(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2019-181590
(P2019-181590A)
(43)公開日　令和1年10月24日(2019.10.24)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B23Q 3/155	(2006.01)	B23Q	3/155	G	3C002

審査請求 有　請求項の数 4　ＯＬ　（全 13 頁）

(21)出願番号　特願2018-72333(P2018-72333)
(22)出願日　平成30年4月4日(2018.4.4)

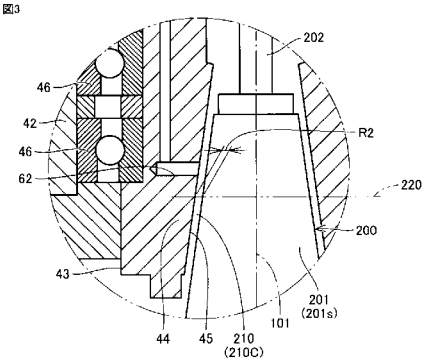
(71)出願人　000146847
ＤＭＧ森精機株式会社
奈良県大和郡山市北郡山町１０６番地
(74)代理人　110001195
特許業務法人深見特許事務所
(72)発明者　山本　浩司
奈良県大和郡山市北郡山町１０６番地　ＤＭＧ森精機株式会社内

Ｆターム(参考)　3C002 HH01　HH09

(54)【発明の名称】工作機械

(57)【要約】
【課題】工具に付着した切屑を効率的に除去することが可能な工作機械、を提供する。
【解決手段】工作機械は、工具２００のシャンク部２０１が挿入される開口形状をなす工具挿入部４４を有し、工具２００を装着可能な主軸４３と、工具２００を把持しながら、主軸４３に装着される工具２００を交換する工具交換部と、工具交換部による工具の交換時に、工具挿入部４４と、工具２００のシャンク部２０１との間の隙間２１０に空気を供給可能に構成される空気供給部と、工具挿入部４４に工具２００のシャンク部２０１を挿入しつつ、工具挿入部４４と、工具２００のシャンク部２０１との間に隙間２１０を設けた状態において、工具２００および工具挿入部４４が相互に所定方向に沿って往復移動するように、主軸４３および工具交換部の少なくともいずれか一方の駆動を制御する制御装置とを備える。
【選択図】図３

図3



【特許請求の範囲】
【請求項１】
工具のシャンク部が挿入される開口形状をなす工具挿入部を有し、工具を装着可能な工具装着部と、
工具を把持しながら、前記工具装着部に装着される工具を交換する工具交換部と、
前記工具交換部による工具の交換時に、前記工具挿入部と、工具のシャンク部との間の隙間に空気を供給可能に構成される空気供給部と、
前記工具挿入部に工具のシャンク部を挿入しつつ、前記工具挿入部と、工具のシャンク部との間に隙間を設けた状態において、工具および前記工具挿入部が相互に所定方向に沿って往復移動するように、前記工具装着部および前記工具交換部の少なくともいずれか一方の駆動を制御する制御装置とを備える、工作機械。
【請求項２】
前記工具挿入部には、工具のシャンク部が一方向から挿入され、
前記所定方向は、工具のシャンク部の挿入方向である、請求項１に記載の工作機械。
【請求項３】
前記制御装置は、
前記工具挿入部に対して工具のシャンク部を一方向に挿入するとともに、前記工具挿入部と、工具のシャンク部との間に隙間が生じる第１位置にて、前記工具挿入部に対する工具のシャンク部の挿入を停止させるステップと、
前記第１位置と、前記第１位置から見て、工具のシャンク部の挿入方向とは反対方向に位置する第２位置との間で、工具および前記工具挿入部を相互に往復移動させるステップと、を実行するように、前記工具装着部および前記工具交換部の少なくともいずれか一方の駆動を制御する、請求項２に記載の工作機械。
【請求項４】
前記工具挿入部には、工具のシャンク部が一方向から挿入され、
前記所定方向は、工具のシャンク部の挿入方向に直交する平面に平行な方向である、請求項１に記載の工作機械。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、工作機械に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来の工作機械に関して、たとえば、特開平７－２８５０４６号公報（特許文献１）には、工具を着脱自在に装着するための主軸工具装着部が設けられた主軸を備えるマシニングセンタが開示されている。工具（２面拘束ツール）の交換時、主軸工具装着部のテーパ面および端面と、工具のテーパ面および端面との間に隙間が設けられるように、工具を停止させ、この間、その隙間に清掃用エアを通過させることにより、工具のテーパ面および端面を清掃する。
【０００３】
また、特開２００４－２６８１７７号公報には、工具交換機構を備える工作機械が開示されている（特許文献２）。特許文献２に開示された工作機械においては、工具交換機構に備わった駆動モータを利用して工具を振動させることにより、工具のテーパ部に付着した切粉を除去する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開平７－２８５０４６号公報
【特許文献２】特開２００４－２６８１７７号公報
【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
上記のとおり、工具自動交換時に、工具に付着した切屑を除去する手法が各種提案されている。しかしながら、工具に付着する切屑の量や態様は様々であるため、特許文献１および特許文献２に開示された手法を用いたとしても、工具から切屑を十分に除去できないおそれがある。
【０００６】
そこで本発明の目的は、上記の課題を解決することであり、工具に付着した切屑を効率的に除去することが可能な工作機械を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
この発明に従った工作機械は、工具のシャンク部が挿入される開口形状をなす工具挿入部を有し、工具を装着可能な工具装着部と、工具を把持しながら、工具装着部に装着される工具を交換する工具交換部と、工具交換部による工具の交換時に、工具挿入部と、工具のシャンク部との間の隙間に空気を供給可能に構成される空気供給部と、工具挿入部に工具のシャンク部を挿入しつつ、工具挿入部と、工具のシャンク部との間に隙間を設けた状態において、工具および工具挿入部が相互に所定方向に沿って往復移動するように、工具装着部および工具交換部の少なくともいずれか一方の駆動を制御する制御装置とを備える。
【０００８】
このように構成された工作機械によれば、工具および工具挿入部を相互に所定方向に沿って往復移動させることにより、工具挿入部と、工具のシャンク部との間の隙間を流れる空気流れに乱れを生じさせることができる。これにより、工具に付着した切屑を効率的に除去することができる。
【０００９】
また好ましくは、工具挿入部には、工具のシャンク部が一方向から挿入される。所定方向は、工具のシャンク部の挿入方向である。
【００１０】
このように構成された工作機械によれば、工具および工具挿入部を相互に所定方向に沿って往復移動させる際、工具装着部と工具のシャンク部とが相互に干渉し難くなる。
【００１１】
また好ましくは、制御装置は、工具挿入部に対して工具のシャンク部を一方向に挿入するとともに、工具挿入部と、工具のシャンク部との間に隙間が生じる第１位置にて、工具挿入部に対する工具のシャンク部の挿入を停止させるステップと、第１位置と、第１位置から見て、工具のシャンク部の挿入方向とは反対方向に位置する第２位置との間で、工具および工具挿入部を相互に往復移動させるステップとを実行するように、工具装着部および工具交換部の少なくともいずれか一方の駆動を制御する。
【００１２】
このように構成された工作機械によれば、工具および工具挿入部を相互に所定方向に沿って往復移動させる際、工具装着部と工具のシャンク部とが相互にさらに干渉し難くなる。
【００１３】
また好ましくは、工具挿入部には、工具のシャンク部が一方向から挿入される。所定方向は、工具のシャンク部の挿入方向に直交する平面に平行な方向である。
【００１４】
このように構成された工作機械によれば、工具のシャンク部の挿入方向に直交する平面内において、工具挿入部と、工具のシャンク部との間の隙間の大きさを変化させることができる。これにより、その隙間を流れる空気流れに乱れを生じさせることができる。
【発明の効果】
【００１５】

以上に説明したように、この発明に従えば、工具に付着した切屑を効率的に除去することが可能な工作機械を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】この発明の実施の形態１における工作機械を示す正面図である。

【図２】図１中の主軸頭の主軸端面側を示す断面図である。

【図３】自動工具交換時の工具に対するエアパージ工程を示す断面図である。

【図４】自動工具交換時の工具に対するエアパージ工程を示す断面図である。

【図５】自動工具交換およびエアパージの工程の流れを示すフローチャート図である。

【図６】自動工具交換時における工具交換アームの動き（進退運動，旋回運動）を示すグラフである。

【図７】自動工具交換時における工具の速度変化を示すグラフである。

【図８】工具および工具挿入部を相互に往復移動させる形態の第１変形例を示す断面図である。

【図９】工具および工具挿入部を相互に往復移動させる形態の第２変形例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、以下で参照する図面では、同一またはそれに相当する部材には、同じ番号が付されている。

【００１８】

（実施の形態１）

図１は、この発明の実施の形態１における工作機械を示す正面図である。図１を参照して、工作機械１０は、立形マシニングセンタである。工作機械１０は、ベッド１２と、コラム１３と、主軸頭４１と、テーブル１６と、工具マガジン２１と、工具交換部３１とを有する。

【００１９】

ベッド１２は、コラム１３、主軸頭４１およびテーブル１６等を搭載するためのベース部材であり、工場などの据え付け面に設置されている。

【００２０】

ベッド１２には、コラム１３が立設されている。コラム１３には、主軸頭４１が取り付けられている。主軸頭４１は、鉛直方向に平行なＺ軸方向に沿ってスライド移動可能に設けられている。コラム１３および主軸頭４１には、主軸頭４１のＺ軸方向へのスライド移動を可能とするための送り機構、案内機構、および、駆動源としてのサーボモータなどが適宜、設けられている。

【００２１】

主軸頭４１は、主軸筒４２と、主軸４３とを有する。主軸筒４２は、Ｚ軸方向に沿って筒状に延びる形状を有する。主軸４３は、主軸筒４２により回転可能に支持されている。主軸４３は、モータ駆動により、Ｚ軸に平行な中心軸１０１を中心に回転する。主軸４３には、加工対象であるワークを加工するための工具２００が装着される。主軸４３は、工具２００を装着可能な工具装着部として設けられている。

【００２２】

テーブル１６は、ワークを固定するための装置である。テーブル１６は、サドル（不図示）を介して、ベッド１２に取り付けられている。

【００２３】

サドルは、ベッド１２に対して、水平方向に平行であり、Ｚ軸方向に直交するＹ軸方向（前後方向）にスライド移動可能に設けられている。テーブル１６は、サドルに対して、水平方向に平行であり、Ｚ軸およびＹ軸に直交するＸ軸方向（左右方向）にスライド移動可能に設けられている。ベッド１２、サドルおよびテーブル１６には、サドルのＹ軸方向へのスライド移動およびテーブル１６のＸ軸方向へのスライド移動を可能とするための送

り機構、案内機構、および、駆動源としてのサーボモータなどが適宜、設けられている。
【００２４】
工具マガジン２１は、加工目的に応じて工具を順次、加工エリアに供給するため、複数の工具を格納する装置である。工具マガジン２１には、主軸４３に装着されるドリルやエンドミル、フライス等の工具２００が格納されている。
【００２５】
工具マガジン２１は、複数の工具ポット２２と、支持プレート２３と、カバー体２４とを有する。
【００２６】
複数の工具ポット２２の各々には、工具２００が着脱可能に保持されている。支持プレート２３は、複数の工具ポット２２を、環状の搬送経路に沿って一定間隔で支持している。カバー体２４は、複数の工具ポット２２と、支持プレート２３とを取り囲むように設けられている。カバー体２４には、開口部２５が設けられている。支持プレート２３が回転駆動されることにより、工具ポット２２が周方向に搬送される。
【００２７】
工具交換部３１は、自動工具交換装置（ＡＴＣ：Automatic Tool Changer）である。工具交換部３１は、工具２００を把持しながら、主軸４３に装着される工具２００を交換する。工具交換部３１は、主軸４３と、工具マガジン２１（工具ポット２２）との間で工具２００を交換する。
【００２８】
工具交換部３１は、工具交換アーム３２と、進退用サーボモータ３３と、回転用サーボモータ３４とを有する。
【００２９】
進退用サーボモータ３３および回転用サーボモータ３４は、工具交換アーム３２を駆動させるための装置である。進退用サーボモータ３３の出力軸は、回転運動を直線運動に変換する運動変換機構（不図示）を介して、工具交換アーム３２に接続されている。進退用サーボモータ３３からの動力が工具交換アーム３２に伝達されることにより、工具交換アーム３２は、Ｚ軸に平行な中心軸１０２に沿ってスライド移動する（上昇、下降する）。回転用サーボモータ３４の出力軸は、動力伝達機構（不図示）を介して工具交換アーム３２に接続されている。回転用サーボモータ３４からの動力が工具交換アーム３２に伝達されることにより、工具交換アーム３２は、中心軸１０２を中心に旋回する。
【００３０】
工具交換アーム３２は、その構成部位として、把持部３２ｐおよび把持部３２ｑを有する。把持部３２ｐおよび把持部３２ｑは、中心軸１０２を挟んで対称に設けられている。工具交換アーム３２は、把持部３２ｐおよび把持部３２ｑの間でアーム状に延びる形状を有する。把持部３２ｐおよび把持部３２ｑの各々は、工具２００を把持可能に構成されている。工具交換アーム３２は、２本の工具２００を同時に把持することが可能なダブルアームタイプである。
【００３１】
自動工具交換時、工具交換アーム３２が下降することにより、工具交換アーム３２に把持された工具２００が、主軸４３および工具ポット２２から抜き出される。工具交換アーム３２が１８０°旋回することにより、工具交換アーム３２の把持部３２ｐに把持された工具２００の位置と、工具交換アーム３２の把持部３２ｑに把持された工具２００の位置とが、入れ替わる。工具交換アーム３２が上昇することにより、工具交換アーム３２に把持された工具２００が、主軸４３および工具ポット２２に挿入される。
【００３２】
図２は、図１中の主軸頭の主軸端面側を示す断面図である。図１および図２を参照して、主軸４３は、複数のベアリング４６によって、主軸筒４２に回転可能に支持されている。図２中において、主軸４３には、工具２００がクランプ状態で装着されている。
【００３３】

主軸４３は、工具挿入部４４を有する。工具挿入部４４は、後述する工具２００のシャンク部２０１（シャンクテーパ部２０１ｓ）が挿入される開口形状をなしている。工具挿入部４４は、加工エリア内で開口する開口面を有し、その開口面から中心軸１０１の軸方向に沿って筒状に延びる開口形状をなしている。工具挿入部４４は、下方を向いて開口している。

【００３４】

工具挿入部４４は、拘束面４５を有する。拘束面４５は、中心軸１０１を中心にしてその軸方向に沿って延びる円筒形の内周面からなる。拘束面４５は、中心軸１０１の軸方向に沿って直径が変化するテーパ形状を有する。

【００３５】

主軸４３は、ツールクランプ装置４８をさらに有する。ツールクランプ装置４８は、主軸４３に工具２００をクランプ可能なように構成されている。ツールクランプ装置４８をクランプ動作させることによって、工具２００が主軸４３にクランプされ、ツールクランプ装置４８をアンクランプ動作させることによって、工具２００が主軸４３からアンクランプされる。

【００３６】

一例として、工具２００を把持可能なコレットと、中心軸１０１の軸方向に沿って前後移動することによって、コレットを開閉動作させるドローバーと、ドローバーに嵌装される皿バネと、ドローバーに油圧を作用させる油圧機構とを有するツールクランプ装置４８が用いられている。この場合に、皿バネのバネ力によって工具２００をクランプ力を得て、油圧機構で発生する油圧によって工具２００のアンクランプ力を得る。

【００３７】

工具２００は、シャンク部２０１と、プルスタッド部２０２と、刃部２０３とを有する。シャンク部２０１は、シャンクテーパ部２０１ｓと、シャンクフランジ部２０１ｔとから構成されている。

【００３８】

シャンクテーパ部２０１ｓは、中心軸１０１の軸方向に沿って直径が変化するテーパ形状を有する。シャンクテーパ部２０１ｓは、工具２００のクランプ時に工具挿入部４４の拘束面４５と面接触する。これにより、工具２００は、主軸４３に対して面拘束される。シャンクフランジ部２０１ｔは、中心軸１０１の軸方向におけるシャンクテーパ部２０１ｓの一方端から鍔状に広がる形状を有する。シャンクフランジ部２０１ｔは、工具２００の自動工具交換時に、工具交換アーム３２の把持部３２ｐおよび把持部３２ｑにより把持される。

【００３９】

プルスタッド部２０２は、中心軸１０１の軸方向におけるシャンクテーパ部２０１ｓの他方端に接続されている。プルスタッド部２０２は、工具２００のクランプ時に、ツールクランプ装置４８（コレット）により中心軸１０１の軸方向に沿って主軸４３内に引っ張られる。

【００４０】

工作機械１０は、コンピュータによる数値制御によって、ワーク加工のための各種動作が自動化されたＮＣ（Numerically Control）工作機械である。

【００４１】

工作機械１０は、制御装置５１をさらに有する。制御装置５１は、工作機械１０に備え付けられ、工作機械１０における各種動作を制御するための制御盤である。制御装置５１は、たとえば、直交３軸（Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸）における各種構造体のスライド移動や、工具マガジン２１および工具交換部３１の動作、後述する空気供給部６１によるエアパージ動作を制御する。

【００４２】

図３および図４は、自動工具交換時の工具に対するエアパージ工程を示す断面図である。図３および図４中には、図２中の２点鎖線ＩＩＩで囲まれた範囲が拡大して示されてい

る。
【００４３】
図１から図４を参照して、工作機械１０は、空気供給部６１をさらに有する。空気供給部６１は、工具自動交換時に、主軸４３の工具挿入部４４と、工具２００のシャンク部２０１との間の隙間２１０に空気を供給可能に構成されている。
【００４４】
空気供給部６１は、エアコンプレッサ６３と、空気流通孔６２と、バルブ（不図示）とを有する。空気流通孔６２は、主軸４３に設けられている。空気流通孔６２は、拘束面４５に開口している。空気流通孔６２は、拘束面４５の複数個所に開口してもよい。エアコンプレッサ６３は、圧縮空気を供給可能に構成されている。空気流通孔６２には、エアコンプレッサ６３からの空気が供給される。バルブは、エアコンプレッサ６３から供給される空気の経路上に設けられている。
【００４５】
バルブが開状態とされると、空気流通孔６２から隙間２１０に向けて空気が噴射される。空気が主軸端面側に向けて隙間２１０を通過することにより、工具２００に付着した切屑が除去される。バルブが閉状態にされると、空気流通孔６２から隙間２１０に向けた空気の噴射が停止する。
【００４６】
図５は、自動工具交換およびエアパージの工程の流れを示すフローチャート図である。図６は、自動工具交換時における工具交換アームの動き（進退運動，旋回運動）を示すグラフである。図７は、自動工具交換時における工具の速度変化を示すグラフである。図７中では、上昇時における工具２００の速度がマイナスで示され、下降時における工具２００の速度がプラスで示されている。
【００４７】
図１から図７を参照して、主軸４３に装着される工具２００の自動工具交換の工程と、その自動工具交換に伴って主軸４３にて実行される工具２００に対するエアパージ工程とについて説明する。
【００４８】
まず、図５中のＳ１０１のステップにおいて、工具マガジン２１内の工具２００を、待機位置まで移動させるとともに、主軸４３を工具交換位置まで移動させる。
【００４９】
工具マガジン２１において、次のワーク加工に用いられる工具２００Ｋを装着する工具ポット２２を、カバー体２４に設けられた開口部２５の位置（割り出し位置）まで搬送する。工具ポット２２を、図示しない旋回機構により９０°旋回させることにより、割り出し位置から待機位置に移動させる。工具ポット２２が待機位置にある時、工具ポット２２に保持された工具２００Ｋの中心軸が、中心軸１０１および中心軸１０２と平行な方向（Ｚ軸方向）となる。
【００５０】
工具２００Ｊが装着された主軸４３を、工具２００Ｊを用いたワーク加工が完了した後、上記の工具ポット２２の待機位置と隣り合う工具交換位置まで移動させる。
【００５１】
次に、図５中のＳ１０２のステップにおいて、加工エリア内と加工エリア外とを遮蔽するシャッター（不図示）を開いた状態で、工具交換アーム３２を原位置（工具交換アーム３２が、Ｙ軸方向に沿ってアーム状に延びる位置）から９０°旋回させる。
【００５２】
このとき、把持部３２ｐが、主軸４３に装着された工具２００Ｊを把持し、把持部３２ｑが、待機位置にある工具ポット２２に保持された工具２００Ｋを把持する（図１に示す状態）。工具２００Ｊが把持部３２ｐにより把持されたタイミングで、主軸４３における工具２００Ｊのクランプを解除する。
【００５３】

次に、図５中のＳ１０３のステップにおいて、工具交換アーム３２を下降させるとともに、工具交換アーム３２を１８０°旋回運動させる（図６中の位置Ａ→位置Ｂに対応）。

【００５４】

これにより、主軸４３から工具２００Ｊを抜き出し、工具ポット２２から工具２００Ｋを抜き出すとともに、工具２００ＪをＺ軸方向において工具ポット２２と対向する位置まで移動させ、工具２００ＫをＺ軸方向において主軸４３と対向する位置まで移動させる。

【００５５】

次に、図５中のＳ１０４のステップにおいて、工具交換アーム３２を上昇させて、エアブロー下端位置まで移動させる（図６中の位置Ｂ→位置Ｃ、図７中の時間ｔ１→時間ｔ２に対応）。

【００５６】

この際、工具交換アーム３２を、Ｖ２の速度により移動させる。図３中には、工具交換アーム３２をエアブロー下端位置（図６中の位置Ｃ）まで移動させた時の工具２００が示されている。工具２００のシャンクテーパ部２０１ｓは、工具挿入部４４に挿入されている。シャンクテーパ部２０１ｓと、工具挿入部４４の拘束面４５との間には、隙間２１０（２１０Ｃ）が設けられている。隙間２１０（２１０Ｃ）には、空気流通孔６２を通じて空気が噴射されている。

【００５７】

次に、図５中のＳ１０５のステップにおいて、工具交換アーム３２を上昇させて、エアブロー上端位置まで移動させる（図６中の位置Ｃ→位置Ｄ、図７中の時間ｔ２→時間ｔ３に対応）。

【００５８】

この際、工具交換アーム３２を、先のステップのＶ２よりも低速のＶ１の速度により移動させる。図４中には、工具交換アーム３２をエアブロー上端位置（図６中の位置Ｄ）まで移動させた時の工具２００が示されている。シャンクテーパ部２０１ｓと、工具挿入部４４の拘束面４５との間には、隙間２１０（２１０Ｄ）が設けられている。

【００５９】

隙間２１０は、中心軸１０１に直交する平面により切断された場合に、中心軸１０１を中心とするリング形状をなしている。隙間２１０は、中心軸１０１の半径方向におけるリング幅が一定となるリング形状をなしている。

【００６０】

図３および図４に示されるように、隙間２１０Ｄの大きさは、隙間２１０Ｃの大きさよりも小さい。中心軸１０１に直交する任意の平面２２０により切断された場合に得られる隙間２１０Ｄの面積は、同じ平面２２０により切断された場合に得られる隙間２１０Ｃの面積よりも小さい。平面２２０上において、中心軸１０１の半径方向における隙間２１０Ｄの長さ（リング幅）Ｒ１は、中心軸１０１の半径方向における隙間２１０Ｃの長さ（リング幅）Ｒ２よりも小さい。

【００６１】

次に、図５中のＳ１０６のステップにおいて、工具交換アーム３２をエアブロー上端位置にて一定時間だけ停止させる（図７中の時間ｔ３→時間ｔ４に対応）。

【００６２】

次に、図５中のＳ１０７のステップにおいて、工具交換アーム３２を、エアブロー上端位置と、エアブロー下端位置との間で繰り返し上昇、下降させる（図６中の位置Ｄ→位置Ｃ→位置Ｄ→位置Ｃ→…、図７中の時間ｔ４～時間ｔ９に対応）。

【００６３】

この際、工具交換アーム３２を、Ｖ１の速度により、繰り返し上昇、下降させる。工具挿入部４４に工具２００Ｋのシャンク部２０１が挿入され、工具挿入部４４と、工具２００Ｋのシャンク部２０１との間に隙間２１０が設けられた状態において、工具２００Ｋが、工具挿入部４４に対してＺ軸方向に沿って往復移動する。

【００６４】

上記ステップにおいて、工具２００ＫがＺ軸方向において微小に振動する現象が得られるように、エアブロー上端位置（位置Ｄ）と、エアブロー下端位置（位置Ｃ）との間の距離、および、工具２００Ｋを往復移動させる周期が設定されることが好ましい。

【００６５】

エアブロー上端位置（位置Ｄ）と、エアブロー下端位置（位置Ｃ）との間の距離は、特に限定されないが、たとえば、０．５ｍｍ以上５ｍｍ以下の範囲であってもよいし、１ｍｍ以上３ｍｍ以下の範囲であってもよい。

【００６６】

次に、図５中のＳ１０８のステップにおいて、工具交換アーム３２をエアブロー上端位置にて一定時間だけ停止させる（図７中の時間ｔ９→時間ｔ１０に対応）。

【００６７】

次に、図５中のＳ１０９のステップにおいて、工具交換アーム３２を上昇させて、挿入完了位置まで移動させる（図６中の位置Ｄ→位置Ｅ、図７中の時間ｔ１０→時間ｔ１１に対応）。この際、工具交換アーム３２を、Ｖ１の速度により上昇させる。主軸４３において工具２００Ｋをクランプする。

【００６８】

次に、図５中のＳ１１０のステップにおいて、工具交換アーム３２を９０°旋回させて、原位置に戻す。以上の工程により、主軸４３に装着される工具２００の自動工具交換が完了する。

【００６９】

本実施の形態における工作機械１０では、制御装置５１が、工具挿入部４４に工具２００のシャンク部２０１を挿入しつつ、工具挿入部４４と、工具２００のシャンク部２０１との間に隙間２１０を設けた状態において、工具２００が工具挿入部４４に対して所定方向に沿って往復移動するように、工具交換部３１の駆動を制御する。

【００７０】

このような構成によれば、工具２００の往復運動に伴って隙間２１０の大きさが増減を繰り返すことによって、隙間２１０における空気流れの速度が刻々と変化する。これにより、隙間２１０における空気流れに乱れを生じさせて、工具２００に付着した切屑を効率的に除去することができる。

【００７１】

また、工具２００が工具挿入部４４に対して往復運動する所定方向は、工具挿入部４４に対する工具２００のシャンク部２０１の挿入方向（Ｚ軸方向）である。

【００７２】

このような構成によれば、中心軸１０１の半径方向における隙間２１０の長さ（リング幅）が、中心軸１０１を中心とする周方向において均一となるため、工具挿入部４４の拘束面４５と、工具２００のシャンクテーパ部２０１ｓとが、相互に干渉し難くなる。また、工具２００に付着した切屑を効率的に除去する効果を、中心軸１０１を中心とする周方向においてばらつきなく奏することができる。

【００７３】

また、制御装置５１は、工具挿入部４４に対して工具２００のシャンク部２０１を一方向に挿入するとともに、工具挿入部４４と、工具２００のシャンク部２０１との間に隙間２１０が生じる第１位置（図６中の位置Ｄ）にて、工具挿入部４４に対する工具２００のシャンク部２０１の挿入を停止させるステップ（Ｓ１０５に対応）と、第１位置（図６中の位置Ｄ）と、第１位置（図６中の位置Ｄ）から見て、工具２００のシャンク部２０１の挿入方向とは反対方向に位置する第２位置（図６中の位置Ｃ）との間で、工具２００を工具挿入部４４に対して往復移動させるステップ（Ｓ１０７に対応）とを実行するように、工具交換部３１の駆動を制御する。

【００７４】

このような構成によれば、Ｓ１０５のステップにて、工具挿入部４４を隙間２１０が生じる第１位置に停止させてから、Ｓ１０７のステップにて、第１位置と、第１位置から見

て隙間２１０が大きくなる方向にある第２位置との間で工具２００を往復移動させる。このため、工具挿入部４４の拘束面４５と、工具２００のシャンクテーパ部２０１ｓとが、相互にさらに干渉し難くなる。

【００７５】

なお、Ｓ１０７のステップにおいて、工具２００を工具挿入部４４に対して往復移動させる際に、主軸４３（主軸頭４１）を上昇、下降させてもよい。また、工具交換アーム３２の上昇および下降と、主軸４３（主軸頭４１）の上昇および下降とを同時に実行することにより、工具２００および工具挿入部４４を相互に上下方向に沿って往復移動させてもよい。

【００７６】

本発明が適用される工作機械は、立形マシニングセンタに限られず、たとえば、横形マシニングセンタ、または、旋削機能とミーリング機能とを有する複合加工機であってもよい。

【００７７】

（実施の形態２）

本実施の形態では、図５中のＳ１０７のステップにおいて、工具２００および工具挿入部４４を相互に往復移動させる形態の各種変形例について説明する。

【００７８】

図８は、工具および工具挿入部を相互に往復移動させる形態の第１変形例を示す断面図である。図８中には、中心軸１０１に直交する平面により切断された主軸頭４１の断面が模式的に示されている。

【００７９】

図１および図８を参照して、図５中のＳ１０７のステップにおいて、工具交換アーム３２を、中心軸１０２を中心とする順方向および逆方向に交互に旋回させる。これにより、工具２００を、工具挿入部４４に対して、工具中心位置Ｐと工具中心位置Ｑとの間で、中心軸１０２を中心とする周方向に沿って往復移動させる。

【００８０】

図９は、工具および工具挿入部を相互に往復移動させる形態の第２変形例を示す断面図である。図９中には、中心軸１０１に直交する平面により切断された主軸頭４１の断面が模式的に示されている。なお、本変形例では、主軸頭４１が、水平面（Ｘ軸－Ｙ軸平面）内において移動可能に構成されているものとする。

【００８１】

図１および図９を参照して、図５中のＳ１０７のステップにおいて、主軸４３（主軸頭４１）を、水平面（Ｘ軸－Ｙ軸平面）内において、工具２００の工具中心Ｐを中心にして円周を描くように移動させる。これにより、工具挿入部４４を、工具２００に対して、主軸中心位置１０１Ａと主軸中心位置１０１Ｂとの間で、工具中心Ｐを中心する周方向に沿って往復運動させる。

【００８２】

図８および図９中に示す変形例においては、工具２００および工具挿入部４４が相互に往復運動する所定方向が、工具挿入部４４に対する工具２００のシャンク部２０１の挿入方向に直交する平面（Ｘ軸－Ｙ軸平面）に平行な方向である。

【００８３】

このように構成された、この発明の実施の形態２における工作機械によれば、実施の形態１に記載の効果を同様に奏することができる。

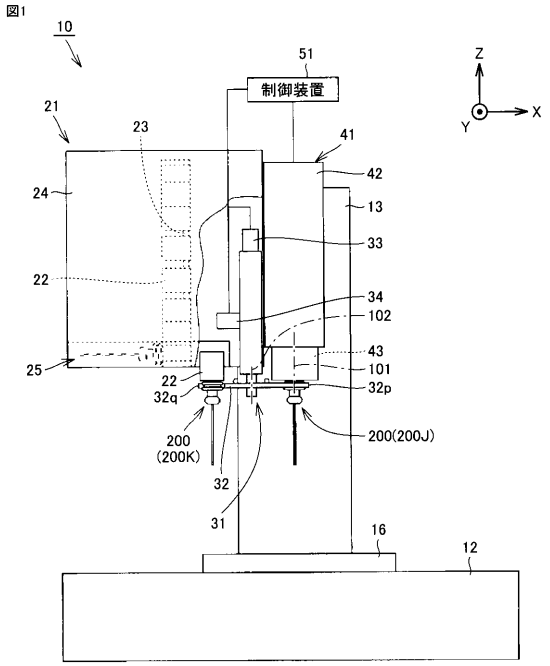
【００８４】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

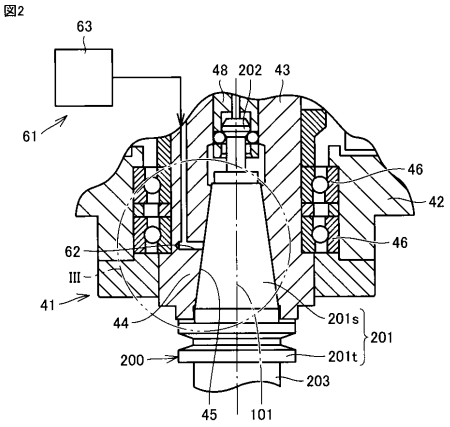
【産業上の利用可能性】

【００８５】
この発明は、自動工具交換時の工具に対するエアパージ機構を備えた工作機械に適用される。
【符号の説明】
【００８６】
１０　工作機械、１２　ベッド、１３　コラム、１６　テーブル、２１　工具マガジン、２２　工具ポット、２３　支持プレート、２４　カバー体、２５　開口部、３１　工具交換部、３２　工具交換アーム、３２ｐ，３２ｑ　把持部、３３　進退用サーボモータ、３４　回転用サーボモータ、４１　主軸頭、４２　主軸筒、４３　主軸、４４　工具挿入部、４５　拘束面、４６　ベアリング、４８　ツールクランプ装置、５１　制御装置、６１　空気供給部、６２　空気流通孔、６３　エアコンプレッサ、１０１，１０２　中心軸、１０１Ａ，１０１Ｂ　主軸中心位置、２００，２００Ｊ，２００Ｋ　工具、２０１　シャンク部、２０１ｓ　シャンクテーパ部、２０１ｔ　シャンクフランジ部、２０２　プルスタッド部、２０３　刃部、２１０，２１０Ｃ，２１０Ｄ　隙間、２２０　平面。

【図１】

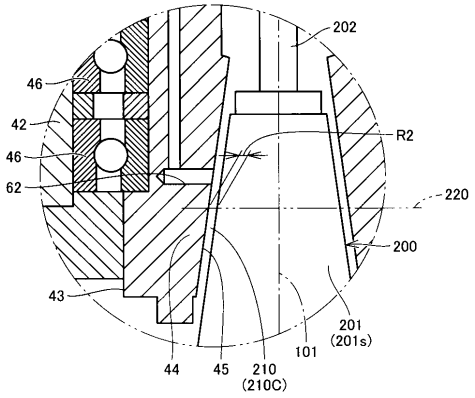


【図２】



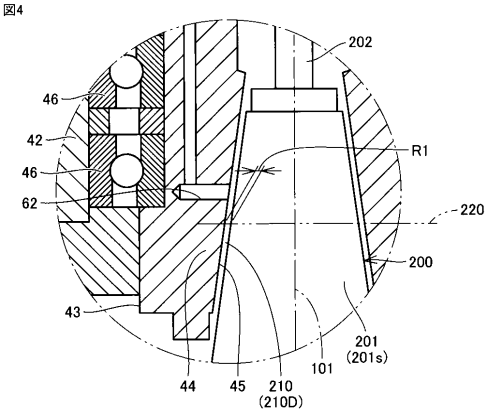
【図３】

図3



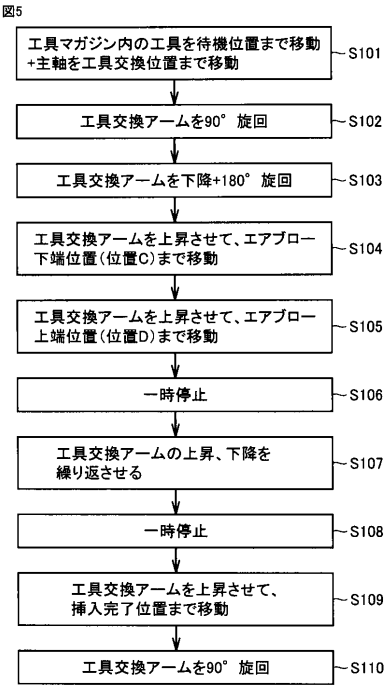
【図４】

図4



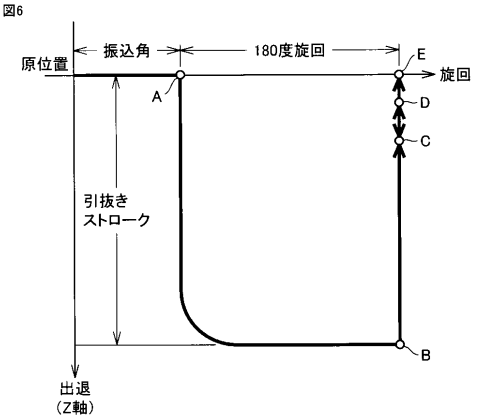
【図５】

図5



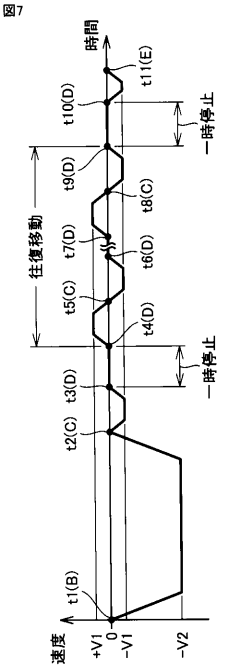
【図６】

図6



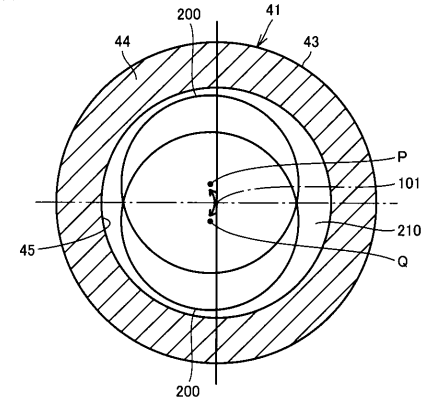
【図７】

図7



【図８】

図8



【図９】

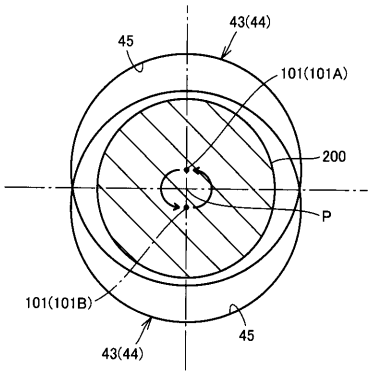



図9