧設定回路により前記低圧に設定し、その状態で前記変位検知部の検知結果に基づいて前記ばねの付勢力によるクランプ力が適正か不足かを判定する判定部を有する、主軸装置。

【請求項 2】

前記判定部は、前記シリンダハウジングの前記アンクランプ室へ供給する圧油を前記圧設定回路により前記高圧から前記低圧に切り替え、その結果、前記プッシュロッドに所定の軸方向変位が生じたことが前記変位検知部によって検知された場合に前記クランプ力が適正と判定し、それ以外の場合に前記クランプ力が不足と判定する請求項 1 に記載の主軸装置。

【請求項 3】

前記判定部は、前記制御部により前記アンクランプ状態から前記クランプ状態へ遷移させる制御の過程で、前記シリンダハウジングへ供給する圧油を前記圧設定回路により前記低圧に設定し、その状態で前記変位検知部の検知結果に基づいて前記クランプ力が適正か不足かを判定する、請求項 1 又は 2 に記載の主軸装置。

【請求項 4】

前記判定部は、前記制御部により前記クランプ状態から前記アンクランプ状態へ遷移させる制御の過程で、前記シリンダハウジングへ供給する圧油を前記圧設定回路により前記低圧に設定し、その状態で前記変位検知部の検知結果に基づいて前記クランプ力が適正か不足かを判定する、請求項 1 又は 2 に記載の主軸装置。

【請求項 5】

前記変位検知部は、前記プッシュロッドに係合して一体動作する前記ピストンの軸方向変位の検知を通じて、前記プッシュロッドの軸方向変位を検知する請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の主軸装置。

【請求項 6】

10

20

30

40

50

前記圧設定回路は、前記高圧を設定するための減圧弁と、前記低圧を設定するためのリリーフ弁と、前記減圧弁と前記リリーフ弁との間に設けられたチェック弁とを有する2圧制御減圧弁である、請求項1乃至5のいずれか一項に記載の主軸装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、主軸装置に関する。

【背景技術】

【0002】

マシニングセンタ、NC専用機等の工作機械における主軸装置は、主軸の先端に装着された工具をクランプ、アンクランプする把持部材と、この把持部材と連係したプッシュロッドと、把持部材をクランプ方向に作動するためにプッシュロッドを付勢する付勢部材であるばねとが挿設され、プッシュロッドの後端にはプッシュロッドを付勢部材に抗して押動するシリンダ部を備えている。

10

【0003】

このような工作機械の主軸装置では、把持部材は付勢部材の付勢力により工具をクランプしていることから、この付勢部材の付勢力の低下により工具のクランプ力が低下して工具による加工精度に大きな影響を及ぼすこととなる。即ち、長期の使用により付勢部材の付勢力が低下すると、把持部材が工具を適正にクランプすることができず、主軸による工具のクランプ力が低下し、切削による製品の加工精度が低下するばかりでなく、主軸と工

20

【0004】

このような問題に鑑みて、従来、駆動装置によるプッシュロッドの押圧力を検出するロッド押圧力検出手段と、プッシュロッドの変位を検出するロッド変位検出手段と、このプッシュロッドの押圧力とプッシュロッドの変位に基づいて把持部材としてのコレットによる工具のクランプ力を検出する工具クランプ力検出手段と、この工具のクランプ力と予め設定された付勢部材におけるクランプ回数に対するクランプ力から求まる付勢力特性値に基づいて付勢手段の交換時期を判定する交換時期判定手段を設けた主軸装置が提案されている(特許文献1参照)。この主軸装置によれば、プッシュロッドの押圧力とプッシュロッドの変位を用いることで、コレットによる工具のクランプ力を適正に検出することができ、この工具のクランプ力と付勢部材の付勢力特性値を用いることで、付勢部材の劣化を推定してその交換時期を高精度に判定することができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第4638464号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上述した従来の主軸装置は、プッシュロッドの押圧力を検出するために、圧力センサを設けたり、油圧を徐々に可変できる油圧制御回路を設けたりする必要があり、構成が複雑で高価とならざるを得ないという問題がある。また、付勢部材の劣化を推定するために予め工具のクランプ力と付勢部材の付勢力特性値のデータ取りが必要になるという問題がある。

40

【0007】

本発明は、付勢部材としてのばねの付勢力による工具のクランプ力が適正か不足しているかを、簡単且つ安価な構成で工作機械の運転を停止することなく判定可能な主軸装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

本発明に係る主軸装置は、回転自在に支持された主軸と、前記主軸内に軸方向に沿って移動自在に支持されるプッシュロッドと、前記プッシュロッドの軸方向の第一端に取り付けられて、前記プッシュロッドが前記主軸に対して軸方向の第二端側へ移動したときは工具を把持するクランプ状態とされ、前記第一端側へ移動したときは工具の把持が解除されたアンクランプ状態とされる把持部材と、前記プッシュロッドを前記第二端側へ付勢するばねと、圧油を供給する圧油供給部と、前記プッシュロッドの前記第二端側にて軸方向に往復移動可能に設けられ、前記第一端側に移動したときは前記プッシュロッドの前記第二端に当接し前記ばねの付勢力に抗して前記プッシュロッドを前記第一端側へ押圧し、前記第二端側に移動したときは前記プッシュロッドと離間するピストンと、前記ピストンを収容すると共に、前記ピストンが前記第一端側に移動する際に前記圧油供給部から圧油が供給されるアンクランプ室、及び前記ピストンが前記第二端側に移動する際に前記圧油供給部から圧油が供給されるクランプ室を設けてなるシリンダハウジングと、前記ピストンを軸方向に移動させるために、前記圧油供給部から前記シリンダハウジングへの圧油の供給を制御する制御部と、を備える。

10

【0009】

さらに、主軸装置は、前記プッシュロッドの軸方向変位を検知する変位検知部を備え、前記圧油供給部は、前記シリンダハウジングへ供給する圧油を、前記ピストンを前記ばねの付勢力に抗して前記プッシュロッドを前記第一端側へ押圧させる高圧と、前記ばねの付勢力によるクランプ力の下限值に基づいて定められた低圧との少なくとも2圧に設定可能な圧設定回路を有し、前記制御部は、前記シリンダハウジングへ供給する圧油を前記圧設定回路により前記低圧に設定し、その状態で前記変位検知部の検知結果に基づいて前記ばねの付勢力によるクランプ力が適正か不足かを判定する判定部を有する。

20

【0010】

この構成によれば、ばねの付勢力によるクランプ力が適正か不足しているかを、簡単且つ安価な構成で工作機械の運転を停止することなく判定することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態に係る工作機械の主軸装置の全体構成を示す図である。

【図2】第1実施形態に係る圧油供給部の構成を示す回路図である。

30

【図3】第1実施形態に係るクランプ力判定処理の流れを示すフローチャートである。

【図4】第1実施形態に係るクランプ力判定処理において、ピストン及びプッシュロッドの動きと軸方向変位検知用の各スイッチとの位置関係を模式的に示す説明図である。

【図5】第2実施形態に係るクランプ力判定処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】第2実施形態に係るクランプ力判定処理において、ピストン及びプッシュロッドの動きと軸方向変位検知用の各スイッチとの位置関係を模式的に示す説明図である。

【図7】第3実施形態に係るクランプ力判定処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】第3実施形態に係るクランプ力判定処理において、ピストン及びプッシュロッドの動きと軸方向変位検知用の各スイッチとの位置関係を模式的に示す説明図である。

【図9】第4実施形態に係るクランプ力判定処理の流れを示すフローチャートである。

40

【図10】第4実施形態に係るクランプ力判定処理において、ピストン及びプッシュロッドの動きと軸方向変位検知用の各スイッチとの位置関係を模式的に示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明を具体化した工作機械の主軸装置の各実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0013】

< 第1実施形態 >

(1. 主軸装置1の全体構成)

本実施形態の主軸装置1は、マシニングセンタ等の工作機械に備えられる装置であって

50

、図 1 に示すように、主軸 10、電動モータ 40 及びシリンダ部 50 を有する主軸ユニット 2 と、主軸ユニット 2 のシリンダ部 50 へ圧油を供給する圧油供給部 70 と、圧油供給部 70 を制御する制御部 80 とを備えて構成される。尚、図 1 では、主軸ユニット 2 における工具 T のアンクランプ状態が上半分に示され、クランプ状態が下半分に示されている。

【0014】

(2. 主軸ユニット 2 の構成)

主軸ユニット 2 は、略円筒状の主軸ハウジング 3 を備え、ロータ 41 とステータ 42 とを有する電動モータ 40 によって回転駆動する主軸 10 が、軸受 10A, 10B により回転自在に支持されている。

10

【0015】

主軸 10 は、軸線方向に貫通する主軸内孔 10H が形成され、その前端には工具 T 取付け用のテーパ部 10T が形成されている。主軸内孔 10H には、テーパ部 10T に装着される工具 T のプルスタッド TP を把持して引き込んだり、把持を解除したりするコレット 32 と、コレット 32 と連係したプッシュロッド 30 とが配設されると共に、複数の皿ばね 33 が介装されている。プッシュロッド 30 は、一般には「ドロバー」とも称されている部材であり、主軸 10 内に軸方向に沿って移動自在に支持される。コレット 32 は、プッシュロッド 30 の軸方向の前方端（第一端）に取り付けられて、プッシュロッド 30 が主軸 10 に対して軸方向の後方端（第一端とは反対側の端部である第二端）側へ移動したときは工具 T を把持するクランプ状態とされ、前方端側へ移動したときは工具 T の把持が解除されたアンクランプ状態とされる。皿ばね 33 は、プッシュロッド 30 を後方端側（図 1 右側）へ付勢する。従って、プッシュロッド 30 は、皿ばね 33 により主軸 10 に対して後方端側、すなわちコレット 32 をクランプ側へ作動させるように常時付勢されている。

20

【0016】

主軸 10 の後方には、主軸ハウジング 3 と一体化されたシリンダハウジング 4 と、シリンダハウジング 4 内に軸方向に移動可能に設けられたピストン 55 とを有するシリンダ部 50 が設けられている。シリンダハウジング 4 は、ピストン 55 を収容すると共に、ピストン 55 を挟んで後方側に、ピストン 55 が前方端側に移動する際に圧油供給部 70 から圧油が供給されるアンクランプ室 52 が設けられると共に、ピストン 55 を挟んで前方側に、ピストン 55 が後方端側に移動する際に圧油供給部 70 から圧油が供給されるクランプ室 51 が設けられている。クランプ室 51 に連通するポート 51P には、圧油供給部 70 のクランプ経路 Yc が接続され、クランプ室 51 への圧油の供給又はクランプ室 51 からの圧油の排出が可能となっている。同様に、アンクランプ室 52 に連通するポート 52P には、圧油供給部 70 のアンクランプ経路 Yu が接続され、アンクランプ室 52 への圧油の供給又はアンクランプ室 52 からの圧油の排出が可能となっている。

30

【0017】

ピストン 55 は、プッシュロッド 30 の後方端側にて軸方向に往復移動可能に設けられ、前方端側に移動したときはプッシュロッド 30 の後方端に当接し皿ばね 33 の付勢力に抗してプッシュロッド 30 を前方端側へ押圧し、後方端側に移動したときはプッシュロッド 30 と離間する。ピストン 55 の前端部外周には、ピストン位置検出用のドグ 55d が突設されている。一方、シリンダハウジング 4 には、ピストン 55 が軸方向に駆動される際のドグ 55d の移動範囲に対応して、アンクランプ端スイッチ 45、クランプ正常確認スイッチ 46、及びクランプ端スイッチ 47 が、軸線方向前方から後方に向かって順に配置されている。アンクランプ端スイッチ 45、クランプ正常確認スイッチ 46、及びクランプ端スイッチ 47 としては、公知の近接スイッチを好適に用いることができる。

40

【0018】

より詳細には、アンクランプ端スイッチ 45 は、ピストン 55 をシリンダハウジング 4 内の前方端まで前進させた時にドグ 55d に近接位置で対向するように配置され、ドグ 55d が近接している時に制御部 80 へオン信号を出力する。クランプ正常確認スイッチ 4

50

6は、ピストン55をアンクランプ端スイッチ45がオンする前方端位置から徐々に後退させたときにプッシュロッド30との係合が解除される位置で、或いは、ピストン55をクランプ端スイッチ47がオンする後方端位置から徐々に前進させたときにプッシュロッド30との係合が開始される位置で、ドグ55dに近接位置で対向するように配置され、ドグ55dが近接している時に制御部80へオン信号を出力する。クランプ端スイッチ47は、ピストン55をシリンダハウジング4内の移動可能範囲の後方端まで後退させた時に、ドグ55dに近接位置で対向するように配置され、ドグ55dが近接している時に制御部80へオン信号を出力する。ここで、ピストン55は、アンクランプ端スイッチ45がオンする前方端位置とクランプ正常確認スイッチ46がオンする位置との間を移動するとき、プッシュロッド30と係合しているため、プッシュロッド30と一体となって軸方向移動を行う。従って、アンクランプ端スイッチ45及びクランプ正常確認スイッチ46は、ピストン55の軸方向変位を検知すると同時に、プッシュロッド30の軸方向変位を検知する変位検知部として機能する。

10

20

30

40

50

【0019】

圧油供給部70のクランプ経路Ycからポート51Pを介してクランプ室51へ高圧PHの圧油が供給されると、ピストン55が後方に移動してピストン55とプッシュロッド30との係合が解除され、工具Tをコレット32で把持したプッシュロッド30は皿ばね33の付勢力により主軸10に対し後退する。そして、コレット32は縮径して工具TのプルスタッドTPを把持し、引き込むことにより、主軸10のテーパ部10Tに工具Tが嵌着されて主軸10に固定され、クランプ状態となる。

【0020】

一方、圧油供給部70のアンクランプ経路Yuからポート52Pを介してアンクランプ室52へ高圧PHの圧油が供給されると、ピストン55が前方に移動してピストン55とプッシュロッド30とが係合され、プッシュロッド30は皿ばね33の付勢力に抗して主軸10に対し前進する。そして、コレット32は拡径して工具Tの把持を解除し、アンクランプ状態となる。

【0021】

制御部80は、CPU、RAM、及びROM等を有する公知のコンピュータであり、ピストン55を軸方向に移動させるために、圧油供給部70の各ソレノイドの通電、非通電を切り換えて、圧油供給部70からシリンダハウジング4への圧油の供給を制御する。また、制御部80は、アンクランプ端スイッチ45、クランプ正常確認スイッチ46、及びクランプ端スイッチ47からの信号に基づいて、皿ばね33の付勢力によるクランプ力が適正か不足かを判定するクランプ力判定処理を実行する。尚、本明細書において、クランプ力が「適正」とは、工作機械に要求される加工精度を確保するために必要なクランプ力を満たすことを意味し、「不足」とは必要なクランプ力を満たしていないことを意味する。また、本明細書では、「皿ばねの付勢力によるクランプ力」を単に「皿ばねによるクランプ力」とも記載する。

【0022】

(3. 圧油供給部70の構成)

次に、圧油供給部70の詳細構成について、図2を参照しつつ説明する。圧油供給部70は、圧油を供給する回路であって、方向切換弁71と、2圧制御減圧弁72と、パイロット操作ダブルチェック弁76とを備えて構成される。

【0023】

方向切換弁71は、4個のポートを備えて油路を3通りに切り替え可能な4ポート3位置方向制御弁であって、制御部80によりソレノイド71c, 71uの通電、非通電を切り替えることによって、3つの接続状態に切り替え可能に構成されている。

【0024】

すなわち、ソレノイド71c, 71uが共に非通電の時、方向切換弁71は両側のばねにより中立ポジション71npに切り替えられ、ポンプPに接続される供給経路Ypが閉鎖され、クランプ経路Yc及びアンクランプ経路Yuと、タンクRに接続される排出経路

Y r とが接続される。ソレノイド 7 1 c が通電且つソレノイド 7 1 u が非通電の時、方向切換弁 7 1 はクランプポジション 7 1 c p に切り替えられ、供給経路 Y p とクランプ経路 Y c とが接続されると共に、アンクランプ経路 Y u と排出経路 Y r とが接続される。ソレノイド 7 1 u が通電且つソレノイド 7 1 c が非通電の時、方向切換弁 7 1 はアンクランプポジション 7 1 u p に切り替えられ、供給経路 Y p とアンクランプ経路 Y u とが接続されると共に、クランプ経路 Y c と排出経路 Y r とが接続される。

【 0 0 2 5 】

2 圧制御減圧弁 7 2 は、シリンダハウジング 4 へ供給する圧油を高圧 P H と低圧 P L との 2 圧に設定可能な圧設定回路を有し、2 圧制御が可能な減圧弁である。高圧 P H は、ピストン 5 5 を皿ばね 3 3 の付勢力に抗してプッシュロッド 3 0 を前方端側へ押圧させる圧力であり、低圧 P L は、皿ばね 3 3 の付勢力によるクランプ力の下限值に基づいて定められた圧力である。2 圧制御減圧弁 7 2 は、供給経路 Y p 経由でポンプ P から供給される圧油を高圧 P H 又は低圧 P L に減圧して、方向切換弁 7 1 の P ポートへ供給する。高圧 P H は、ピストン 5 5 のプッシュロッド 3 0 に対する押圧力が、皿ばね 3 3 の付勢力の最大値を上回る大きさとなるように設定された圧力値を持っている。高圧 P H は、例えば、0 . 7 ~ 7 . 0 M P a の範囲内で且つ低圧 P L よりも大きい値に設定される。一方、低圧 P L は、皿ばね 3 3 の付勢力によるクランプ力の下限值に基づいて定められた圧力値を持っている。より具体的には、ピストン 5 5 の押圧力が、工作機械の加工性能を確保するために予め規定されたコレット 3 2 のクランプ力の下限值に対応する皿ばね 3 3 の付勢力と等しくなるように、低圧 P L が定められている。低圧 P L は、例えば、0 . 2 ~ 3 . 5 M P a の範囲内で且つ高圧 P H よりも小さい値に設定される。例えば、高圧 P H を 5 . 5 M P a とし、低圧 P L を 0 . 7 9 M P a と設定することができる。このような 2 圧制御減圧弁 7 2 として、例えば、豊興工業株式会社製の 2 圧制御減圧弁 (H G D 2 H) を用いることができる。

10

20

【 0 0 2 6 】

2 圧制御減圧弁 7 2 は、具体的には、減圧弁 7 3 と、チェック弁 7 4 と、リリーフ弁 7 5 とから回路が構成される。減圧弁 7 3 は、バランスピストン形の減圧弁であって、供給経路 Y p 中に設けられている。また、減圧弁 7 3 は、アンクランプ経路 Y u の油圧がパイロット圧として導入されると共に、ドレンポートがチェック弁 7 4 の入口側に連通している。

30

【 0 0 2 7 】

チェック弁ソレノイド 7 4 s が非通電の時、チェック弁 7 4 が閉鎖されているため、リリーフ弁 7 5 は作動せず、減圧弁 7 3 の二次側圧力は、パイロットスプリング 7 3 p s の押圧力を予め調整することにより設定された高圧 P H になる。

【 0 0 2 8 】

一方、チェック弁ソレノイド 7 4 s を通電するとチェック弁 7 4 が開放され、減圧弁 7 3 のドレンポートから流れる圧油がチェック弁 7 4 を通過してリリーフ弁 7 5 へ流入する。これにより、リリーフ弁 7 5 が作動して、減圧弁 7 3 の二次側圧力が、パイロットスプリング 7 5 p s の押圧力を予め調整することにより設定された低圧 P L になる。

40

【 0 0 2 9 】

(4 . クランプ力判定処理の流れ)

次に、制御部 8 0 において実行されるクランプ力判定処理の流れについて、図 3 のフローチャート及び図 4 の説明図を参照しつつ説明する。本実施形態では、アンクランプ状態からクランプ状態へ移行する動作の過程で、皿ばね 3 3 によるクランプ力が適正か不足かを判定する。尚、図 4 に示すように、ピストン 5 5 のドグ 5 5 d がアンクランプ端スイッチ 4 5 に対向する位置とクランプ正常確認スイッチ 4 6 に対向する位置との間では、ピストン 5 5 はプッシュロッド 3 0 と係合するため、ピストン 5 5 とプッシュロッド 3 0 とは軸方向に一体動作する。

【 0 0 3 0 】

図 3 に示すように、ステップ 1 (以下、S 1 と略記する。他のステップも同様。) に示

50

す初期状態において、方向切換弁71は、アンクランプポジション71upに設定され、供給経路Ypとアンクランプ経路Yuとが接続されると共に、クランプ経路Ycと排出経路Yrとが接続されている。また、2圧制御減圧弁72の二次側圧力は、高圧PHに設定されている。すなわち、方向切換弁71のソレノイド71uが通電且つソレノイド71cが非通電とされ、2圧制御減圧弁72のチェック弁ソレノイド74sが非通電とされる。

【0031】

従って、初期状態(S1)では、高圧PHの圧油が、アンクランプ経路Yuを介してポート52Pよりアンクランプ室52に供給されている。この時、ピストン55は、皿ばね33の付勢力に抗してプッシュロッド30を前方側へ押圧することによりドグ55dが前方端まで前進してアンクランプ端スイッチ45に近接しているため、アンクランプ端スイッチ45がオンしている。

10

【0032】

次に、2圧制御減圧弁72の二次側圧力を低圧PLに設定する(S2)。すなわち、2圧制御減圧弁72のチェック弁ソレノイド74sに通電する。これにより、低圧PLの圧油が、アンクランプ経路Yuを介してポート52Pよりアンクランプ室52に供給される。

【0033】

続いて、アンクランプ端スイッチ45が直ちにオフしたか否かを検知する(S3)。アンクランプ端スイッチ45のオフが検知された場合(S3:Yes)、皿ばね33のクランプ力が適正と判定される(S4)。アンクランプ端スイッチ45のオフが検知されるのは、図4に示すように、皿ばね33の付勢力によってプッシュロッド30が後方へ押圧されてピストン55が直ちに後退し、ドグ55dがアンクランプ端スイッチ45から遠ざかったからである。このことは、低圧PLの圧油によるピストン55の押圧力に対して皿ばね33の付勢力が上回っている、つまり、クランプ力が適正であることを示している。

20

【0034】

そして、クランプ力が適正と判定された場合(S4)、締め動作を行い(S5)、本ルーチンを終了する。すなわち、方向切換弁71において、ソレノイド71cを通電且つソレノイド71uを非通電として、アンクランプポジション71uからクランプポジション71cpに切り替え、供給経路Ypとクランプ経路Ycとを接続すると共に、アンクランプ経路Yuと排出経路Yrとを接続する。これにより、クランプ経路Ycを介してポート51Pよりクランプ室51に高圧PHの圧油が供給されて、ピストン55は油圧によりさらに後方端まで後退し、クランプ端スイッチ47にドグ55dが近接してオンし、締め動作が完了する(S5)。

30

【0035】

一方、アンクランプ端スイッチ45が直ちにオフしたことが検知されなかった場合、(S3:No)、皿ばね33によるクランプ力が不足と判定される(S6)。アンクランプ端スイッチ45のオフが検知されないのは、ピストン55による前方側への押圧によって、ドグ55がアンクランプ端スイッチ45の近接位置に停止する状態が継続しているからである。このことは、低圧PLの圧油によるピストン55の押圧力に対して皿ばね33の付勢力が下回っている、つまり、クランプ力が不足していることを示しているからである。

40

【0036】

そして、クランプ力が不足と判定された場合(S6)、締め動作を行うことなく、皿ばね33の交換が必要である旨を示すランプの点灯やメッセージの画面表示又は音声出力等の警告動作を行い(S7)、本ルーチンを終了する。作業者は、警告によって皿ばね33の交換が必要であることを認識し、新品への交換作業等を行う。尚、シリンダハウジング4へ供給する圧油を2圧制御減圧弁72により低圧PLに設定し、その状態で変位検知部としてのアンクランプ端スイッチ45の検知結果に基づいて皿ばね33の付勢力によるクランプ力が適正か不足かを判定するS2~S3のステップが、本発明の判定部として機能するものである。

50

【 0 0 3 7 】

(5 . ま と め)

本実施形態によれば、主軸装置 1 は、シリンダハウジング 4 へ供給する圧油が 2 圧制御減圧弁 7 2 により低圧 P L に設定された状態で、低圧 P L の圧油によるピストン 5 5 の押圧力に対して皿ばね 3 3 の付勢力が上回っている場合はアンクランプ端スイッチ 4 5 がオフとなり、クランプ力が適正と判定し、皿ばね 3 3 の付勢力が下回っている場合は、アンクランプ端スイッチ 4 5 がオンとなり、クランプ力が不足と判定する。よって、皿ばね 3 3 の付勢力によるクランプ力が適正か不足かを、簡単且つ安価な構成で工作機械の運転を停止することなく判定することができる。

【 0 0 3 8 】

また、主軸装置 1 は、高圧 P H を設定するための減圧弁 7 3 と、低圧 P L を設定するためのリリーフ弁 7 5 と、減圧弁 7 3 とリリーフ弁 7 5 との間に設けられるチェック弁 7 4 とを有し、高圧 P H と低圧 P L との 2 圧を設定可能な 2 圧設定回路の機能が 1 台に集約された 2 圧制御減圧弁 7 2 を用いている。よって、シリンダハウジング 4 へ供給する圧油を、1 台の 2 圧制御減圧弁 7 2 を用いた簡単な構成で高圧 P H と低圧 P L との 2 圧に制御することができる。

【 0 0 3 9 】

また、主軸装置 1 は、シリンダハウジング 4 のアンクランプ室 5 2 へ供給する圧油を 2 圧制御減圧弁 7 2 により高圧 P H から低圧 P L に切り替え、その結果、プッシュロッド 3 0 に所定の軸方向変位が生じたことがアンクランプ端スイッチ 4 5 によって検知された場合にクランプ力が適正と判定し、それ以外の場合にクランプ力が不足と判定する。尚、本実施形態において、「所定の軸方向変位」は、アンクランプ端スイッチ 4 5 がオンする位置からオフする位置へプッシュロッド 3 0 が軸方向に変位することである。よって、皿ばね 3 3 の付勢力によるクランプ力が適正か不足かを、アンクランプ室 5 2 への低圧 P L の圧油の供給によってプッシュロッド 3 0 に所定の軸方向変位が生じたか否かに基づいて、確実に判定することができる。

【 0 0 4 0 】

また、主軸装置 1 は、制御部 8 0 によりアンクランプ状態からクランプ状態へ遷移させる制御の過程で、シリンダハウジング 4 へ供給する圧油を 2 圧制御減圧弁 7 2 により低圧 P L に設定し、その状態でアンクランプ端スイッチ 4 5 の検知結果に基づいて皿ばね 3 3 によるクランプ力が適正か不足かを判定する。よって、アンクランプ状態からクランプ状態へ遷移させる制御の過程で、圧油を高圧 P H から低圧 P L に切り替えてクランプ力の判定を効率的に行うことができる。そして、クランプ力が適正と判定された場合 (S 4) 、方向切換弁 7 1 をクランプポジション 7 1 c p とし且つ 2 圧制御減圧弁 7 2 を高圧 P H とする締め動作を引き続き実施することができるので、工作機械における一連の工具交換動作を円滑に行うことができる。

【 0 0 4 1 】

特に、皿ばね 3 3 の交換が不要な通常の使用場面において、圧油を低圧 P L に切り替えた直後にピストン 5 5 と共にプッシュロッド 3 0 が動いてアンクランプ端スイッチ 4 5 がオフするので、クランプ力が適正であることを瞬時に判定し、速やかに締め動作を開始することができるので、クランプ力判定による動作時間の増大が殆ど生じない。

【 0 0 4 2 】

また、本実施形態では、変位検知部としてのアンクランプ端スイッチ 4 5 は、プッシュロッド 3 0 に係合して一体動作するピストン 5 5 の軸方向変位の検知を通じて、プッシュロッド 3 0 の軸方向変位を検知する。よって、従来の主軸装置に設けられる既存の近接スイッチであるアンクランプ端スイッチ 4 5 を利用するので、簡単且つ安価な構成とすることができる。

【 0 0 4 3 】

< 第 2 実施形態 >

次に、第 2 実施形態について、図 5 及び図 6 を参照しつつ説明する。尚、第 2 ~ 第 4 実

10

20

30

40

50

施形態において、主軸装置 1 の全体構成、主軸ユニット 2 の構成、及び圧油供給部 7 0 の構成は、上記第 1 実施形態と同様であるのでこれらについての説明を省略し、クランプ力判定処理の流れについてのみ説明する。また、上記第 1 実施形態と同一部材には同一符号を付し、それらについての詳細な説明を省略する。

【 0 0 4 4 】

本実施形態は、アンクランプ状態からクランプ状態へ遷移させる制御の過程で皿ばね 3 3 によるクランプ力が適正か不足かを判定する点で第 1 実施形態と共通する一方、第 1 実施形態ではクランプ力の判定のためにアンクランプ端スイッチ 4 5 を用いるのに対し、本実施形態ではクランプ正常確認スイッチ 4 6 を用いる点が異なっている。

【 0 0 4 5 】

図 5 に示すように、方向切換弁 7 1 は、初期状態において、アンクランプポジション 7 1 u p に設定され、2 圧制御減圧弁 7 2 の二次側圧力は、高圧 P H に設定されている (S 1 1) 。従って、初期状態では、高圧 P H の圧油が、アンクランプ経路 Y u を介してポート 5 2 P よりアンクランプ室 5 2 に供給されている。この時、ピストン 5 5 は、皿ばね 3 3 のばね力に抗してプッシュロッド 3 0 を前方側へ押圧することによりドグ 5 5 d が前進してアンクランプ端スイッチ 4 5 に近接しているため、アンクランプ端スイッチ 4 5 がオンしている。

【 0 0 4 6 】

次に、2 圧制御減圧弁 7 2 の二次側圧力を、高圧 P H から低圧 P L に切り替える (S 1 2) 。これにより、低圧 P L の圧油が、アンクランプ経路 Y u を介してポート 5 2 P よりアンクランプ室 5 2 に供給される。

【 0 0 4 7 】

続いて、クランプ正常確認スイッチ 4 6 が所定時間後にオンしたか否かを検知する (S 1 3) 。所定時間後にクランプ正常確認スイッチ 4 6 のオンが検知された場合 (S 1 3 : Y e s) 、皿ばね 3 3 のクランプ力が適正と判定される (S 1 4) 。ここで、クランプ正常確認スイッチ 4 6 のオンが検知されるのは、皿ばね 3 3 の付勢力によってプッシュロッド 3 0 が後方へ押圧されて所定時間後にプッシュロッド 3 0 と共にピストン 5 5 が後退して、ドグ 5 5 d がクランプ正常確認スイッチ 4 6 の近接位置へ到達したからである。このことは、低圧 P L の圧油によるピストン 5 5 の押圧力に対して皿ばね 3 3 の付勢力が上回っている、つまり、クランプ力が適正であることを示している。

【 0 0 4 8 】

そして、クランプ力が適正と判定された場合 (S 1 4) 、締め動作を行い (S 1 5) 、本ルーチンを終了する。すなわち、方向切換弁 7 1 において、ソレノイド 7 1 c を通電且つソレノイド 7 1 u を非通電として、アンクランプポジション 7 1 u からクランプポジション 7 1 c p に切り替え、供給経路 Y p とクランプ経路 Y c とを接続すると共に、アンクランプ経路 Y u と排出経路 Y r とを接続する。これにより、クランプ経路 Y c を介してポート 5 1 P よりクランプ室 5 1 に圧油が供給されると、ピストン 5 5 は油圧によってさらに後方端まで後退して、クランプ端スイッチ 4 7 にドグ 5 5 d が近接してオンし、締め動作が完了する (S 1 5) 。

【 0 0 4 9 】

一方、クランプ正常確認スイッチ 4 6 が所定時間後にオンしたことが検知されなかった場合 (S 1 3 : N o) 、皿ばね 3 3 の付勢力によるクランプ力が不足していると判定される (S 1 6) 。ここで、クランプ正常確認スイッチ 4 6 のオンが検知されないのは、低圧 P L の圧油のアンクランプ室 5 2 への供給によるピストン 5 5 の前方側への押圧によって、皿ばね 3 3 により付勢されるプッシュロッド 3 0 及びピストン 5 5 の後退が妨げられているからである。このことは、低圧 P L の圧油によるピストン 5 5 の押圧力に対して皿ばね 3 3 の付勢力が下回っている、つまり、クランプ力が不足していることを示している。

【 0 0 5 0 】

そして、クランプ力が不足と判定された場合 (S 1 6) 、締め動作を行うことなく、皿ばね 3 3 の交換が必要である旨を示すランプの点灯やメッセージの画面表示又は音声出力

10

20

30

40

50

等の警告動作を行い（S 1 7）、本ルーチンを終了する。

【 0 0 5 1 】

本実施形態によれば、アンクランプ状態からクランプ状態へ遷移させる制御の過程で、圧油を高圧 P H から低圧 P L に切り替えた後、クランプ正常確認スイッチ 4 6 からの信号を検知することにより、クランプ力が適正か不足かを確実に判定することができる。特に、クランプ正常確認スイッチ 4 6 のオンの検知により、皿ばね 3 3 のクランプ力が適正であることの判定に加えて、皿ばね 3 3 の付勢力によって工具 T のクランプが正常に行われたことも同時に確認できるので、直ちに締め動作を開始することができる。

【 0 0 5 2 】

また、本実施形態では、変位検知部としてのクランプ正常確認スイッチ 4 6 は、プッシュロッド 3 0 に係合して一体動作するピストン 5 5 の軸方向変位の検知を通じて、プッシュロッド 3 0 の軸方向変位を検知する。よって、従来の主軸装置に設けられる既存の近接スイッチであるクランプ正常確認スイッチ 4 6 を利用するので、簡単且つ安価な構成とすることができる。その他、本実施形態は、上記第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

【 0 0 5 3 】

< 第 3 実施形態 >

次に、第 3 実施形態におけるクランプ力判定処理の流れについて、図 7 及び図 8 を参照しつつ説明する。

【 0 0 5 4 】

上述した第 1、第 2 実施形態では、アンクランプ状態からクランプ状態へ遷移させる制御の過程で皿ばね 3 3 によるクランプ力が適正か不足かを判定するようにしたが、本実施形態では、クランプ状態からアンクランプ状態へ遷移させる制御の過程で皿ばね 3 3 によるクランプ力が適正か不足かを判定する。

【 0 0 5 5 】

図 7 に示すように、S 2 1 に示す初期状態において、方向切換弁 7 1 は、クランプポジション 7 1 c p に設定され、供給経路 Y p とクランプ経路 Y c とが接続されると共に、アンクランプ経路 Y u と排出経路 Y r とが接続されている。また、2 圧制御減圧弁 7 2 の二次側圧力は、高圧 P H に設定されている。すなわち、方向切換弁 7 1 のソレノイド 7 1 c が通電且つソレノイド 7 1 u が非通電とされ、2 圧制御減圧弁 7 2 のチェック弁ソレノイド 7 4 s が非通電とされる。

【 0 0 5 6 】

従って、初期状態（S 2 1）では、高圧 P H の圧油が、クランプ経路 Y c を介してポート 5 1 P よりクランプ室 5 1 に供給されている。この時、ピストン 5 5 は、油圧で後退してクランプ端スイッチ 4 7 にドグ 5 5 d が近接しているため、クランプ端スイッチ 4 7 がオンしている（図 8 参照）。

【 0 0 5 7 】

次に、2 圧制御減圧弁 7 2 の二次側圧力を低圧 P L に設定すると共に、方向切換弁 7 1 を、クランプポジション 7 1 c p からアンクランプポジション 7 1 u p に切り替える（S 2 2）。すなわち、2 圧制御減圧弁 7 2 のチェック弁ソレノイド 7 4 s に通電すると共に、方向切換弁 7 1 のソレノイド 7 1 u を通電且つソレノイド 7 1 c を非通電とする。これにより、低圧 P L の圧油が、アンクランプ経路 Y u を介してポート 5 2 P よりアンクランプ室 5 2 に供給される。

【 0 0 5 8 】

続いて、クランプ正常確認スイッチ 4 6 が直ちにオンしたか否かを検知する（S 2 3）。クランプ正常確認スイッチ 4 6 のオンが検知された場合（S 2 3 : Y e s）、皿ばね 3 3 のクランプ力が適正と判定される（S 2 4）。ここで、クランプ正常確認スイッチ 4 6 のオンが検知されるのは、低圧 P L の圧油のアンクランプ室 5 2 への供給による前方側への押圧によってピストン 5 5 がクランプ正常確認スイッチ 4 6 の近接位置まで前進した後、皿ばね 3 3 の付勢力によって前方への移動が阻止されてプッシュロッド 3 0 と共に当該位置で停止しているからである（図 8 参照）。このことは、低圧 P L の圧油によるピスト

10

20

30

40

50

ン 5 5 の押圧力に対して皿ばね 3 3 の付勢力が上回っている、つまり、クランプ力が適正であることを示している。

【 0 0 5 9 】

そして、クランプ力が適正と判定された場合 (S 2 4)、緩め動作を行い (S 2 5)、本ルーチンを終了する。すなわち、2 圧制御減圧弁 7 2 のチェック弁ソレノイド 7 4 s を非通電とする。これにより、高圧 P H の圧油が、アンクランプ経路 Y u を介してポート 5 2 P よりアンクランプ室 5 2 に供給され、ピストン 5 5 が皿ばね 3 3 の付勢力に抗してプッシュロッド 3 0 を前方へ押圧する。そして、プッシュロッド 3 0 が前方端まで前進してアンクランプ状態となり、アンクランプ端スイッチ 4 5 にドグ 5 5 d が近接してオンし、緩め動作が完了する (S 2 5)。

10

【 0 0 6 0 】

一方、クランプ正常確認スイッチ 4 6 のオンが検知されなかった場合 (S 2 3 : N o)、皿ばね 3 3 によるクランプ力が不足していると判定される (S 2 6)。ここで、クランプ正常確認スイッチ 4 6 のオンが検知されないのは、低圧 P L の圧油のアンクランプ室 5 2 への供給による前方側への押圧によってピストン 5 5 がクランプ正常確認スイッチ 4 6 の近接位置まで前進した後、皿ばね 3 3 の付勢力に抗してプッシュロッド 3 0 と共にさらに前方へ移動するからである (図 8 参照)。このことは、低圧 P L の圧油によるピストン 5 5 の押圧力に対して皿ばね 3 3 の付勢力が下回っている、つまり、クランプ力が不足していることを示しているからである。

【 0 0 6 1 】

そして、クランプ力が不足と判定された場合 (S 2 6)、緩め動作を行うことなく、皿ばね 3 3 の交換が必要である旨を示すランプの点灯やメッセージの画面表示又は音声出力等の警告動作を行い (S 2 7)、本ルーチンを終了する。

20

【 0 0 6 2 】

本実施形態によれば、制御部 8 0 によりクランプ状態からアンクランプ状態へ遷移させる制御の過程で、シリンダハウジング 4 へ供給する圧油を 2 圧制御減圧弁 7 2 により低圧 P L に設定し、その状態で変位検知部としてのクランプ正常確認スイッチ 4 6 の検知結果に基づいて皿ばね 3 3 によるクランプ力が適正か不足かを判定することができる。

【 0 0 6 3 】

よって、クランプ状態からアンクランプ状態へ遷移させる制御の過程で、圧油を高圧 P H から低圧 P L に切り替えてクランプ力の判定を効率的に行うことができる。そして、クランプ力が適正と判定された場合 (S 2 5)、2 圧制御減圧弁 7 2 を高圧 P H とする緩め動作 (S 2 6) を引き続き行うことができるので、工作機械における一連の工具交換動作を円滑に行うことができる。

30

【 0 0 6 4 】

特に、皿ばね 3 3 の交換が不要な通常の使用場面において、圧油を低圧 P L に切り替えた直後にピストン 5 5 が前進してプッシュロッド 3 0 に当接して停止し、クランプ正常確認スイッチ 4 6 がオンするので、クランプ力が適正であることを瞬時に判定し、速やかに緩め動作を開始することができる。その他、本実施形態は、上記第 1、第 2 実施形態と同様の効果を奏する。

40

【 0 0 6 5 】

< 第 4 実施形態 >

次に、第 4 実施形態におけるクランプ力判定処理の流れについて、図 9 及び図 1 0 を参照しつつ説明する。

【 0 0 6 6 】

本実施形態は、クランプ状態からアンクランプ状態へ遷移させる制御の過程で皿ばね 3 3 によるクランプ力が適正か不足かを判定する点で第 3 実施形態と共通する一方、第 3 実施形態ではクランプ力の判定のためにクランプ正常確認スイッチ 4 6 を用いるのに対し、本実施形態ではアンクランプ端スイッチ 4 5 を用いる点が異なっている。

【 0 0 6 7 】

50

図 9 に示すように、S 3 1 に示す初期状態において、方向切換弁 7 1 は、クランプポジション 7 1 c p に設定され、2 圧制御減圧弁 7 2 の二次側圧力は、高圧 P H に設定されている。

【 0 0 6 8 】

従って、初期状態 (S 3 1) では、高圧 P H の圧油がクランプ経路 Y c を介してポート 5 1 P よりクランプ室 5 1 に供給されている。この時、ピストン 5 5 は、油圧で後退してクランプ端スイッチ 4 7 にドグ 5 5 d が近接しているため、クランプ端スイッチ 4 7 がオンしている (図 1 0 参照) 。

【 0 0 6 9 】

次に、2 圧制御減圧弁 7 2 の二次側圧力を低圧 P L に設定すると共に、方向切換弁 7 1 を、クランプポジション 7 1 c p からアンクランプポジション 7 1 u p に切り替える (S 3 2) 。これにより、低圧 P L の圧油が、アンクランプ経路 Y u を介してポート 5 2 P よりアンクランプ室 5 2 に供給される。

10

【 0 0 7 0 】

続いて、アンクランプ端スイッチ 4 5 が所定時間後にオンしたか否かを検知する (S 3 3) 。アンクランプ端スイッチ 4 5 のオンが検知されなかった場合 (S 3 3 : N o) 、皿ばね 3 3 のクランプ力が適正と判定される (S 3 4) 。ここで、アンクランプ端スイッチ 4 5 のオンが検知されないのは、低圧 P L の圧油のアンクランプ室 5 2 への供給による前方側への押圧によってピストン 5 5 がクランプ正常確認スイッチ 4 6 の近接位置まで前進した後、皿ばね 3 3 の付勢力によってさらに前方への移動が阻止されてプッシュロッド 3 0 と共に当該位置で停止しているからである (図 1 0 参照) 。このことは、低圧 P L の圧油によるピストン 5 5 の押圧力に対して皿ばね 3 3 の付勢力が上回っている、つまり、クランプ力が適正であることを示している。

20

【 0 0 7 1 】

そして、クランプ力が適正と判定された場合 (S 3 4) 、緩め動作を行い (S 3 5) 、本ルーチンを終了する。すなわち、2 圧制御減圧弁 7 2 のチェック弁ソレノイド 7 4 s を非通電とする。これにより、高圧 P H の圧油が、アンクランプ経路 Y u を介してポート 5 2 P よりアンクランプ室 5 2 に供給され、ピストン 5 5 が皿ばね 3 3 の付勢力に抗して前方へ押圧する。そして、プッシュロッド 3 0 が前方端まで前進してアンクランプ状態となり、アンクランプ端スイッチ 4 5 にドグ 5 5 が近接してオンし、緩め動作が完了する (S 3 5) 。

30

【 0 0 7 2 】

一方、アンクランプ端スイッチ 4 5 のオンが所定時間後に検知された場合 (S 3 3 : Y e s) 、皿ばね 3 3 によるクランプ力が不足していると判定される (S 3 6) 。ここで、アンクランプ端スイッチ 4 5 のオンが検知されるのは、低圧 P L の圧油のアンクランプ室 5 2 への供給による前方側への押圧によってピストン 5 5 がクランプ正常確認スイッチ 4 6 の近接位置まで前進し、さらに皿ばね 3 3 の付勢力に抗してアンクランプ端スイッチ 4 5 の近接位置まで前進するからである (図 1 0 参照) 。このことは、低圧 P L の圧油によるピストン 5 5 の押圧力に対して皿ばね 3 3 の付勢力が下回っている、つまり、クランプ力が不足していることを示している。

40

【 0 0 7 3 】

そして、クランプ力が不足と判定された場合 (S 3 6) 、緩め動作を行うことなく、皿ばね 3 3 の交換が必要である旨を示すランプの点灯やメッセージの画面表示又は音声出力等の警告動作を行い (S 3 7) 、本ルーチンを終了する。

【 0 0 7 4 】

本実施形態によれば、クランプ状態からアンクランプ状態へ遷移させる制御の過程で、圧油を高圧 P H から低圧 P L へ切り替え後に、アンクランプ端スイッチ 4 5 からの信号を検知することにより、クランプ力が適正か不足かを確実に判定することができる。その他、本実施形態は、上記第 1 ~ 第 3 実施形態と同様の効果を奏する。

【 0 0 7 5 】

50

< 変形例 >

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲で種々に変更を施すことが可能である。例えば、上記各実施形態では、圧設定回路として2圧制御減圧弁72を用いた例を示したが、これには限られない。例えば、圧設定回路は、2個の減圧弁と1個の電磁切換弁とを用いて構成してもよいし、1個の減圧弁と1個のパイロットリリーフ弁と電磁切換弁とを用いて構成してもよい。また、本発明の圧設定回路は、高圧PHと低圧PLとの少なくとも2圧に設定可能な回路であればよく、例えば、本発明とは別の目的等のために、高圧PH及び低圧PLに加えて、これらとは異なる1以上の所定圧をも設定できる3圧以上に設定可能な回路を用いてもよい。

【0076】

また、上記各実施形態では、プッシュロッド30を付勢する部材として皿ばね33を用いた例を示したが、これには限られない。皿ばね33に代えて、例えば、コイルばねを用いる構成としてもよい。

【0077】

また、上記各実施形態では、工具Tを把持する部材として、コレット32を用いた例を示したが、これには限られず、プッシュロッド30を軸方向に移動させることにより工具の把持とその解除を行える把持部材であればよい。

【0078】

また、上記各実施形態では、工具TとしてブルスタッドTPを有するBT型の工具を示したが、これには限られず、例えば、HSK型であってもよくKM型であってもよい。

【0079】

また、上記各実施形態では、プッシュロッド30とピストン55とが係合して一体動作する間、ピストン55のドグ55dの近接をアンクランプ端スイッチ45及びクランプ正常確認スイッチ46で検知することによりプッシュロッド30の軸方向変位を検知する構成とした例を示したが、これには限られず、プッシュロッド30の後方端等の特定部位を近接スイッチにより直接検知する構成としてもよい。

【0080】

また、上記各実施形態において、皿ばね33によるクランプ力が適正か不足かをアンクランプ端スイッチ45やクランプ正常確認スイッチ46の検知結果を用いて判定する例を示したが、これらには限られず、プッシュロッド30の軸方向移動を直接的又は間接的に検知する近接スイッチ等の配置態様によって如何なる変形も可能である。要するにシリンダハウジング4のアンクランプ室52へ供給する圧油を2圧制御減圧弁72により高圧PHから低圧PLに切り替え、その結果、プッシュロッド30に所定の軸方向変位が生じたこと(無変位を含む)が近接スイッチ等からなる変位検知部によって検知された場合にクランプ力が適正と判定し、それ以外の場合にクランプ力が不足と判定するように構成すればよい。

【符号の説明】

【0081】

1...主軸装置、4...シリンダハウジング、10...主軸、30...プッシュロッド、32...コレット(把持部材)、33...皿ばね(ばね)、45...アンクランプ端スイッチ(変位検知部)、46...クランプ正常確認スイッチ(変位検知部)、51...クランプ室、52...アンクランプ室、55...ピストン、70...圧油供給部、72...2圧制御減圧弁(圧設定回路)、73...減圧弁、74...チェック弁、75...リリーフ弁、80...制御部。

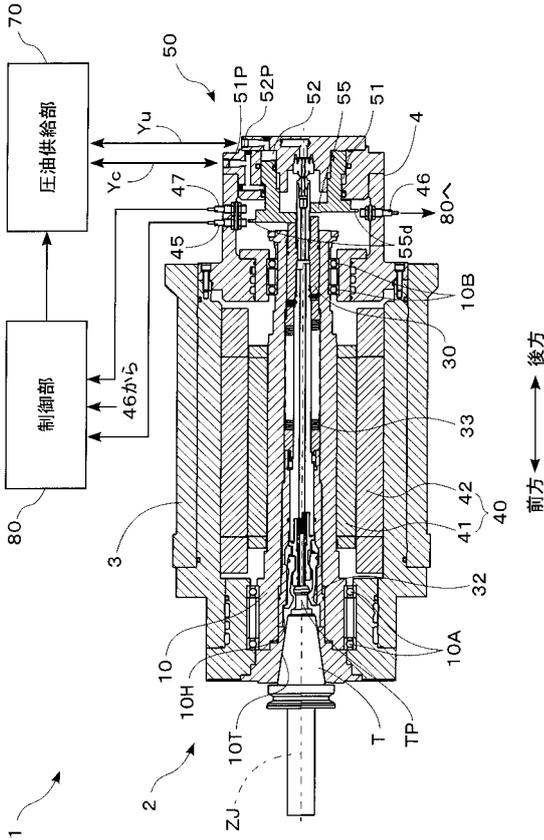
10

20

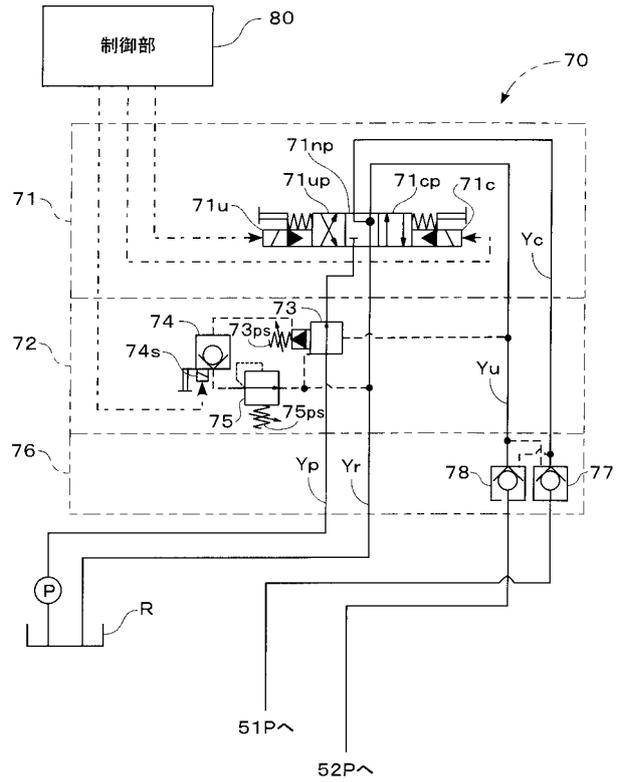
30

40

【図1】

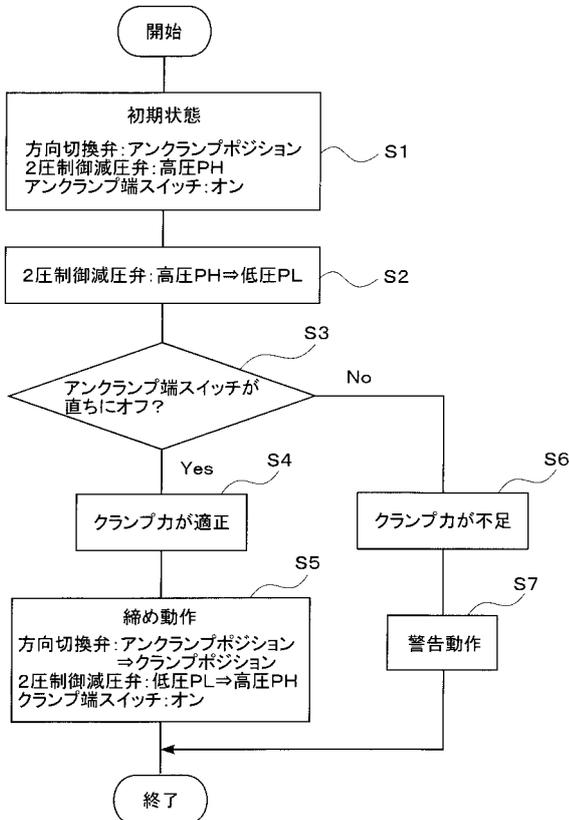


【図2】



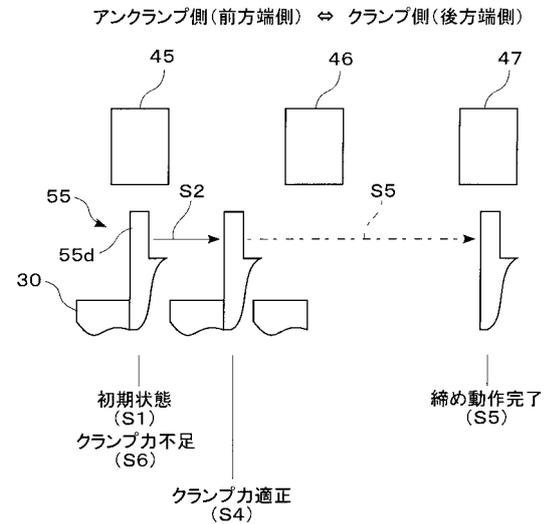
【図3】

<第1実施形態>



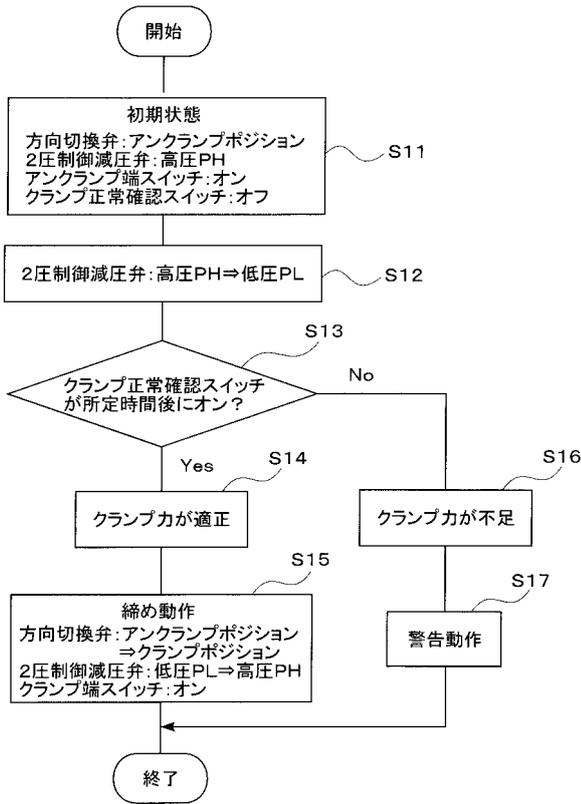
【図4】

<第1実施形態>



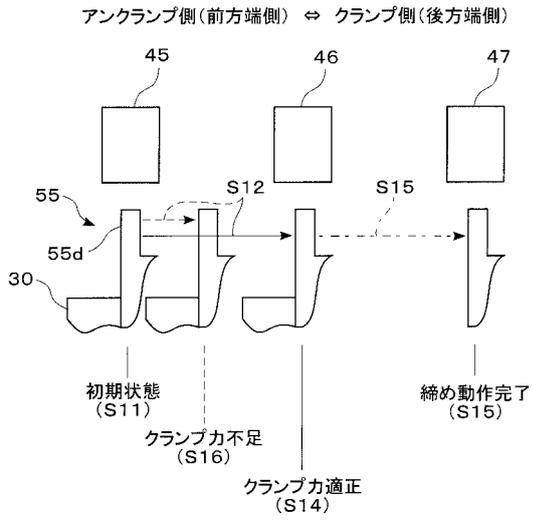
【図5】

<第2実施形態>



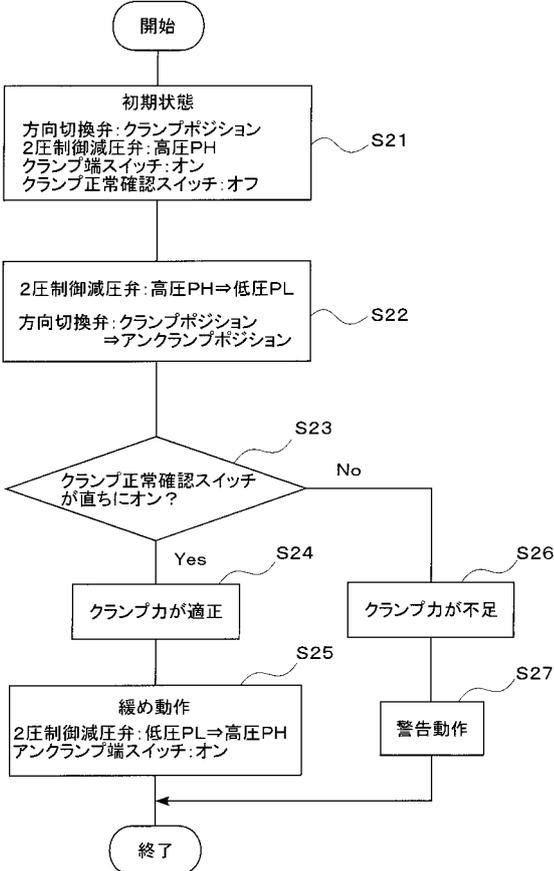
【図6】

<第2実施形態>



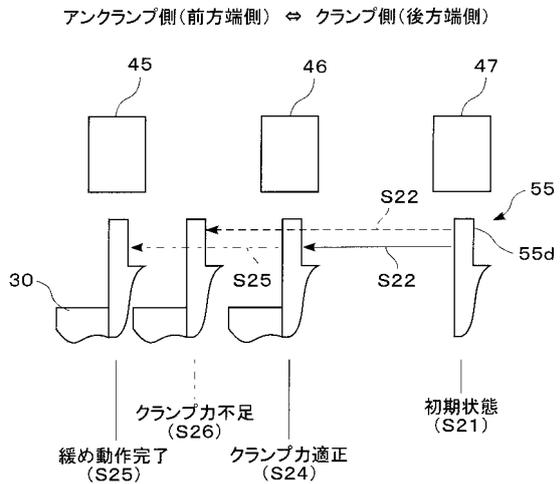
【図7】

<第3実施形態>



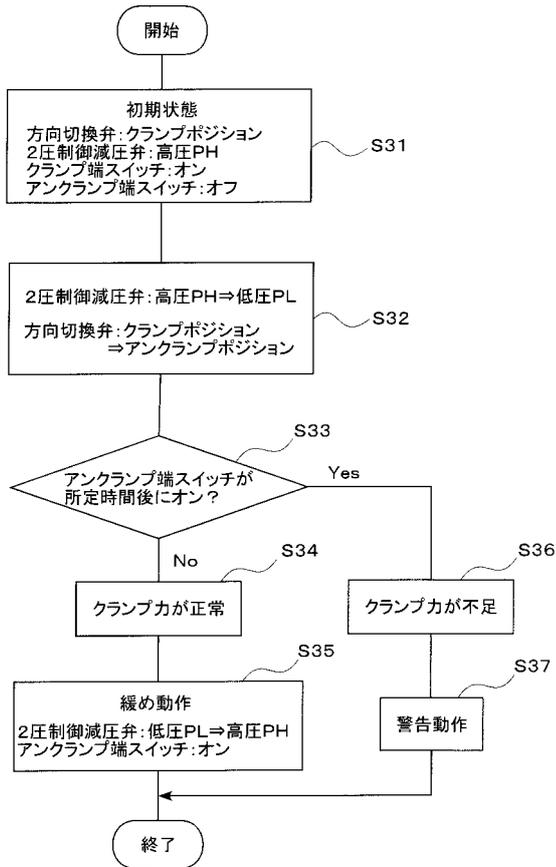
【図8】

<第3実施形態>



【図9】

<第4実施形態>



【図10】

<第4実施形態>

