(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2017-213658
(P2017-213658A)
(43)公開日　平成29年12月7日(2017.12.7)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B25J 15/00	(2006.01)	B25J	15/00	C	3C045
B23B 15/00	(2006.01)	B23B	15/00	A	3C707
B23B 11/00	(2006.01)	B23B	11/00		

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 10 頁）

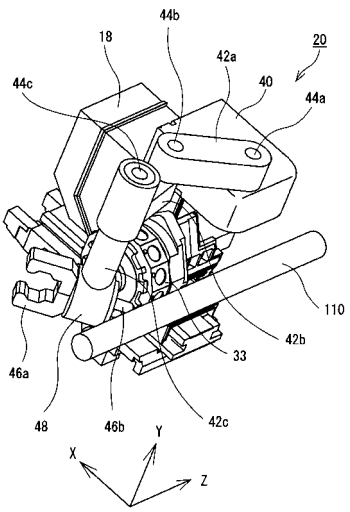
(21)出願番号　特願2016-110230 (P2016-110230)
(22)出願日　平成28年6月1日 (2016.6.1)

(71)出願人　000149066
オークマ株式会社
愛知県丹羽郡大口町下小口五丁目２５番地の１
(74)代理人　110001210
特許業務法人ＹＫＩ国際特許事務所
(72)発明者　森村　章一
愛知県丹羽郡大口町下小口五丁目２５番地の１　オークマ株式会社内

Ｆターム(参考)　3C045 BA37 FA03
3C707 AS05 BS10 BS15 CY36 DS02 ES03 KS31 KS36

(54)【発明の名称】工作機械

(57)【要約】
【課題】大型化を避けつつも、工具やワークにアクセス可能なロボットを備えた工作機械を提供する。
【解決手段】本発明の工作機械は、ワーク１１０を回転させるためのワーク主軸装置と、前記ワーク１１０の径方向である第一軸方向（X軸方向）と、前記ワーク１１０の軸方向である第二軸方向（Z軸方向）と、に工具を移動可能な刃物台１８と、を備えた工作機械であって、複数のアーム４２ａ～４２ｃと、複数の関節４４ａ～４４ｃと、エンドエフェクタ４６ａ，４６ｂと、を有した多関節のロボットを備え、前記複数の関節４４ａ～４４ｃは、前記複数のアーム４２ａ～４２ｃを、前記第一軸および第二軸に直交する第三軸（Y軸）に平行な軸回りに回転可能に連結し、前記エンドエフェクタ４６ａ，４６ｂは、前記工具１００の移動平面と平行な平面内で移動する。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ワークを回転させるためのワーク主軸装置と、前記ワークの径方向である第一軸方向と、前記ワークの軸方向である第二軸方向と、に工具を移動可能な刃物台と、を備えた工作機械であって、
複数のアームと、複数の関節と、エンドエフェクタと、を有した多関節のロボットを備え、
前記複数の関節は、前記アームを、前記第一軸および第二軸に直交する第三軸に平行な軸回りに回転可能に連結し、
前記エンドエフェクタは、前記工具の移動平面と平行な平面内で移動する、
ことを特徴とする工作機械。
【請求項２】
請求項１に記載の工作機械であって、
前記エンドエフェクタは、前記工具の移動平面と同じ平面内で移動する、ことを特徴とする工作機械。
【請求項３】
請求項１または２に記載の工作機械であって、
前記ロボットは、前記刃物台に取り付けられ、前記刃物台とともに第一軸方向および第二軸方向に移動する、ことを特徴とする工作機械。
【請求項４】
請求項１または２に記載の工作機械であって、さらに、
ワーク主軸に対向して配置される心押台を備え、
前記ロボットは、前記心押台に取り付けられる、
ことを特徴とする工作機械。
【請求項５】
請求項１から３のいずれか１項に記載の工作機械であって、
前記ロボットのエンドエフェクタは、前記工具による前記ワークの加工の補助、前記加工中における前記工具または前記ワークに関するセンシング、および、付加的な加工の少なくとも一つを行う、ことを特徴とする工作機械。
【請求項６】
請求項１から５のいずれか１項に記載の工作機械であって、
前記第一軸方向は、水平方向に対して傾いている、ことを特徴とする工作機械。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ワークを回転させるワーク主軸装置と、工具を移動させる刃物台と、を備えた工作機械に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、工作機械の自動化や高性能化に対する要求は、ますます高くなっている。自動化を実現するために、工具を自動的に交換するためのオートツールチェンジャ（ＡＴＣ）や、ワークが搭載されたパレットを自動的に交換するオートパレットチェンジャ（ＡＰＣ）などといった自動交換装置が提案されている。また、ローダやバーフィーダなどといったワーク供給装置などの周辺装置も広く知られている。また、高性能化を実現するために、センサを用いての機内計測や知能化などが行われている。
【０００３】
さらに、工作機械の自動化や高性能化を図るために、一部では、ロボットを利用することが提案されている。例えば、特許文献１には、工作機械の外に設置されたロボットを用いて、工作機械へのワークの着脱を行う技術が開示されている。また、特許文献２には、

工作機械の上部に取り付けられたガントリレール上に走行する多関節ロボットを設け、当該多関節ロボットで、複数の工作機械間のワークの搬送等を行う技術が開示されている。さらに、特許文献３，４には、把持器の開閉動作によりワークの搬送を行う、ワークの搬送具が開示されている。この搬送具は、アーム状であり、本体機能箱に取り付けられている。また、当該本体機能箱は、主軸を支持する主軸頭の右側部に設けられている。搬送具は、主軸の長軸と略直交する軸回りに旋回可能となっている。そして、搬送具は、旋回することで、そのアームが略水平となる状態と、略垂直となる状態と、に変化できるようになっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２０１０－３６２８５号公報

【特許文献２】特開２０１０－６４１５８号公報

【特許文献３】特開平５－３０１１４１号公報

【特許文献４】特開平５－３０１１４２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、特許文献１，２の技術では、ロボットは、加工室の外部に設けられている。そのため、ロボットで、加工室内に設けられたワークや工具にアクセスしたい場合には、当該ロボットが大型に成らざるを得なかった。しかし、大型のロボットは、コストやサイズのアップを招くだけでなく、他部材との干渉や、関節数の増加に伴う制御の複雑化等も招く。特許文献３，４の技術では、ロボットは、工具主軸近傍に設けられている。しかし、特許文献３，４のロボットは、一軸回りの旋回しかできず、規定のルートに沿ったワークの搬送しかできない。換言すれば、特許文献３，４のロボットでは、工具や、加工中のワーク等にアクセスすることができず、ロボットの用途が大幅に限定されていた。

【０００６】

そこで、本発明では、大型化を避けつつも、工具やワークにアクセス可能なロボットを備えた工作機械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】

【０００７】

本発明の工作機械は、ワークを回転させるためのワーク主軸装置と、前記ワークの径方向である第一軸方向と、前記ワークの軸方向である第二軸方向と、に工具を移動可能な刃物台と、を備えた工作機械であって、複数のアームと、複数の関節と、エンドエフェクタと、を有した多関節のロボットを備え、前記複数の関節は、前記アームを、前記第一軸および第二軸に直交する第三軸に平行な軸回りに回転可能に連結し、前記エンドエフェクタは、前記工具の移動平面と平行な平面内で移動する、ことを特徴とする。

【０００８】

好適な態様では、前記エンドエフェクタは、前記工具の移動平面と同じ平面内で移動する。

【０００９】

他の好適な態様では、前記ロボットは、前記刃物台に取り付けられ、前記刃物台とともに第一軸方向および第二軸方向に移動する。他の好適な態様では、さらに、ワーク主軸に対向して配置される心押台を備え、前記ロボットは、前記心押台に取り付けられる。

【００１０】

他の好適な態様では、前記ロボットのエンドエフェクタは、前記工具による前記ワークの加工の補助、前記加工中における前記工具または前記ワークに関するセンシング、および、付加的な加工の少なくとも一つを行う。他の好適な態様では、前記第一軸方向は、水平方向に対して傾いている。

【発明の効果】

【００１１】
本発明によれば、エンドエフェクタが、工具の移動平面と平行な平面内で移動する構成となっているため、ロボット全体を小型にしつつも、エンドエフェクタを工具周辺に容易にアクセスさせることができる。
【図面の簡単な説明】
【００１２】
【図１】本発明の実施形態である工作機械の斜視図である。
【図２】機内ロボット周辺の斜視図である。
【図３】機内ロボット周辺の斜視図である。
【発明を実施するための形態】
【００１３】
以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。図１は、本発明の実施形態である工作機械１０の構成を示す図である。以下の説明では、ワーク主軸３２の回転軸方向をＺ軸、刃物台１８のＺ軸と直交する移動方向をＸ軸、Ｘ軸およびＺ軸に直交する方向をＹ軸と呼ぶ。また、Ｚ軸においては、ワーク主軸３２から心押台１６に近づく方向をプラス方向、Ｘ軸においては、ワーク主軸３２から刃物台１８に向かう方向をプラス方向、Ｙ軸においては、ワーク主軸３２から上に向かう方向をプラス方向とする。また、以下の説明において、エンドエフェクタ４６が「アクセスする」とは、機内ロボット２０のエンドエフェクタ４６が、当該エンドエフェクタ４６の目的を達成できる位置まで対象物に接近することを意味する。したがって、機内ロボット２０のエンドエフェクタ４６が、接触して温度を検知する温度センサである場合、「アクセスする」とは、当該エンドエフェクタ４６が対象物に接触する位置まで接近することである。また、エンドエフェクタ４６が、非接触で温度を検知する温度センサである場合、「アクセスする」とは、当該エンドエフェクタ４６が対象物の温度が検知できる位置まで対象物に接近することである。
【００１４】
この工作機械１０は、自転するワーク１１０に刃物台１８で保持した工具１００を当てることで、ワーク１１０を加工する旋盤である。本実施形態の工作機械１０は、ＮＣ制御されるとともに、複数の工具１００を保持するターニングセンタと呼ばれる旋盤である。工作機械１０の本体部１２の周囲は、カバー（図示せず）で覆われている。このカバーで区画される空間が、ワーク１１０の加工が行われる加工室となる。カバーには、少なくとも一つの開口部と、当該開口部を開閉するドア（いずれも図示せず）と、が設けられている。オペレータは、この開口部を介して、工作機械１０の本体部１２やワーク１１０等にアクセスする。加工中、開口部に設けられたドアは、閉鎖される。これは、安全性や環境性等を担保するためである。
【００１５】
本体部１２は、ワーク１１０の一端を自転可能に保持するワーク主軸装置１４と、工具１００を保持する刃物台１８と、ワーク１１０の他端を支える心押台１６と、を備えている。ワーク主軸装置１４は、駆動用モータ等を内蔵した主軸台３０と、当該主軸台３０に取り付けられたワーク主軸３２と、を備えている。ワーク主軸３２は、ワーク１１０を着脱自在に保持するチャック３３やコレットを備えており、保持するワーク１１０を適宜、交換できる。また、ワーク主軸３２およびチャック３３は、水平方向（図１におけるＺ軸方向）に延びるワーク回転軸Ｒｗを中心として自転する。
【００１６】
心押台１６は、Ｚ軸方向に、ワーク主軸装置１４と対向して配置されており、ワーク主軸装置１４で保持されたワーク１１０の他端を支える。心押台１６は、その中心軸が、ワーク回転軸Ｒｗと一致するような位置に設置されている。心押台１６には、先端が円錐形に尖ったセンタが取り付けられており、加工中は、当該センタの先端を、ワーク１１０の中心点に当接させる。心押台１６は、ワーク１１０に対して接離できるように、Ｚ軸方向に移動可能となっている。
【００１７】

刃物台１８は、工具１００、例えば、バイトと呼ばれる工具を保持する。この刃物台１８は、Ｚ軸方向、すなわち、ワーク１１０の軸方向に移動可能となっている。また、刃物台１８は、Ｘ軸方向、すなわち、ワーク１１０の径方向に延びるガイドレールに載置されており、Ｘ軸方向にも進退できるようになっている。なお、図１から明らかな通り、Ｘ軸方向は、水平方向に対して傾いている。刃物台１８の先端には、複数の工具１００を保持可能なタレット３６が設けられている。このタレット３６は、Ｚ軸方向に延びる軸を中心として回転可能となっている。そして、タレット３６が回転することで、ワーク１１０の加工に用いられる工具１００が適宜、変更できる。刃物台１８を、Ｚ軸方向に移動することで、このタレット３６に保持された工具１００は、Ｚ軸方向に移動する。また、刃物台１８をＸ軸方向に移動させることで、タレット３６に保持された工具１００は、Ｘ軸方向に移動する。そして、刃物台１８をＸ軸方向に移動させることで、工具１００によるワーク１１０の切り込み量等が変更できる。つまり、刃物台１８に取り付けられた工具１００は、ＸＺ平面内で移動可能となっている。

【００１８】

この刃物台１８には、機内ロボット２０（図１では図示せず）が取り付けられている。機内ロボット２０は、図２に示す通り、刃物台１８の上面に取り付けられている。この機内ロボット２０は、加工の補助や、各種センシング、補助的作業等に用いられる。この機内ロボット２０の構成や機能については、後に詳説する。

【００１９】

制御装置３４は、オペレータからの指示に応じて、工作機械１０の各部の駆動を制御する。この制御装置３４は、例えば、各種演算を行うＣＰＵと、各種制御プログラムや制御パラメータを記憶するメモリと、で構成される。また、制御装置３４は、通信機能を有しており、他の装置との間で各種データ、例えば、ＮＣプログラムデータ等を授受できる。この制御装置３４は、例えば、工具１００やワーク１１０の位置を随時演算する数値制御装置を含んでもよい。また、制御装置３４は、単一の装置でもよいし、複数の演算装置を組み合わせて構成されてもよい。

【００２０】

次に、刃物台１８に取り付けられた機内ロボット２０について図２、図３を参照して説明する。図２、図３は、機内ロボット２０周辺の斜視図である。図２に示す通り、機内ロボット２０は、複数のアーム４２ａ～４２ｄと、複数の関節４４ａ～４４ｄを有したアーム型ロボットであり、多関節ロボットである。この機内ロボット２０は、連結部４０を介して刃物台１８の上面に取り付けられている。

【００２１】

機内ロボット２０は、第一～第三アーム４２ａ～４２ｃ（以下、第一～第三を区別しない場合は、添字のアルファベットを省略して「アーム」とのみ言う。他部材においても同じ）と、これらの端部に設けられた第一～第三関節４４ａ～４４ｃと、エンドエフェクタ４６ａ，４６ｂと、を備えている。第一アーム４２ａの基端は、第一関節４４ａを介して連結部４０に、第二アーム４２ｂの基端は、第二関節４４ｂを介して第一アーム４２ａの先端に、第三アーム４２ｃの基端は、第三関節４４ｃを介して第二アーム４２ｂの先端に、それぞれ接続されている。第一～第三関節４４ａ～４４ｃは、いずれも、Ｙ軸に平行な揺動軸を有しており、各アーム４２は、当該揺動軸を中心として揺動する。第一～第三関節４４ａ～４４ｃには、モータ等のアクチュエータが取り付けられており、このアクチュエータの駆動は、制御装置３４により制御される。制御装置３４は、連結部４０および各関節４４ａ～４４ｃに設けられたアクチュエータの駆動量から、後述するエンドエフェクタ４６ａ，４６ｂの位置を算出する。

【００２２】

第三アーム４２ｃの先端には、対象物に働きかけるエンドエフェクタ４６ａ，４６ｂが設けられている。本実施形態では、第三アーム４２ｃの先端に取り付けられた軸部４８の両端に、第一エンドエフェクタ４６ａおよび第二エンドエフェクタ４６ｂを設けている。第一、第二エンドエフェクタ４６ａ，４６ｂは、何らかの効果を発揮するものであれば、

特に限定されない。本実施形態では、第一エンドエフェクタ４６ａを、対象物を保持する保持装置とし、第二エンドエフェクタ４６ｂを、対象物や対象物の周辺環境に関する情報をセンシングするセンサとしている。保持装置における保持の形式は、一対の部材で対象物を把持するハンド形式でもよいし、対象物を吸引保持する形式でもよいし、磁力等を利用して保持する形式等でもよい。図２、図３には、第一エンドエフェクタ４６ａをハンド形式とした場合の例を示している。

【００２３】

また、センサとしては、例えば、対象物への接触の有無を検知する接触センサや、対象物までの距離を検知する距離センサ、対象物の振動を検知する振動センサ、対象物から付加される圧力を検知する圧力センサ、対象物の温度を検知するセンサ等とすることができる。これらセンサでの検知結果は、関節４４ａ～４４ｃの駆動量から算出される第二エンドエフェクタ４６ｂの位置情報と関連付けて記憶され、解析される。例えば、第二エンドエフェクタ４６ｂが、接触センサの場合、制御装置３４は、対象物への接触を検知したタイミングと、そのときの位置情報と、に基づいて、対象物の位置や形状、動きを解析する。

【００２４】

ただし、ここで例示したエンドエフェクタ４６は、一例であり、対象物に働きかけるものであれば、他の形態でもよい。例えば、エンドエフェクタ４６は、対象物を押圧する押圧機構としてもよい。具体的には、例えば、エンドエフェクタ４６は、ワーク１１０に押し当てられて、当該ワーク１１０の振動を抑制するローラ等でもよい。

【００２５】

また、別の形態として、エンドエフェクタ４６は、加工を補助するための流体を出力する装置でもよい。具体的には、エンドエフェクタ４６は、切粉を吹き飛ばすためのエアや、工具１００またはワーク１１０を冷却するための冷却用流体（切削油や切削水等）を放出する装置でもよい。また、エンドエフェクタ４６は、ワーク造形のためエネルギまたは材料を放出する装置でもよい。したがって、エンドエフェクタ４６は、例えば、レーザやアークを放出する装置でもよいし、積層造形のために材料を放出する装置でもよい。さらに別の形態として、エンドエフェクタ４６は、対象物を撮影するカメラでもよい。この場合、カメラで得た映像を操作パネル等に表示してもよい。

【００２６】

いずれにしても、本実施形態では、工具１００の移動平面と、エンドエフェクタ４６の移動平面とを一致させている。その結果、エンドエフェクタ４６は、工具１００の近傍に、確実にアクセスできる。そして、工具１００の近傍には、加工中のワーク１１０が存在しているため、本実施形態のエンドエフェクタ４６は、工具１００だけでなく、加工中のワーク１１０にも、アクセスしやすいと言える。

【００２７】

ここで、本実施形態では、機内ロボット２０を、Ｙ軸に平行な軸回りに回転可能な複数の関節を有した構成であって、いわゆる「スカラ型ロボット」（水平多関節ロボット）に類似した構成としている。かかる構成とした場合、エンドエフェクタ４６は、工具１００の移動平面内で移動するため、機内ロボット２０の可動範囲が比較的小さい、ひいては、各アーム４２の長さが比較的短くても、エンドエフェクタ４６を工具１００やワーク１１０の近傍に容易に位置させることができる。結果として、機内ロボット２０を小型に抑えつつも、エンドエフェクタ４６を工具１００やワーク１１０に確実にアクセスさせることができる。

【００２８】

なお、ロボットの構成としては、Ｙ軸に平行な軸回りの関節を有した構成に限らず、他の軸、例えばＸ軸やＺ軸回りの関節を有した構成（いわゆる垂直多関節ロボットに類似した構成）等も考えられる。かかる構成の場合、エンドエフェクタのアクセスできる範囲や姿勢の自由度を大きくできる。したがって、エンドエフェクタで、様々な箇所、例えば、加工室のカバー等へのアクセスが必要な場合には、垂直多関節ロボットに類似した構成も

有用である。しかし、本実施形態の機内ロボット２０は、主に、工具１００周辺の部材、例えば、工具１００やワーク１１０、ワーク主軸装置１４、心押台１６へのアクセスのみを想定している。かかる場合においては、垂直多関節ロボットに類似した構成を採用した場合、ロボットの、刃物台１８の上側への突出量が大きくなり、工作機械の大型化を招く。一方、本実施形態の機内ロボット２０のように、エンドエフェクタ４６の移動平面を、工具の移動平面と平行な平面に限定した場合、刃物台１８の上側への突出量を低減できる。結果として、工作機械１０を小型に抑えつつも、十分な作業性を確保できる。

【００２９】

また、これまでの説明で明らかな通り、本実施形態では、機内ロボット２０を、刃物台１８に取り付け、刃物台１８とともに移動可能としている。かかる構成とすることで、刃物台１８の移動、つまり、切削点の移動に伴って機内ロボット２０も移動できるため、エンドエフェクタ４６は、常に、切削点近傍にアクセスできる。なお、機内ロボット２０が、刃物台１８とともに移動しない構成とした場合、機内ロボット２０は、切削点にアクセスするためには、刃物台１８の可動範囲以上の可動範囲が必要となる。特に、長尺のワーク１１０を扱うために、刃物台１８のＺ軸方向の可動範囲が大きい場合、機内ロボット２０は、当該刃物台１８の可動範囲をカバーするべく、大型にせざるを得ない。一方、本実施形態のように、機内ロボット２０を刃物台１８とともに移動する構成とした場合、機内ロボット２０を小型に抑えつつも、エンドエフェクタ４６を常に切削点近傍にアクセスさせることができる。

【００３０】

また、本実施形態では、機内ロボット２０を刃物台１８の前面（ワーク１１０との対向面）や、側面ではなく、上面に取り付けている。かかる構成とすることで、刃物台１８と機内ロボット２０との干渉を生じにくくすることができる。

【００３１】

次に、上述したような機内ロボット２０の動きについて説明する。ワーク１１０を加工する際には、ワーク主軸装置１４でワーク１１０を自転させつつ、当該ワーク１１０に刃物台１８で保持された工具１００を当てる。刃物台１８に取り付けられた機内ロボット２０は、必要に応じて、加工の補助や、センシング、補助的作業等を行う。このとき、機内ロボット２０は、必要に応じて、各関節４４を動かして、エンドエフェクタ４６を変化させる。

【００３２】

こうした機内ロボット２０は、種々の用途に用いることができる。例えば、機内ロボット２０は、ワーク１１０を加工している間、当該加工を補助してもよい。具体的には、例えば、機内ロボット２０は、加工中、ワーク１１０および工具１００の少なくとも一方を、支持する。なお、加工中、ワーク１１０は、Ｚ軸回りに回転するため、加工中にワーク１１０をエンドエフェクタ４６で支持する場合は、エンドエフェクタ４６を、ワーク１１０の回転を阻害しないローラや、ローラを有したハンド等にすることが望ましい。いずれにしても、エンドエフェクタ４６でワーク１１０または工具１００を支持することで、低剛性のワーク１１０／工具１００の振動やたわみ等を抑制できる。また、ワーク１１０の振動を抑えることで、複雑なワーク形状にも対応できる。また、別の形態として、機内ロボット２０は、加工中、ワーク１１０や工具１００に振動を付与するようにしてもよい。これにより、振動を付与しながら切削を行う特殊な加工が可能となる。さらに、別の形態として、機内ロボット２０は、加工中、冷却用の流体（切削油、切削水）や、切粉除去のためのエアを放出してもよい。その位置や姿勢を自由に変更できる機内ロボット２０で冷却用流体またはエアを放出すれば、ワーク１１０および工具１００の切削性や温度を、より自由にコントロールできる。

【００３３】

また、機内ロボット２０は、例えば、ワーク１１０を加工している間、または、加工の前後において、各種センシングを行ってもよい。図２、図３は、第二エンドエフェクタ４６ｂであるセンサで、センシングを行っている様子を示している。具体的には、例えば、

機内ロボット２０で、切削状態（加工面精度や切粉の状態）を監視してもよい。また、別の形態として、機内ロボット２０は、加工中に、ワーク１１０や、工具１００の状態、例えば、温度や振動、ひずみ等をセンシングし、制御装置３４に出力してもよい。この場合、制御装置３４は、機内ロボット２０で検知された情報に基づいて、必要であれば、各種加工条件（送り速度や回転速度等）を変更することが望ましい。また、機内ロボット２０は、加工の開始前、または、終了後に、ワーク１１０の形状を計測する構成としてもよい。加工開始前にワーク１１０の形状を計測することで、ワーク１１０の取付間違いを確実に防止できる。また、加工開始後にワーク１１０の形状を計測することで、加工結果の良否を判定することができる。また、別の形態として、機内ロボット２０は、例えば、加工の開始前、または、終了後に、工具１００の状態（摩耗量等）を計測してもよい。さらに、また、別の形態として、機内ロボット２０は、加工を行っていない期間中に、工具の点検（摩耗の有無確認等）や、工作機械１０の可動部（ワーク主軸装置１４や心押台１６等）の点検を行ってもよい。

【００３４】

さらに、機内ロボット２０は、従来、機外ロボットが行っていた作業を、加工中、または、加工の完了後に行うようにしてもよい。例えば、機内ロボット２０は、ワーク１１０に対して付加的な加工（例えば、バリ取り加工や、金型磨き加工のような除去加工、表面改質、付加加工等）を行ってもよい。また、機内ロボット２０は、ワーク１１０や工具１００の搬送や、交換、段取等を行ってもよい。また、機内ロボット２０は、各種部品の検査や組み立て等を行ってもよい。

【００３５】

なお、これまで説明した機内ロボット２０の構成は、一例である。機内ロボット２０は、Ｙ軸回りに回転可能な複数の関節を有し、エンドエフェクタ４６が、工具１００の移動平面と平行な面内で移動可能であれば、その他の構成は適宜、変更されてもよい。したがって、機内ロボット２０の関節４４やアーム４２の数、揺動の方向等は、適宜、変更されてもよい。

【００３６】

また、本実施形態では、エンドエフェクタ４６の移動平面と、工具１００との移動平面とを一致させているが、両者は、平行であれば、一致していなくてもよい。したがって、エンドエフェクタ４６が、工具１００の移動平面より僅かに上側、または、下側に位置する平面内で移動するような構成としてもよい。また、本実施形態では、機内ロボット２０の関節４４として、Ｙ軸と平行な軸回りに回転可能な関節のみを例示したが、例えば、一般的なスカラ型ロボットと同様に、第三アームの先端や第一アームの根元等に、Ｙ軸と平行な軸方向に直進退できる関節を設けてもよい。この場合、機内ロボット２０は、平面３自由度の位置決めとアームの軸方向に沿った上下運動の合計４自由度を持つことになる。

【００３７】

また、本実施形態では、機内ロボット２０を工具１００を保持する刃物台１８に取り付けたが、長尺ワークを扱わない小型旋盤の場合、機内ロボット２０は、他の箇所に取り付けられてもよい。例えば、機内ロボット２０は、工作機械の非移動体や、心押台１６等に取り付けられてもよい。この場合でも、機内ロボット２０を、そのエンドエフェクタ４６が、工具１００の移動平面と平行な面内で移動可能な構成とすることで、エンドエフェクタ４６を、切削点近傍に、容易にアクセスさせることができる。

【００３８】

また、本実施形態の工作機械１０は、旋盤、より詳しくは、ターニングセンタであるが、本実施形態の機内ロボット２０は、他の種類の工作機械に用いられてもよい。例えば、機内ロボット２０は、ワークを回転させて切削する旋盤機能と、回転工具を回転させて切削する転削機能と、を有した複合機に搭載されてもよい。また、別の形態として、機内ロボット２０は、ワークを回転させて研削を行う円筒研削盤に搭載されてもよい。

【００３９】

また、本実施形態では、一つの機内ロボット２０に二つのエンドエフェクタ４６を設け

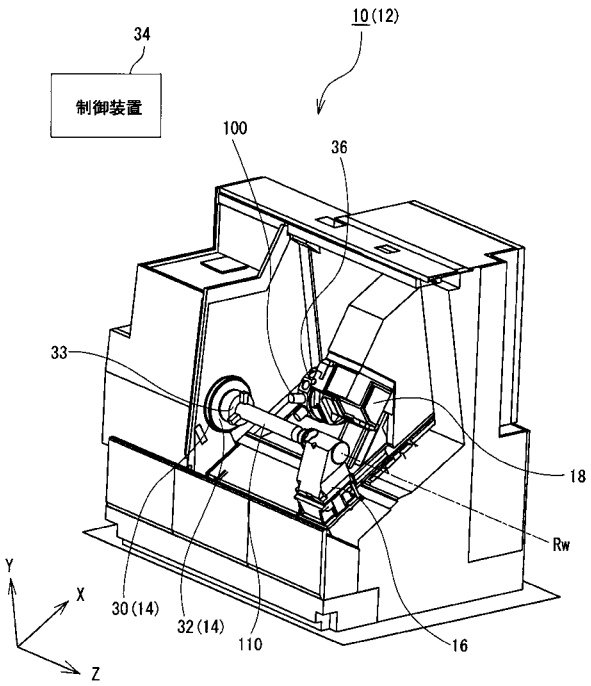
ているが、エンドエフェクタ４６の個数は、適宜、変更されてもよい。したがって、例えば、機内ロボット２０は、単一のエンドエフェクタ４６を有してもよいし、３つ以上のエンドエフェクタを有してもよい。

【符号の説明】

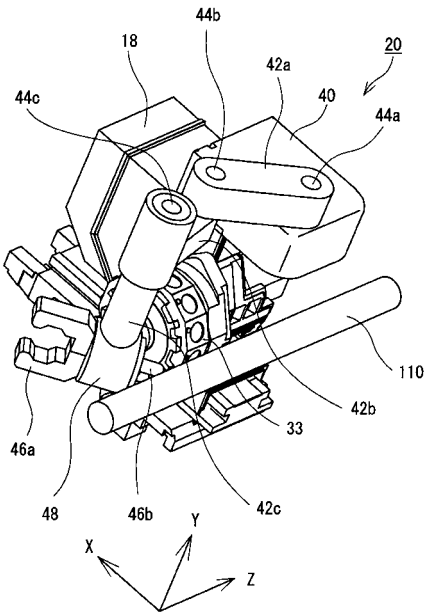
【００４０】

１０　工作機械、１２　本体部、１４　ワーク主軸装置、１６　心押台、１８　刃物台、２０　機内ロボット、３０　主軸台、３２　ワーク主軸、３３　チャック、３４　制御装置、３６　タレット、４０　連結部、４２　アーム、４４　関節、４６ａ　第一エンドエフェクタ、４６ｂ　第二エンドエフェクタ、４８　軸部、１００　工具、１１０　ワーク。

【図１】



【図２】



【図３】

