

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6737726号
(P6737726)

(45) 発行日 令和2年8月12日(2020.8.12)

(24) 登録日 令和2年7月20日(2020.7.20)

(51) Int. Cl. F I
B 2 3 Q 7/04 (2006.01) B 2 3 Q 7/04 M
B 2 3 B 15/00 (2006.01) B 2 3 B 15/00 A

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2017-39501 (P2017-39501)	(73) 特許権者	000149066
(22) 出願日	平成29年3月2日(2017.3.2)		オークマ株式会社
(65) 公開番号	特開2018-144131 (P2018-144131A)		愛知県丹羽郡大口町下小口五丁目2 5 番地の1
(43) 公開日	平成30年9月20日(2018.9.20)	(74) 代理人	110001210
審査請求日	令和1年8月29日(2019.8.29)		特許業務法人Y K I 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2 5 番地の1 オークマ株式会社内
		審査官	山本 忠博

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】

ワークを自転可能に保持するワーク主軸である保持部材と、
 前記保持部材を回転させるための第一モータと、
 工作機械の内部に設けられ、1以上の関節を持つ関節ロボットである機内ロボットと、
 前記1以上の関節のうち最も基端側に配されるとともに回転する回転関節である根元関節と、前記第一モータと、前記第一モータの動力が前記根本関節に伝達されるように、連結および連結解除する連結機構と、
 前記第一モータとは別に設けられ、前記根元関節を回転駆動させる根元関節用アクチュエータと、
 を備え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、
 前記根元関節と前記第一モータとが連結されている期間中、前記根元関節用アクチュエータは、フリー状態である、または、前記根元関節との連結が解除されている、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、
 前記保持部材の回転軸と、前記根元関節の回転軸とが、不一致であり、
 前記根元関節は、複数の伝達機構を介して前記第一モータに連結または連結解除される

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、
前記保持部材の回転軸と、前記根元関節の回転軸とが、一致しており、
前記根元関節および前記保持部材の一方には、係合部が設けられており、
前記根元関節および前記保持部材の他方には、前記係合部に対して周方向に係合または係合解除する被係合部と、
を有することを特徴とする工作機械。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本明細書では、ワークを切削加工する工作機械を開示する。

【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、ローダやパーフィード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、

20

【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、関節ロボットを利用することも提案されている。例えば、特許文献 1 には、工作機械の外部かつ上部に取り付けられたガントリー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。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010 - 64158 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、関節ロボットは、通常、1 以上の関節を有している。そして、関節ロボットは、各関節を回動または直進させることで、その位置および姿勢を変化させる。したがって、関節ロボットを設けた場合には、各関節を駆動するためのアクチュエータを設ける必要がある。

【0006】

関節ロボットを構成する 1 以上の関節のうち、最も基端側に位置する根元関節には、最も大きな負荷（モーメント）がかかる。そのため、根元関節を駆動するアクチュエータは、この大きな負荷に抗することができるように、十分に大きな出力を持つことが望まれる。特に、関節ロボットで、重量物、例えば、ワークや大型センサ等を取り扱う場合には、根元関節のアクチュエータを大出力にする必要がある。

40

【0007】

しかし、根元関節のアクチュエータを大出力とした場合、当該アクチュエータのサイズやコストが増加するといった問題が生じる。特に、関節ロボットを、工作機械の内部に完全収容する場合、設置スペースが限られているため、アクチュエータひいては関節ロボットの大型化は、大きな問題となる。

【0008】

そこで、本明細書では、大出力でありながら小型の機内ロボットを有した工作機械を開

50

示する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明で開示する工作機械は、ワークを自転可能に保持するワーク主軸である保持部材と、前記保持部材を回転させるための第一モータと、工作機械の内部に設けられ、1以上の関節を持つ関節ロボットである機内ロボットと、前記1以上の関節のうち最も基端側に配されるとともに回転する回転関節である根元関節と、前記第一モータと、前記第一モータの動力が前記根元関節に伝達されるように、連結および連結解除する連結機構と、前記第一モータとは別に設けられ、前記根元関節を回転駆動させる根元関節用アクチュエータと、を備える。

10

【0011】

また、前記根元関節と前記第一モータとが連結されている期間中、前記根元関節用アクチュエータは、フリー状態である、または、前記根元関節との連結が解除されていてもよい。

【0013】

また、前記保持部材の回転軸と、前記根元関節の回転軸とが、不一致であり、前記根元関節は、複数の伝達機構を介して前記第一モータに連結または連結解除されてもよい。

【0014】

また、前記保持部材の回転軸と、前記根元関節の回転軸とが、一致しており、前記根元関節および前記保持部材の一方には、係合部が設けられており、前記根元関節および前記保持部材の他方には、前記係合部に対して周方向に係合または係合解除する被係合部と、を有してもよい。

20

【発明の効果】

【0016】

本明細書で開示する工作機械によれば、根元関節は、必要に応じて、保持部材を回転または移動させるための第一モータの動力を利用できる。そのため、根元関節を駆動するアクチュエータを小型にしつつも、根元関節を大出力にできる。結果として、大出力でありながら小型の機内ロボットを有した工作機械が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】工作機械の斜視図である。

【図2】ワーク主軸および根元関節の駆動機構を示す概略図である。

【図3】ワーク取り付けの流れを示すフローチャートである。

【図4】他の工作機械の根元関節近傍における斜視図である。

【図5】他の工作機械の根元関節近傍における概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、工作機械10の構成について図面を参照して説明する。図1は、工作機械10の概略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。

30

40

【0019】

この工作機械10は、自転するワークに刃物台18で保持した工具を当てることで、ワークを加工する旋盤である。この工作機械10は、NC制御されるとともに、複数の工具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、

50

工作機械 10 の本体部 12 やワーク等にアクセスする。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。

【0020】

本体部 12 は、ワークの一端を自転可能に保持するワーク主軸装置 14 と、工具を保持する刃物台 18 と、ワークの他端を支える心押台 16 と、機内ロボット 20 と、を備えている。ワーク主軸装置 14 は、主軸モータ（図 1 では図示せず）に連結されたワーク主軸 32 を有している。ワーク主軸 32 は、ワークを回転可能に保持する保持部材として機能する。このワーク主軸 32 は、主軸モータの駆動に伴い、Z 軸に平行な回転軸 R_w を中心として自転する。ワーク主軸 32 の先端には、ワークを着脱自在に保持するチャック 33 やコレットが設けられており、ワークを適宜、交換できる。

10

【0021】

ワーク主軸装置 14 の近傍には、機内ロボット 20 が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。

【0022】

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の他端を支える。心押台 16 は、その中心軸が、ワーク回転軸 R_w 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、ワークの中心点に当接させる。心押台 16 は、ワーク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。

20

【0023】

刃物台 18 は、工具、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 軸方向に移動可能となっている。また、刃物台 18 は、X 軸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。刃物台 18 の先端には、複数の工具を保持可能なタレット 19 が設けられている。このタレット 19 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 19 が回転することで、ワークの加工に用いられる工具が適宜、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 19 に保持された工具は、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 19 に保持された工具は、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、工具によるワークの切り込み量等が変更できる。

30

【0024】

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、工具やワーク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構成されてもよい。

40

【0025】

次に、機内ロボット 20 について詳説する。機内ロボット 20 は、工作機械 10 の内部、より具体的には、加工室内に設けられる多関節ロボットである。機内ロボット 20 は、複数のアームと、複数の関節と、エンドエフェクタ 46 と、を有している。機内ロボット 20 の複数のアーム（図示例では 3 本）は、関節を介して連結されている。各関節には、モータ等を有した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により、回転または直進する。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、各関節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 46 の位置を算出する。複数の関節のうち、最も基端側に位置する根元関節 40 は、ワーク主軸 32 の回転軸 R_w と平行な回転軸 R_r を中心として自転する回転関節である。

50

【 0 0 2 6 】

エンドエフェクタ 4 6 は、機内ロボット 2 0 の先端に設けられている。エンドエフェクタ 4 6 は、対象物に働きかけるための要素であれば、特に限定されない。したがって、エンドエフェクタ 4 6 は、例えば、対象物を保持する保持機構であってもよい。保持の形式は、一对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 1 には、ハンド形式のエンドエフェクタ 4 6 を例示している。また、別の形態として、エンドエフェクタ 4 6 は、対象物を押圧する押圧機構としてもよい。例えば、エンドエフェクタ 4 6 を、ワークに押し当てられて、当該ワークの振動を抑制するローラ等としてもよい。

【 0 0 2 7 】

また、別の形態として、エンドエフェクタ 4 6 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、各関節の駆動量から算出されるエンドエフェクタ 4 6 の位置情報と関連付けて記憶され、解析される。例えば、エンドエフェクタ 4 6 が、接触センサの場合、制御装置 3 4 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。

【 0 0 2 8 】

また、別の形態として、エンドエフェクタ 4 6 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 4 6 は、切粉を吹き飛ばすためのエアや、工具またはワーク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 4 6 は、ワーク造形のためエネルギー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 4 6 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 4 6 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。

【 0 0 2 9 】

また、エンドエフェクタ 4 6 が働きかける対象物は、加工室内にあるものであれば、特に限定されない。したがって、対象物は、ワーク主軸装置 1 4 に保持されているワークでもよいし、刃物台 1 8 に保持される工具でもよい。また、対象物は、工具およびワーク以外のもの、例えば、加工室内に飛散した切粉や、ワークに組み付けられる部品、工作機械 1 0 の構成部品（ワーク主軸装置 1 4 のチャック 3 3 等）でもよい。

【 0 0 3 0 】

また、エンドエフェクタ 4 6 は、適宜、交換可能としてもよい。例えば、加工室の内部または外部に、複数種類のエンドエフェクタ 4 6 を待機させておき、用途に応じて、機内ロボット 2 0 に取り付けるエンドエフェクタ 4 6 を交換できるようにしてもよい。

【 0 0 3 1 】

次に、機内ロボット 2 0 の駆動、特に根元関節 4 0 の駆動について説明する。既述した通り、機内ロボット 2 0 は、複数の関節を適宜、動かすことで、その姿勢を変化させることができる。このとき、機内ロボット 2 0 の基端側、すなわち、根元関節 4 0 には、大きなモーメントがかかる。特に、機内ロボット 2 0 のアームを、大きく伸ばした場合や、機内ロボット 2 0 の先端に重量物を設けた場合には、根元関節 4 0 の負荷が大きくなる。ここで、重量物としては、エンドエフェクタ 4 6 として保持機構を設けた場合には、当該保持機構に保持されるワーク等が該当する。また、エンドエフェクタ 4 6 そのものが重量物、例えば、大重量の工具等である場合もある。

【 0 0 3 2 】

いずれにしても、根元関節 4 0 にかかる負荷が大きくなると、根元関節 4 0 を駆動するためのトルクも大きくする必要があり、しかし、根元関節 4 0 を駆動するアクチュエータを大出力とした場合、サイズやコストの大幅なアップを招く。一方、ワーク主軸 3 2 を回

10

20

30

40

50

転駆動する主軸モータは、非常に大出力であるが、一般に、この主軸モータは、ワークの加工中のみ駆動し、ワークを加工していない期間中は、殆ど、駆動していない。そこで、本明細書で開示する工作機械では、必要に応じて、ワーク主軸 3 2 を回転させる主軸モータと、根元関節 4 0 と、を連結または連結解除している。

【 0 0 3 3 】

これについて、図 2 を参照して説明する。図 2 は、ワーク主軸 3 2 および根元関節 4 0 の駆動機構の概略図である。ワーク主軸 3 2 は、複数の軸受 2 6 により回転自在に軸支されている。ワーク主軸 3 2 の基端は、カップリング 2 8 を介して、大出力の主軸モータ 3 0 に連結されており、主軸モータ 3 0 の回転に伴い、ワーク主軸 3 2 も回転する。したがって、この主軸モータ 3 0 は、ワーク主軸 3 2 については、当該ワーク主軸 3 2 が保持するワークを回転させる第一モータとして機能する。なお、ここでは、主軸モータ 3 0 とワーク主軸 3 2 とを直接連結しているが、必要に応じて、減速機を介在させてもよい。

10

【 0 0 3 4 】

また、根元関節 4 0 には、当該根元関節 4 0 を駆動するための根元関節用アクチュエータが接続されている。根元関節用アクチュエータの構成としては種々考えられるが、図示例では、伝達軸 3 7 と、当該伝達軸 3 7 にカップリング 3 8 を介して連結された根元関節モータ 3 6 と、を有する。伝達軸 3 7 は、根元関節 4 0 に固着されており、根元関節 4 0 と一体的に回転する。この伝達軸 3 7 も複数の軸受 3 5 により軸支されている。伝達軸 3 7 の基端は、カップリング 3 8 を介して、根元関節モータ 3 6 に連結されており、根元関節モータ 3 6 の回転に伴い、ワーク主軸 3 2 も回転する。なお、根元関節モータ 3 6 と伝達軸 3 7 との間に、減速機等を介在させてもよい。

20

【 0 0 3 5 】

図 2 から明らかな通り、ワーク主軸 3 2 の外周には、第一ギヤ 5 0 が固着されており、伝達軸 3 7 の外周には第二ギヤ 5 2 が固着されている。そして、この第一ギヤ 5 0 および第二ギヤ 5 2 の間には、双方に歯合する連結ギヤ 5 4 が設けられている。連結ギヤ 5 4 は、ワーク主軸 3 2 と平行な方向に進退可能になっており、進退することで、第一、第二ギヤ 5 0 , 5 2 に歯合、または、歯合解除される。連結ギヤ 5 4 が、第一、第二ギヤ 5 0 , 5 2 に歯合した連結状態において、根元関節 4 0 は、伝達軸 3 7 、第二ギヤ 5 2 、連結ギヤ 5 4 、第一ギヤ 5 0 、ワーク主軸 3 2 、カップリング 2 8 を介して、主軸モータ 3 0 に連結されることになる。そして、この場合、根元関節 4 0 は、主軸モータ 3 0 の駆動に伴い回転駆動されることになる。なお、主軸モータ 3 0 を用いて根元関節 4 0 を駆動する際、根元関節モータ 3 6 は、トルクのかからないフリー状態にしてもよいし、主軸モータ 3 0 と同期して動くように同期制御してもよい。また、第一ギヤ 5 0 と第二ギヤ 5 2 の歯数を異なるものとし、減速や増速を行ってもよいし、ギヤを 2 組以上用意し、減速比を変更可能にしてもよい。また、ここで、説明した連結機構は、一例であり、必要に応じて、根元関節 4 0 と、主軸モータ 3 0 と、を連結または連結解除できるのであれば、他の構成、例えば、クラッチ機構等を用いてもよい。

30

【 0 0 3 6 】

以上のように構成された根元関節 4 0 は、大きなトルクが不要な場合には、主軸モータ 3 0 との連結が解除され、根元関節モータ 3 6 で駆動される。一方、大きなトルクが必要な場合には、根元関節 4 0 は、主軸モータ 3 0 と連結され、根元関節モータ 3 6 に替えてまたは加えて、大出力の主軸モータ 3 0 により駆動される。いわば、根元関節 4 0 は、必要とされるトルクに応じて、動力源が切り替えられる。

40

【 0 0 3 7 】

大きなトルクが必要な状況としては、種々考えられるが、例えば、機内ロボット 2 0 を用いてワークを取り付けたり、取り外したりする場合が考えられる。すなわち、機内ロボット 2 0 のエンドエフェクタ 4 6 として、ワークの保持が可能な保持機構が設けられている場合、機内ロボット 2 0 でワークを搬送することが可能である。ワークという重量物を搬送するにあたって、根元関節 4 0 は、大きなトルクが必要となる。そこで、この場合には、根元関節 4 0 を、大出力の主軸モータ 3 0 に連結することが望ましい。これについて

50

、図3を参照して、具体的に説明する。

【0038】

図3は、機内ロボット20を用いて、ワークをワーク主軸装置14のチャック33に取り付ける際の流れを示すフローチャートである。機内ロボット20でワークをチャック33に取り付ける際には、まず、主軸モータ30と根元関節40とを連結する(S12)。具体的には、連結ギヤ54を、進退させて、第一ギヤ50および第二ギヤ52に歯合させる。

【0039】

次に、機内ロボット20の各関節を駆動して、加工室の外部等に配されたワークを取りに行き、エンドエフェクタ46で保持したワークをチャック33の近傍まで搬送する(S14)。このとき、根元関節モータ36は、フリーにしておき、根元関節40は、主軸モータ30で駆動する。このようにすれば、根元関節モータ36と主軸モータ30とを同期制御する必要がなく、制御を簡易化できる。また、ワークを搬送する際には、根元関節40に大きな負荷がかかることになるが、根元関節40を主軸モータ30で駆動することで、大きなトルクを得ることができる。

10

【0040】

ワークをチャック33の近傍まで搬送できれば(S16でYes)、根元関節40およびチャック33(ひいてはワーク主軸32)の回転を規制するために、主軸モータ30を静止させ、静止トルクを発生させる(S18)。これにより、ワーク主軸32およびチャック33の回転が停止した状態となる。

20

【0041】

主軸モータ30が静止して、チャック33が回転停止すれば、制御装置34は、他の関節を動かして、ワークを、チャック33に取り付ける(S20)。ワークの取り付けが完了すれば(S22でYes)、根元関節40と主軸モータ30との連結を解除する(S24)。すなわち、連結ギヤ54を進退させて、第一、第二ギヤ50,52との歯合を解除する。これにより、ワーク主軸32は、根元関節40と独立して自由に回転できる。

【0042】

機内ロボット20は、ワークの加工を阻害しない位置まで退避する(S26)。このとき、ワークの取り付けが完了しており、機内ロボット20の先端には重量物(ワーク)は、存在しない。そのため、根元関節40の駆動に大きなトルクは不要となる。したがって、このとき、根元関節40は、比較的、出力の小さい根元関節モータ36で駆動される。

30

【0043】

以上の説明から明らかな通り、本例では、機内ロボット20がワークを保持している期間中のみ、根元関節40と主軸モータ30とを連結している。機内ロボット20がワークを保持している際には、根元関節40に大きな負荷がかかるが、大出力の主軸モータ30と連結することで、根元関節40の出力トルクを大きくできる。また、ワーク搬送中(S14)は、加工等が行われなため、ワーク主軸32は、根元関節40と連動して回転しても問題ない。また、ワーク主軸32の回転を停止するワーク取付中(S20)には、根元関節40の回転も停止させている。換言すれば、ワーク搬送中(S14)およびワーク取付中(S20)は、いずれも、ワーク主軸32と根元関節40とが連動して動いても問題ない期間である。この連動動作が問題ない期間にのみ、根元関節40と主軸モータ30とを連結することで、加工動作等を阻害することなく、根元関節40を適切に動かすことができる。一方で、ワーク主軸32と根元関節40とが、連動動作が出来ない期間には、根元関節40と主軸モータ30とは、連結解除される必要がある。連動動作が出来ない期間としては、例えば、ワークに対して加工が施されている期間が該当する。

40

【0044】

なお、図3の例では、根元関節40を静止させるワーク取付期間中(S20)も、十分な静止トルクを得るために、根元関節40と主軸モータ30とを連結している。しかし、十分な静止トルクが得られるのであれば、ワーク搬送が終了した時点で、根元関節40と主軸モータ30との連結を解除してもよい。例えば、根元関節40の回転を規制するブレ

50

ーキ機構などを別途設けた場合には、ワーク搬送が終了した時点で、当該ブレーキ機構を有効にしたうえで、根元関節 40 と主軸モータ 30 との連結を解除してもよい。また、根元関節 40 にかかる負荷は、機内ロボット 20 を大きく延ばしたときに、大きくなるが、機内ロボット 20 を小さく折り畳んだときには小さくなる。したがって、ワークをチャック 33 近傍まで搬送した際に、機内ロボット 20 が小さく折り畳まれていれば、根元関節 40 にかかる負荷は、小さいといえる。この場合には、ワーク搬送が終了した時点で、根元関節 40 と主軸モータ 30 との連結を解除し、根元関節モータ 36 で静止トルクを得るようにしてもよい。

【 0045 】

また、図 3 では、ワークを搬送および取り付けの際に、根元関節 40 と主軸モータ 30 を連結する例を説明している。しかし、根元関節 40 と主軸モータ 30 は、根元関節とワーク主軸 32 とが連動して動いても問題ない状況であれば、他の状況で、連結されてもよい。例えば、複数種類のエンドエフェクタ 46 を、加工室の外部に配置し、必要に応じて、機内ロボット 20 が、エンドエフェクタ 46 を交換する工作機械を考える。この場合、加工室の外部に設けられたエンドエフェクタ 46 に交換する際、機内ロボット 20 は、そのアームを大きく延ばす必要がある。このとき、根元関節 40 には大きな負荷がかかるため、このアームを大きく延ばしている期間だけ、根元関節 40 と主軸モータ 30 を連結するようにしてもよい。

【 0046 】

また、通常、ワークの加工を行っている期間中は、ワーク主軸 32 も規定の回転数で回転するため、根元関節 40 と主軸モータ 30 との連結は、解除する。換言すれば、保持部材（ワーク主軸 32）で保持している部材（ワーク）を用いた加工が実行されている期間中は、当該保持部材を動かす第一モータ（主軸モータ 30）と根元関節 40 との連結を解除する。ただし、工作機械の中には、複数のワーク主軸 32 を有するものもある。この場合、一つのワーク主軸 32 で保持したワークを加工している期間中に、他のワーク主軸 32 に対応する主軸モータ 30 と根元関節 40 とを連結してもよい。また、これまでの説明では、根元関節 40 を駆動するために専用モータ、すなわち、根元関節モータ 36 を設けているが、場合によっては、根元関節モータ 36 は、省略されてもよい。

【 0047 】

また、これまでは、根元関節 40 の回転軸 R_r と、ワーク主軸 32 の回転軸 R_w が、不一致、かつ、平行な場合のみを例示したが、両回転軸 R_w 、 R_r は、一致していてもよい。これについて、図 4、図 5 を参照して説明する。図 4、図 5 は、二つの回転軸 R_r 、 R_w が一致する一例を示す図である。図 4、図 5 の構成では、根元関節 40 は、ワーク主軸 32 の外周囲に配された略環状部材である。根元関節 40 は、ワーク主軸 32 に対して回動自在に取り付けられている。

【 0048 】

ワーク主軸 32 の軸方向端面には、径方向に進退する係合部材 56 が設けられている。また、根元関節 40 には、当該係合部材 56 の一部が収容され、係合される被係合溝 58 が形成されている。根元関節 40 の駆動に大きなトルクが必要な場合には、ワーク主軸 32 に設けられた係合部材 56 を、径方向外側に進出させて、根元関節 40 に設けられた被係合溝 58 に係合させる。これにより、根元関節 40 は、大出力の駆動モータの駆動により、ワーク主軸 32 と連動して回転することができる。一方、根元関節 40 とワーク主軸 32 とを独立して動かしたい場合には、ワーク主軸 32 に設けられた係合部材 56 を、径方向内側に後退させて、根元関節 40 に設けられた被係合溝 58 から離脱させる。これにより、根元関節 40 とワーク主軸 32 とが独立して動く。なお、図示例では、ワーク主軸 32 に係合部材 56 を、根元関節 40 に、被係合溝 58 を設けているが、当然ながら、これらは逆、すなわち、ワーク主軸 32 側に被係合溝 58 を設けてもよい。

【 0049 】

また、これまでの説明では、根元関節 40 を、ワーク主軸 32 を駆動する主軸モータ 30 と連結しているが、根元関節 40 は、工具またはワークを保持する保持部材を回転また

10

20

30

40

50

は移動させるモータであれば、他のモータと連結されてもよい。例えば、工具を保持するタレット19（保持部材）を旋回させるためのモータと、根元関節40とを適宜、連結または連結解除するようにしてもよい。この場合、機内ロボット20は、タレット19が取り付けられた刃物台18に設置されることが望ましい。

【0050】

また、回転工具でワークを切削する転削機能を有したマシニングセンタや複合加工機と呼ばれる工作機械には、回転工具を回転可能に保持する工具主軸装置や、ワークが載置されるテーブル等が設けられている。かかる工作機械においては、工具主軸装置を工具回転軸と略直交する軸周りに揺動させるための揺動モータや、テーブルを回転させるテーブル用モータ等が設けられていることがある。この場合、機内ロボット20の根元関節40を、これらと連結または連結解除するようにしてもよい。

10

【0051】

また、これまでの説明では、根元関節40を、ワークまたは工具を保持する保持部材（ワーク主軸32や工具主軸装置等）を回転させるモータと連結する例のみを挙げたが、根元関節40は、保持部材を、直進移動させるモータと連結されてもよい。例えば、図1に示す工作機械10の場合、刃物台18や心押台16をZ方向に直進移動させるZ軸モータが内蔵されている。機内ロボット20を、これら刃物台18や心押台16が載置される基台22に設置するとともに、その根元関節40をZ方向に直進する直進関節とする。そして、必要に応じて、この根元関節40とZ軸モータとを連結または連結解除できるようにしてもよい。

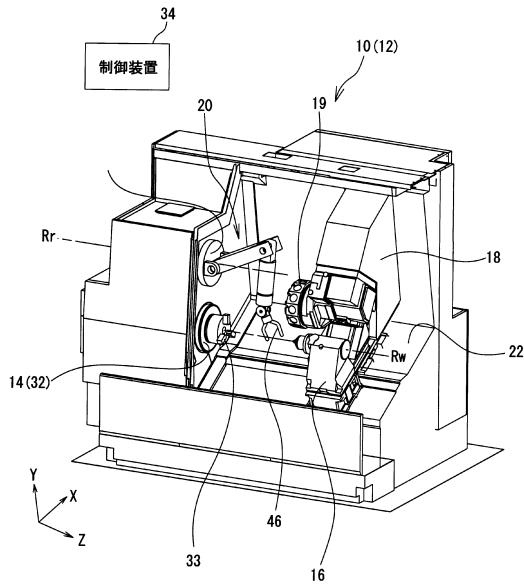
20

【符号の説明】

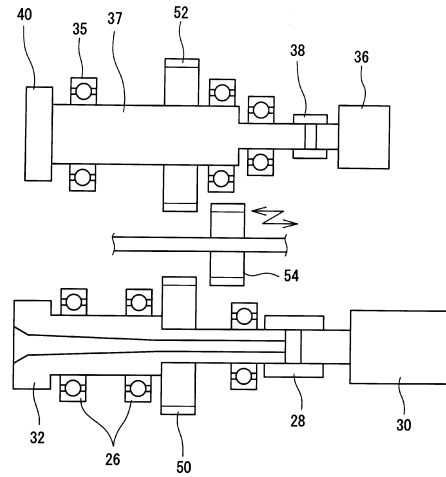
【0052】

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、19 タレット、20 機内ロボット、22 基台、26, 35 軸受、28, 38 カップリング、30 主軸モータ、32 ワーク主軸、33 チャック、34 制御装置、36 根元関節モータ、37 伝達軸、40 根元関節、46 エンドエフェクタ、50 第一ギヤ、52 第二ギヤ、54 連結ギヤ、56 係合部材、58 被係合溝。

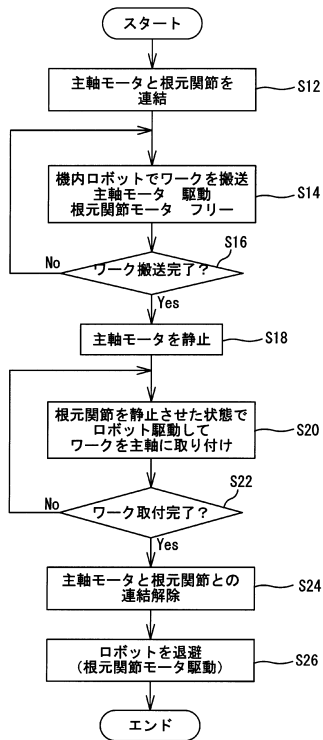
【図1】



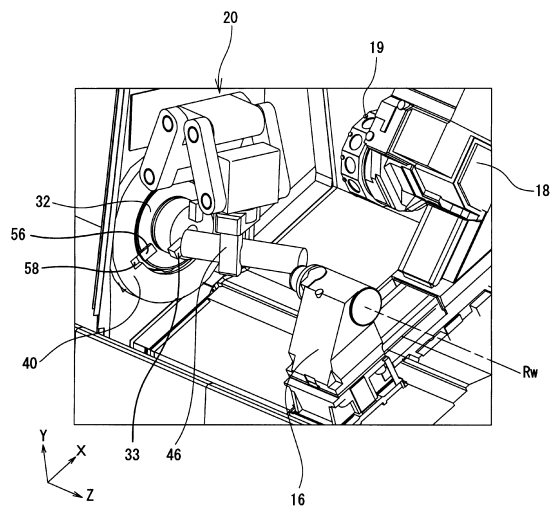
【図2】



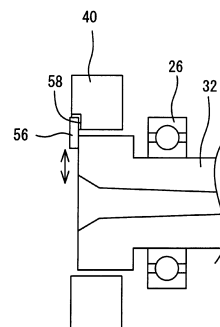
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭58-192703(JP,A)
実開昭63-127851(JP,U)
特開2009-034796(JP,A)
中国特許出願公開第104070186(CN,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23Q 7/04, 7/14,
B23B 15/00