

(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2019-175436

(P2019-175436A)

(43) 公開日 令和1年10月10日(2019.10.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G05B 19/18 (2006.01)	G05B 19/18	W 3C029
B23Q 17/00 (2006.01)	B23Q 17/00	B 3C032
B23B 31/00 (2006.01)	B23B 31/00	D 3C269
	B23Q 17/00	E

審査請求 有 請求項の数 24 O L 外国語出願 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2019-12951 (P2019-12951)	(71) 出願人	508268090 デッケル マホ プフロンテン ゲーエム ベーハー DECKEL MAHO Pfronte n GmbH ドイツ連邦共和国、87459 プフロン テン、デッケル マホ シュトラーセ 1 DECKEL-MAHO-Strasse 1, 87459 Pfronten, Germany
(22) 出願日	平成31年1月29日 (2019.1.29)	(74) 代理人	110002664 特許業務法人ナガトアンドパートナーズ
(31) 優先権主張番号	10 2018 201 427.2	(72) 発明者	ロルフ ケテマー ドイツ国 87616 マルクトオーバー ドルフ, イム ブシュラッハ 14 最終頁に続く
(32) 優先日	平成30年1月30日 (2018.1.30)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ (DE)		

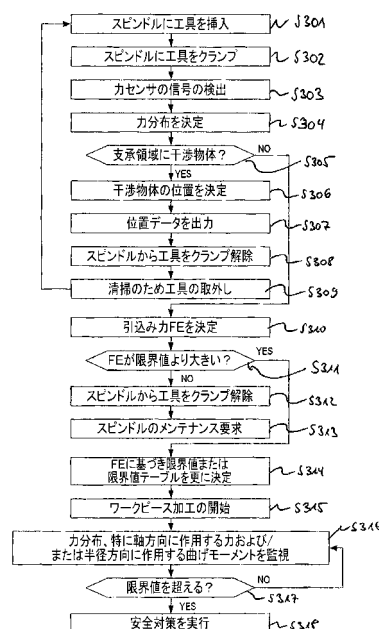
(54) 【発明の名称】 数値制御工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムを監視する方法及び装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 数値制御工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムを監視する方法及び装置を提供する。

【解決手段】 ワークスピンドルの加工を工作機械において、工具インターフェースによって、工具がワークスピンドルの工具インターフェースホルダにクランプされる時、工具が工具インターフェースホルダの支承領域上に有した複数の力センサによりワークスピンドルの力センサのセンサ値が工作機械の制御装置上に提供される。特にワークの加工中、スピンドル損傷、ワークピース破損、および/または工具損傷から保護するための安全制御策を実行するための要件に関して、センサ値に基づいて工具インターフェースホルダの接触領域における決定された力分配に基づいて、制御装置により工具インターフェースホルダへ工具がクランプされたとき、ワークスピンドルの工具クランプシステムを監視する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

工具が工具インターフェースによってワークスピンドルの工具インターフェースホルダにクランプされるとき、工具インターフェースによってワークスピンドルにクランプされる工具を用いてワークピースの加工を制御するための制御装置を有する数値制御工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムを監視する方法であって、

前記工具が前記工具インターフェースによって前記ワークスピンドルの前記工具インターフェースホルダにクランプされるとき、前記ワークスピンドルが前記ワークスピンドルの工具インターフェースホルダの支承領域に複数の力センサを有し、そして前記ワークスピンドルの前記力センサのセンサ値が前記制御装置に供給され、

前記工具が、前記力センサから供給されるセンサ値に基づいて、前記ワークスピンドルの前記工具インターフェースホルダに前記工具インターフェースによりクランプされたときに、前記工具インターフェースホルダの接触領域における力分布を決定すること、そして、

特に、前記ワークピースの加工中に、スピンドルの損傷、ワークピースの損傷、および/または工具の損傷から保護するための安全制御策を実行する必要性に関して、決定された前記力分布に基づいて、前記制御装置上の前記ワークスピンドルの工具インターフェースホルダに前記工具インターフェースによって前記工具がクランプされたとき、前記ワークスピンドルの工具クランプシステムを監視すること、を含むことを特徴とする監視方法。

【請求項 2】

特に前記工具をクランプした後に、決定された前記力分布に基づいて、前記工具が所定の位置にクランプされるときに、前記ワークスピンドルの前記工具クランプシステムに作用する引込み力を決定する、ことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記決定された引込み力を1つ以上の引込み力限界値と比較し、

前記決定された引込み力が前記引込み力限界値の少なくとも1つを下回ると決定された場合に、安全制御策を実行する、ことを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項 4】

スピンドル速度、工具タイプ、工具サイズ、工具インターフェースタイプおよび/または工具インターフェースサイズに基づいて、1つ以上の引き込み力限界値を設定または決定する、ことを特徴とする請求項3に記載の方法。

【請求項 5】

前記決定された引込み力を前記制御装置のグラフィカル・ユーザ・インターフェースで出力することを特徴とする、請求項2~4のいずれかに記載の方法。

【請求項 6】

前記決定された力分布に基づき、前記ワークスピンドルおよび/または前記工具の工具クランプシステムで、前記クランプされた工具で前記ワークピースの加工中、動的に作用する軸方向力を決定する、ことを特徴とする請求項1~5のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

前記決定された軸方向力を1つ以上の軸方向力限界値と比較し、

前記決定された軸方向力が前記1つ以上の軸方向力限界値のうち少なくとも1つを超えると決定された場合に、安全制御策を実行する、ことを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項 8】

前記引込み力、スピンドル速度、工具タイプ、工具サイズ、工具インターフェースタイプおよび/または工具インターフェースサイズに基づいて、1つ以上の軸方向力限界値を設定または決定する、ことを特徴とする請求項7に記載の方法。

【請求項 9】

決定された引込み力に基づいて、1つ以上の軸方向力限界値を設定または決定する、こ

10

20

30

40

50

とを特徴とする、請求項2、3または4と組合せた、請求項7または8に記載の方法。

【請求項10】

前記制御装置のグラフィカル・ユーザ・インターフェースに前記決定された軸方向力を出力する、ことを特徴とする請求項7～9のいずれかに記載の方法。

【請求項11】

前記決定された力分布に基づいて前記ワークスピンドルの工具クランプシステム及び/又は前記工具上のクランプされた工具によるワークピースの処理中、特に前記クランプされた工具によるワークピースの処理中に、動的に作用する半径方向トルクを決定する、ことを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の方法。

【請求項12】

前記決定された半径方向トルクを1つ以上の半径方向トルク限界値と比較し、前記決定された半径方向トルクが前記1つ以上の半径方向トルク限界値の少なくとも1つを超えると決定された場合に、安全制御策を実行することを特徴とする、請求項11に記載の方法。

【請求項13】

前記引込み力、スピンドル速度、工具タイプ、工具サイズ、工具インターフェースタイプおよび/または工具インターフェースサイズに基づいて、1つ以上の半径方向トルク限界値を設定または決定する、ことを特徴とする請求項12に記載の方法。

【請求項14】

決定された引込み力に基づいて、または決定された引込み力に対応する臨界曲げモーメントおよび/またはリフトオフトルクに基づいて、特に工具インターフェースタイプおよび/または工具インターフェースサイズに基づいて、1つ以上の半径方向トルク限界値を設定または決定する、ことを特徴とする請求項2、3または4と組合せた、請求項12または13に記載の方法。

【請求項15】

前記制御装置のグラフィカル・ユーザ・インターフェースに前記決定された半径方向トルクを出力する、ことを特徴とする請求項11～14のいずれかに記載の方法。

【請求項16】

前記安全制御策の伝導が、視覚的および/または音響的な警告信号を前記工作機械のオペレータに出力すること、前記工作機械の1つ、複数またはすべての送り軸の送りを減速または停止すること、前記工作機械の前記ワークスピンドルのスピンドル速度を低減すること、または前記工作機械の前記ワークスピンドルを停止すること、

前記工作機械の前記送り軸を制御して前記ワークピースから前記工具を取外すこと、および/または

前記工作機械で非常停止を開始すること、

を含むことを特徴とする、請求項3、7または12のいずれかに記載の方法。

【請求項17】

前記ワークスピンドルの前記工具インターフェースホルダに前記工具をクランプした後に、

クランプ状態に影響を及ぼす干渉物体が存在するかどうか、工具インターフェースホルダの支承領域とクランプされた工具の前記工具インターフェースの対応している支承領域との間で、特に汚れまたはチップが存在するか、前記決定された力分布に基づいて決定される、ことを特徴とする請求項1～16のいずれかに記載の方法。

【請求項18】

決定された力分布に基づいて、クランプ状態に影響を及ぼし、工具インターフェースホルダの支承領域とクランプされた工具の工具インターフェースの対応する支承領域との間に存在する、1つ以上の干渉物体の位置を決定する、ことを特徴とする請求項1～17のいずれかに記載の方法。

【請求項19】

10

20

30

40

50

クランプされた工具の工具インターフェースの支承領域が工具インターフェースの基準点に関してセクタに分割され、決定された力分布に基づいて存在する1つ以上の干渉物体の位置を決定する際に、干渉物体が存在する工具インターフェースの支承領域の1つ以上のセクタが決定される、ことを特徴とする請求項18に記載の方法。

【請求項20】

前記工具インターフェースの前記支承領域の前記セクタは前記工具インターフェースの平坦な接触領域上の複数のセクタを含み、および/または、前記工具インターフェースの前記支承領域の前記セクタが前記工具インターフェースのコーン接触領域上の複数のセクタを含むことを特徴とする、請求項19に記載の方法。

【請求項21】

前記制御装置は、前記工具インターフェースホルダの支承領域と、前記クランプされた工具の前記工具インターフェースの対応する支承領域との間に存在する1つ以上の干渉物体の決定された位置を示す位置データを出力するように構成される、ことを特徴とする請求項18~20のいずれかに記載の方法。

【請求項22】

前記1つまたは複数の干渉物体の前記決定された位置を前記制御デバイスのグラフィカル・ユーザ・インターフェースに出力することを特徴とする、請求項18から21のいずれかに記載の方法。

【請求項23】

工具がワークスピンドルの工具インターフェースホルダへの工具インターフェースによってクランプされるときに、工具インターフェースを数値制御工作機械のワークスピンドルのワークスピンドルへの工具インターフェースによってクランプされるワークピースの加工を制御し、ワークスピンドルの工具インターフェースホルダへの工具インターフェースによって工具がクランプされるときに、工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムを監視するための制御装置であって、

ワークスピンドルがワークスピンドルの工具インターフェースホルダにおける工具インターフェースによってクランプされるとき、ワークスピンドルの工具インターフェースホルダの支承領域上に複数の力センサを含み、

力センサによって提供されるセンサ値に基づいて、工具がワークスピンドルの工具インターフェースホルダへの工具インターフェースによってクランプされるときに、工具インターフェースホルダの支承領域における力分布を決定し、

特に、ワークピースの加工中に、スピンドル損傷、ワークピース損傷、および/または工具損傷から保護するための安全制御策を実行する必要性に関して、決定された力分布に基づいて、制御装置上のワークスピンドルの工具インターフェースホルダへの工具インターフェースによって工具がクランプされるときに、ワークスピンドルの工具クランプシステムを監視する、ことを特徴とする制御装置。

【請求項24】

請求項1から22のいずれかに記載の方法を実行させるコマンドを含むコンピュータプログラム製品であって、

数値制御される工作機械のワークスピンドルへの工具インターフェースによって工具がクランプされるときにワークピースの加工を制御するための制御装置のコンピュータによってプログラムが実行され、工具がワークスピンドルの工具インターフェースホルダへの工具インターフェースによってクランプされるときに工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムを監視するための、制御装置のコンピュータによってプログラムが実行されるときに、ワークスピンドルはワークスピンドルの工具インターフェースホルダへの工具インターフェースによってクランプされ、ワークスピンドルはワークスピンドルの工具インターフェースホルダの支承領域上に複数の力センサを備え、ワークスピンドルの力センサのセンサ値は工具がワークスピンドルの工具インターフェースホルダへの工具インターフェースによってクランプされる。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

工具（ツール）が工具インターフェースによって工具インターフェースホルダにクランプされるとき、工具インターフェースによってワークスピンドルにクランプされる工具によってワークピース（工作物）の加工を制御するための制御装置を有する数値制御工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムを監視するための方法および装置であって、ワークスピンドルはワークスピンドルの工具インターフェースホルダの支承領域（ベアリングエリア）上に複数の力センサを有し、工具がワークスピンドルの工具インターフェースホルダ上の工具インターフェースによってクランプされるとき、ワークスピンドルの力センサのセンサ値が制御装置上に提供される方法および装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

工具がワークピースの工具インターフェースホルダに工具インターフェースによってクランプされるとき、工具インターフェースによりワークスピンドルにクランプされる工具を加工するために、数値制御工作機械上の工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムを監視することは、従来技術において知られている。

【0003】

これに関連して、特許文献1によれば、ワークスピンドルはワークスピンドルの工具インターフェースホルダの支承領域に複数の力センサ（例えば、歪みゲージまたは他の力センサ）を有し、工具インターフェースをワークスピンドルの工具インターフェースホルダによって工具がクランプされるときに、ワークスピンドルの力センサのセンサ値を工作機械の制御装置に提供することができるようになっている。

20

【0004】

特に、特許文献1は、幾何学的本体の変形のより正確な決定、または幾何学的本体に作用する力またはモーメントのより正確な測定が行われることによって特定することが意図される場合、力または変形測定センサによって幾何学的本体に作用する力またはモーメントを測定するための手法を示す。

この目的のために、幾何学的本体上に複数の力または変形測定センサを少なくとも2つのグループで配置し、第1のグループの力または変形センサが幾何学的本体に対して静止した座標系に基づいて第1の空間方向に沿って幾何学的本体に加えられる力または変形を幾何学的本体に対して静止した座標系に基づいて検出し、第2のグループの力または変形センサが幾何学的本体に対して静止した座標系に基づいて第2の空間方向に沿って幾何学的本体に加えられる力または変形を検出し、前記第2の空間方向が第1の空間方向とは無関係であり、力または変形センサの信号出力が、信号検出および評価、ならびに異なる空間方向に作用する力または変形成分の決定または評価のために互いに関連して設定されるようにすることが提案される。

30

【0005】

特許文献2によれば、特許文献1によるセンサ構成に基づいて工作機械の動作パラメータを監視することも知られている。特に、特許文献2は、少なくとも第1の軸に沿ってワークピースと工具ホルダを互いに対して移動させるための工具ホルダおよび部材を有するワークピース加工機械の動作パラメータを設定および/または監視するための方法を示している。本発明による方法は工具を装備した工具ホルダの加工作業において、工具とワークピースとの間の相互作用中に工具に発生し、工具ホルダに伝達される以下の測定変数のうちの少なくとも1つの値が工具ホルダに記録され、加工の過程で記録されることを特徴とする。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】ヨーロッパ特許公報EP 2 829 859 A2号明細書

【特許文献2】ヨーロッパ特許公報EP 2 924 526 A1号明細書

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的はワークピース加工の前及び間のワークスピンドルの工具クランプシステムの監視を改善することであり、そして、特に、よりユーザフレンドリーであること、及び/又は加工操作の間に、機械、工具及び/又はワークピースに対して穏やかな方法で加工を実行できるようにすることである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、請求項1による、デバイスの数値制御工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムと、数値制御工作機械のワークスピンドルへの工具インターフェースによってクランプされた工具を用いてワークピースの加工を制御し、請求項23によるデバイスの工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムを監視する制御装置と、かかる制御装置を備えた工作機械と、請求項24によるデバイスの対応するコンピュータプログラムプロダクトとが提供される。従属請求項は、好ましい実施形態に関する。

10

【0009】

一態様によれば、工具が工具インターフェースによってワークスピンドルの工具インターフェースホルダにクランプされるとき、工具インターフェースによってワークスピンドルにクランプされた工具を用いてワークピースの加工を制御するための制御装置を用いて、数値制御工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムを監視するための方法が提供される。

20

【0010】

ここで、ワークスピンドルはワークスピンドルの工具インターフェースホルダの支承領域に複数の力センサを備え、ワークスピンドルの力センサのセンサ値はワークスピンドルの工具インターフェースホルダへの工具インターフェースによってクランプされた工具を有する制御装置に備えられる。

【0011】

工具が力センサによって提供されるセンサ値に基づいて、工具インターフェースを工具インターフェースホルダの工具インターフェースホルダによってクランプされるとき、工具インターフェースホルダの支承領域における力分布を決定すること、および/または、特に、ワークピース加工中のスピンドル損傷、ワークピース損傷、および/または工具損傷から保護するための安全制御策を実行する必要性に関して、決定された力分布に基づいて、制御装置において工具インターフェースをワークスピンドルの工具インターフェースホルダによって工具がクランプされるときに、ワークスピンドルの工具クランプシステムを監視することを含むことも提案される。

30

【0012】

好ましい例示的な態様によれば、本方法は特に工具をクランプした後に、決定された力分布に基づいて、工具がワークスピンドルの工具クランプシステムにクランプされるときに作用する引き込み力を決定することを含む。

40

【0013】

好ましい例示的な態様によれば、この方法は、決定された引き込み力を1つまたは複数の引き込み力限界値と比較すること、および/または決定された引き込み力が引き込み力限界値のうちの少なくとも1つを下回ると決定された場合に安全制御策を実行することを含む。

【0014】

安全制御策を実施することは、好ましくは視覚的及び/又は音響的警告信号を工作機械のオペレータに出力することと、工作機械の1つ、複数又は全ての送り軸の送りを減速又は停止することと、ワークスピンドルのスピンドル速度を低下させること又は工作機械のワークスピンドルを停止することと、工作機械の送り軸を制御して工作機械をワークピースから取り外すことと、及び/又は工作機械で緊急停止を開始することとを含む。

50

【 0 0 1 5 】

好ましい例示的な態様によれば、この方法は、スピンドル速度、工具型、工具サイズ、工具インターフェース、および/または工具インターフェースサイズに応じて、1つまたは複数の引き込み力限界値を設定または決定することを含む。

【 0 0 1 6 】

好ましい例示的な態様によれば、本方法は、制御デバイスのグラフィカル・ユーザ・インターフェースにおいて、決定された引込み力を出力することを含む。

【 0 0 1 7 】

好ましい例示的な態様によれば、この方法は決定された力分布に基づいてクランプされた工具を用いたワークピースの加工中に、特にクランプされた工具を用いたワークピースの加工中に、ワークスピンドルの工具クランプシステムおよび/または工具に動的に作用する軸方向力を決定することを含む。

10

【 0 0 1 8 】

好ましい例示的な態様によれば、方法は決定された軸方向力を1つまたは複数の軸方向力限界値と比較すること、および/または決定された軸方向力が1つまたは複数の軸方向力限界値のうちの少なくとも1つを超えると決定された場合、安全制御策を実行することを含む。

【 0 0 1 9 】

好ましい例示的な態様によれば、この方法は、引込み力、スピンドル速度、工具型、工具サイズ、工具インターフェース、および/または工具インターフェースサイズに基づいて、1つまたは複数の軸方向力限界値を設定または決定することを含む。

20

【 0 0 2 0 】

好ましい例示的な態様によれば、方法は、決定された引込み力に基づいて1つまたは複数の軸方向力限界値を設定または決定することを含む。

【 0 0 2 1 】

好ましい例示的な態様によれば、方法は、決定された軸方向力を制御デバイスのグラフィカル・ユーザ・インターフェースに出力することを含む。

【 0 0 2 2 】

好ましい例示的な態様によれば、本方法は決定された力分布に基づいて、クランプされた工具を用いたワークピースの加工中に、特にクランプされた工具を用いたワークピースの加工中に、ワークスピンドルの工具クランプシステムおよび/または工具に動的に作用する半径方向トルクを決定することを含む。

30

【 0 0 2 3 】

好ましい例示的な態様によれば、この方法は、決定された半径方向トルクを1つまたは複数の半径方向トルク限界値と比較すること、および/または決定された半径方向トルクが1つまたは複数の半径方向トルク限界値のうちの少なくとも1つを超えると決定された場合に安全制御策を実行することを含む。

【 0 0 2 4 】

好ましい例示的な態様によれば、この方法は、引込み力、スピンドル速度、工具型、工具サイズ、工具インターフェース、および/または工具インターフェースサイズに基づいて、1つまたは複数の半径方向トルク限界値を設定または決定することを含む。

40

【 0 0 2 5 】

好ましい例示的な態様によれば、方法は、決定された引き込み力に基づいて、または決定された引き込み力に対応する臨界曲げモーメントおよび/またはリフトオフトルクに基づいて、特に工具インターフェースタイプおよび/または工具インターフェースサイズに基づいて、1つまたは複数の半径方向トルク限界値を設定または決定することを含む。

【 0 0 2 6 】

好ましい例示的な態様によれば、本方法は、決定された半径方向トルクを制御装置のグラフィカル・ユーザ・インターフェースに出力することを含む。

【 0 0 2 7 】

50

好ましい例示的な態様によれば、安全制御策の伝導は、視覚的および/または音響的警告信号を工作機械オペレータに出力すること、工作機械の1つ、複数またはすべての送り軸の送りを減速または停止すること、ワークスピンドルのスピンドル速度を低減すること、または工作機械のワークスピンドルを停止すること、工作機械の送り軸を制御して工作機械をワークピースから離すこと、および/または工作機械で緊急停止を開始することを含む。

【0028】

好ましい例示的な態様によれば、工具をワークスピンドルの工具インターフェースホルダでクランプした後、クランプ状態に影響を及ぼす干渉物体、特に汚れまたは切屑（チップ）が、工具インターフェースホルダの支承領域とクランプされた工具の工具インターフェースの対応する支承領域との間に存在するかどうか、決定された力分布に基づいて決定される。

10

【0029】

好ましい例示的な態様によれば、この方法は決定された力分布に基づいて、クランプ状態に影響を及ぼし、クランプ状態に影響を及ぼす1つまたは複数の干渉物体が、工具インターフェースホルダの支承領域と、クランプされた工具の工具インターフェースの対応する支承領域との間に存在することが決定された力分布に基づいて決定される場合、工具インターフェースホルダの支承領域と、クランプされた工具の工具インターフェースの対応する支承領域との間に存在する、1つまたは複数の干渉物体の位置を決定する。

20

【0030】

好ましい例示的な態様によれば、クランプされた工具の工具インターフェースの支承領域は工具インターフェースの基準点に関してセクタに分割され、干渉物体が存在する工具インターフェースの支承領域の1つまたは複数のセクタは決定された力分布に基づいて1つまたは複数の既存の干渉物体の位置を決定するときに決定される。

【0031】

好ましい例示的な態様によれば、工具インターフェースの支承領域のセクタは工具インターフェースの平坦な接触領域上の複数のセクタを含み、かつ/または工具インターフェースの支承領域のセクタは、工具インターフェースの円錐接触領域上の複数のセクタを含む。

30

【0032】

好ましい例示的な態様によれば、制御装置は、工具インターフェースホルダの支承領域とクランプされた工具の工具インターフェースの対応する支承領域との間に存在する1つまたは複数の干渉物体の決定された位置を示す位置データを出力するように設計される。

【0033】

好ましい例示的な態様によれば、この方法は、1つまたは複数の既存の干渉物体の決定された位置を制御デバイスのグラフィカル・ユーザ・インターフェースに出力することを含む。

【0034】

別の例示的な態様は、数値制御された工作機械のワークスピンドルの工具インターフェースによってクランプされた工具によりワークピースの加工を制御し、工具が工具インターフェースホルダに工具インターフェースによってクランプされたとき工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムを監視する制御装置を提案し、ワークスピンドルは工具インターフェースホルダの工具インターフェースホルダの支承領域に複数の力センサを有し、ワークスピンドルの工具ホルダの工具インターフェースによりクランプされた工具を用いて制御装置に設けられたワークスピンドルの力センサの値と、工具インターフェースをワークスピンドルの工具ホルダの工具インターフェースホルダにクランプされたとき工具インターフェースホルダの支承領域の力分布を決定し、工具クランプシステムがワークスピンドルによってクランプされたとき工具クランプシステムを監視する制御装置を提案する。制御装置におけるワークスピンドルの工具インターフェースホルダへの工具インターフェースは、決定された力分布に基づいて、特にワークピース加工中のスピンドルの

40

50

損傷、ワークピースの損傷及び/又は工具の損傷を防止するための安全制御策を実行する必要性に関して、決定される。

【0035】

別の例示的な態様によれば、数値制御された工作機械のワークスピンドルへの工具インターフェースによってクランプされた工具を用いてワークピースの加工動作を制御し、工具がワークスピンドルの工具インターフェースホルダへの工具インターフェースによってクランプされるときに工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムを監視するための制御装置のコンピュータによってプログラムが実行されるときに、ワークスピンドルがワークスピンドルの工具インターフェースホルダへの工具インターフェースによってクランプされ、ワークスピンドルがワークスピンドルの工具インターフェースホルダへの工具インターフェースによってクランプされるときに、ワークスピンドルの工具インターフェースホルダの支承領域上に複数の力センサを有するとき、ワークスピンドルの力センサのセンサ値が制御装置上。

10

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】数値制御工作機械の概略的で例示的な一実施形態を示している図である。

【図2】工作機械のワークスピンドルにクランプされた工具の模式図である。

【図3】本発明の一実施形態による、工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムを監視するための例示的な方法の例示的なフローチャートを示している。

【発明を実施するための形態】

20

【0037】

以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。しかし、本発明は、記載された実施形態に限定されない。本発明は、特許請求の範囲によって規定される。実施形態の同じまたは等しい特徴は、同じ参照符号で図面に示されている。

図1は、数値制御工作機械100の模式的な例示的な構成を示している。

【0038】

工作機械100は、一例として、例示的なワークピースクランプテーブル150が配置されたマシンベッド110を備え、マシンベッド110はマシンベッド110上で直線的に移動可能な1つ以上のスライド、および/または1つ以上の回転駆動可能な回転軸またはスイベル軸を備えることができ、その上にワークピースWSをクランプすることができる。

30

【0039】

工作機械100はまた、例えば、ワークスピンドル140を備えたスピンドルキャリア130が配置された機械スタンド120を含み、スピンドルキャリア130は機械スタンド120上で直線的に移動することができ、かつ/または1つ以上の回転駆動可能な回転軸またはスイベル軸を有することができる1つ以上のスライドを含むことができる。一例として、工作機械100は、5軸または6軸工作機械として設計することができる。

【0040】

工具WZ、例えばフライス工具またはドリル工具は、例えばスピンドル140上の工具インターフェース200によって、クランプされる。工具インターフェース200は、中空シャンクテーパ、急勾配テーパ、多角形シャンクテーパ、モールステーパ、または他の形式で知られている工具インターフェースとして設計することができる。

40

【0041】

工作機械100は、スクリーン161(場合によってはタッチモニタとして設計される)と、例えばキーボード、コンピュータマウス、ノブ、または回転ノブを介してオペレータの制御コマンドまたは操作コマンドを入力するための入力フィールド162とを有するコンピュータ化された制御装置160も備える。さらに、制御装置160はデータを記憶し、例えばプロセッサによってコンピュータ支援方法を実行するためのデータ処理装置163を備える。

【0042】

制御装置160は必要であれば、NC制御データに基づいて、クランプされたワークピースWSに対するクランプされた工具WZの相対運動を制御し、工作機械のアクチュエータ(例えば

50

、軸駆動装置)を制御し、工作機械100のセンサのセンサ信号を読み出すように設定される。

【0043】

図2は、工作機械のワークスピンドルにクランプされた工具の模式図である。

ワークスピンドル140は、工具インターフェース200がクランプされる工具インターフェースホルダ141を備え、工具インターフェース200に工具WZが取り付けられるか、または締結される。

【0044】

工具インターフェースホルダ141の、工具インターフェース200の支承領域がクランプされた状態で載置される支承領域は、複数の力センサ142aおよび142bを備え、これらの力センサは例えば、歪みゲージとして設計することができる。

【0045】

力センサ142bは工具インターフェースホルダ141の支承領域の平坦コンタクト141bの1つのセクションに配置され、力センサ142aは工具インターフェースホルダ141の支承領域のコーンコンタクト領域141aの1つのセクションに配置される。力センサ142aおよび142bを使用して、クランプされた状態で、特に、工具インターフェース200の平坦な接触領域および円錐接触領域で、工具インターフェース200の支承領域上の力分布を決定することができる。

【0046】

図3は、本発明の一実施形態による、工作機械のワークスピンドルの工具クランプシステムを監視するための例示的な方法の例示的なフローチャートを示す。

【0047】

ステップS301では、工具インターフェース200により、工作機械100のワークスピンドル140の工具インターフェースホルダ141に工具WZを挿入し、ステップS302でワークスピンドル140にクランプする。

【0048】

ステップS303では、力センサ142aおよび142bのセンサ信号がワークスピンドル140の工具インターフェースホルダ141で読み出されるか、または制御装置160で利用可能にされる。

【0049】

ステップS304において、ワークスピンドル140の工具インターフェースホルダ141における複数の力センサ142aおよび142bのセンサ信号に基づいて、制御装置160において力分布が決定され、それに基づいて、軸方向(すなわち、スピンドル軸方向)に作用する力および半径方向に作用する力またはトルクを決定することができる。

【0050】

また、任意の非対称性について決定された力分布をチェックし、それによって、工具インターフェース200がワークスピンドル140の工具インターフェースホルダ141に正確にクランプされているか、工具インターフェースホルダ141の支承領域141aと141bとクランプ工具WZの工具インターフェースホルダ141との間の工具インターフェースホルダ141をクランプした後に、クランプ工具WZの工具インターフェースホルダ200の対応する支承領域との間に干渉物体、特にチップまたは他の汚染物が存在し、クランプ状態に影響を及ぼし、または妨害するかどうかについて結論を導くことも有利に可能である。

【0051】

例示的なステップS305では、ステップS304で決定された力分布に基づいて、例えば、決定された非対称性に基づいて、工具インターフェースホルダ141の支承領域141aおよび141bと工具インターフェース200の対応する支承領域との間に工具WZをクランプした後に、干渉物体、すなわち、特にチップまたは他の汚染物が存在する可能性があるかどうかを検出することができるかどうか決定される。ここで、10 μm以下の干渉物体サイズの範囲まで、チップまたは汚染を検出することが可能である。

【0052】

10

20

30

40

50

ステップS305がYESの場合、ステップS304で決定された力分布に基づいて、工具インターフェースホルダ141の接触領域141aおよび141bと工具インターフェース200の対応する支承領域との間の1つまたは複数の干渉物体の位置が決定される。

【0053】

かくして、この方法は決定された力分布に基づいて、クランプ状態に影響を及ぼし、工具インターフェースホルダ141の支承領域とクランプされた工具WZの工具インターフェース200の対応する支承領域との間に存在し、クランプ状態に影響する1つ以上の干渉物体が、工具インターフェースホルダの支承領域とクランプされた工具の工具インターフェースの対応する支承領域との間に存在すると決定される場合、クランプされた工具インターフェースホルダ141の支承領域とクランプされた工具WZの対応する支承領域との間に存在する1つ以上の干渉物体の位置を決定するステップS306を含む(ステップS305はYES)。

10

【0054】

検出された干渉物体の位置を決定した後、制御装置は検出された干渉物体の決定された位置を位置データに記憶し、位置データを出力するように構成される(ステップS307)。

【0055】

さらに、ステップS308において、工具WZまたは工具インターフェース200は、ワークスピンドル140の工具インターフェースホルダ141からクランプ解除され、ステップS309において清掃のために取外され得る。これは、オペレータによって、または工作機械100の工具交換装置によって手動で行うことができる。

【0056】

工具インターフェース200及び/又は工具インターフェースホルダ141又は対応する支承面を清掃した後、工具は例えば、工具インターフェース200及び/又は工具インターフェースホルダ141を清掃した後、ステップS301～S305を再度実行するために、スピンドル140上で再使用することができる。

20

【0057】

オペレータが工具インターフェース200及び/又は工具インターフェースホルダ141を清掃することを容易にするために、位置データは検出された干渉物体の決定された位置をオペレータに示すために、例えば、制御装置160の表示装置(画面)161上の視覚的表示によっても出力することができる。

【0058】

好ましい実施形態では、クランプされた工具WZの工具インターフェース200の支承領域がこの目的のために、工具インターフェース200の基準点に対するセクタに分割することができ、ステップS306において、決定された力分布に基づいて存在する1つまたは複数の干渉物体の位置を決定するとき、干渉物体が存在する工具インターフェースの支承領域の1つまたは複数のセクタが決定される。

30

【0059】

その結果、例えばモニタ161上の制御装置160のグラフィカル・ユーザ・インターフェースはクランプされた工具WZ干渉物体の工具・インターフェース200の支承領域のどのセクタが存在するかをオペレータに示すことができ、その結果、オペレータは、この/これらのセクタをクリーニングするか、または干渉物体についてより効率的にそれらを検査することができる。

40

【0060】

好ましい例示的な態様によれば、工具インターフェースの支承領域のセクタはここでは工具インターフェースの平坦な接触領域上にいくつかのセクタを含み、および/または工具インターフェースの支承領域のセクタは、工具インターフェースの円錐接触領域上に複数のセクタを含む。

【0061】

セクタは、ここでは好ましくはオペレータによって識別可能な工具インターフェース200の基準点に関して示される。そのような基準点は例えば、カラーマーキングまたはシェーピングまたは隆起(例えば、溝または隆起)によって、工具インターフェース200上に視

50

覚的に配置することができる。いくつかの工具インターフェースタイプの場合、そのような基準点は既に存在することができ、溝の場合、例えば、「ドイツの角 (German corner)」として専門家によっても知られている基準溝が知られている。

【 0 0 6 2 】

清掃後にステップS301～S305が繰り返される場合、または干渉物体が存在しない場合には、ステップS305がNOである場合にはステップS304で決定された力分布に基づいて、軸方向(すなわち、スピンドル軸方向)に作用する引込み力FEが測定または決定される(ステップS310)。

【 0 0 6 3 】

ステップS311において、制御装置160は決定された引込み力FEが引込み力限界値を下回るか否かを判定し、引込み力FEが引込み力限界値を下回ると判定された場合(ステップS311でNO)、工具WZまたは工具インターフェース200はスピンドル140でクランプ解除され(必要に応じて、例えば、ステップS309と同様に)、スピンドルメンテナンスを実行することができる。この目的のために、制御装置160のグラフィカル・ユーザ・インターフェースは工具をクランプするときに、処理の安全性を保證する必要な引込み力をクランプシステム上でもはや達成することができないので、スピンドルの保守が必要であることをオペレータに示すことができる。

10

【 0 0 6 4 】

ステップS311が決定された引込み力FEが引込み力限界値よりも大きいことを示す場合(ステップS311がYES)、ステップS314において、一例として、1つまたは複数のさらなる限界値、特に、加工中に生じる最大曲げモーメント(半径方向に作用するトルク)および/または加工中に生じる軸方向に作用する力(すなわち、スピンドル軸方向)の限界値が決定される。

20

【 0 0 6 5 】

これは、様々なパラメータに応じて制御装置のメモリに記憶された限界値テーブルに基づいて行うこともできる。

【 0 0 6 6 】

ここで、限界値は様々な仕様、例えば、スピンドルまたは支承領域の過度の摩耗または損傷を回避するために、スピンドルに対する過度のスピンドル負荷またはスピンドル支承部負荷を回避する条件下で、加工中(半径方向に作用するトルク)に生じる最大曲げモーメントの限界値、および/または加工中(すなわち、スピンドル軸方向)に生じる軸方向に作用する。

30

【 0 0 6 7 】

さらに、加工中に生じる最大曲げモーメント(半径方向に作用するトルク)および/または加工中に生じる軸方向に作用する力(すなわち、スピンドル軸方向)の限界値を設定することが可能であり、これらの限界値は工具に対する損傷(例えば、切刃の破損または工具の破損)を回避するために、および/または工具インターフェースにおける過剰な半径方向モーメントを回避するために、および/または、特に、クランプされた工具インターフェースが工具インターフェース支持体の平坦な接点から持ち上がることを防止するために、工具インターフェースにおける半径方向に作用する曲げモーメントを工具インターフェースの臨界曲げモーメントまたは持ち上げモーメントよりも低く維持する。特に、発生する最大曲げモーメント/半径方向モーメントの1つ以上の限界値は好ましくは工具インターフェースのサイズおよび/または型に基づいて、および/または好ましくはステップS310で決定された引き込み力FEに従って、設定することができ、特に、異なる工具インターフェースは異なるサイズおよび異なる引き込み力で異なる臨界曲げモーメントまたは異なる持ち上げモーメントを有するからである。

40

【 0 0 6 8 】

調査に基づいて、加工操作は18 kNを超える引込み力で実行されるべきであることが示唆されている。しかしながら、例えば、サイズHSK 63を有する工具インターフェースHSK(中空シャンクコーン)ではリフトオフトルクが18 kNの引込み力で約450 NMであり、リフト

50

オフトルクは24 kNの引込み力で約540 NMであり、その結果、より高い引込み力ではより高い曲げモーメントも可能であり、より低い引込み力と比較して、より高い半径方向トルク限界値を設定することができる。これは他の工具インターフェースサイズに対しても定性的に正しいが、異なる値である。サイズHSK 100および40 kNの引き込み力を有するHSK 工具インターフェース(中空シャンクテーパ)の場合、リフトオフトルクは約1120 NMであり、55 kNの引き込み力の場合、リフトオフトルクは約1400 NMである。したがって、半径方向トルクの限界値は好ましくは使用される工具インターフェースおよびそのサイズに基づいて設定されるが、決定された引き込み力FEに基づいて依然として好ましい。

【0069】

異なる限界値はここでは特定の工具に対して、特定の工具インターフェース又はそれらのサイズに対して指定することができ、これらの工具インターフェース又はそれらのサイズは異なる値に位置することもでき、必要であれば、それぞれの限界値を超えたときに自動的に実行することができ/実行すべきで異なる格納された安全対策を用いて、ワークピースの加工中に同時である。限界値はオペレータによって手動で、例えば、グラフィカル・ユーザ・インターフェース上に表示される限界値(必要に応じて提案される)を適合させることによって、または実行されるべき適切な安全対策を選択することによって、またはそれらを自身でプログラミングすることによって、再調整することもできる。

10

【0070】

例えば、各工具インターフェースタイプおよび各インターフェースサイズ(例えば、ロックアップテーブルとして)についてのそれぞれの割り当てデータを予め記憶することが可能であり、これは引き込み力に基づいて臨界曲げモーメントまたはリフトオフモーメントを示し、必要であれば、整合する(より小さいまたはかなり小さい)半径方向モーメント限界値を示し、これは必要であれば、オペレータによってさらに調整され得る。

20

【0071】

スピンドルおよび/またはスピンドルベアリングを保護するために、またはワークピースを保護するために、さらなる限界値を指定または設定することもできる。

【0072】

限界値を超えたときに制御装置によって適切に実行されるべき任意の安全対策は例えば、以下の安全対策を含むことができる。

視覚的及び/又は聴覚的警報を、例えばグラフィカル・ユーザ・インターフェースを介して工作機械のオペレータに出力すること。

30

工作機械の1つ、複数、またはすべての送り軸の送りを減速しおよび/または停止すること。

ワークスピンドルのスピンドルスピードを低減し、及び/又は工作機械のワークスピンドルを停止すること。

工作機械の送り軸を制御して、工具をワークピースから取り外すこと。

工作機械で非常停止を開始すること。

【0073】

適切な限界値を決定した後、必要であれば、オペレータの仕様または設定に従って、またはテスト動作(いわゆるティーチングイン)において予め決定された限界値に基づいて、ワークピース加工がステップS315で開始される。

40

【0074】

決定された力分布は、ステップS316において、力センサからのセンサ信号の連続的または繰り返しの検索、および軸方向に作用する力または半径方向に作用する曲げモーメントの力分布の決定または監視によって監視することができる。

【0075】

半径方向曲げモーメントまたは軸方向に作用する力が対応する限界値の1つを超える場合(ステップS317がYES)、制御装置はスピンドル、工具、および/またはワークピースを保護するために、限界値またはパラメータに割り当てられた対応する安全対策を自動的に実行する。

50

【 0 0 7 6 】

この場合、限界値は送り速度またはスピンドル速度に基づいて、例えば、速度が増加することにつれてより高い限界値などによって、任意の指定された限界値テーブルまたは限界値テーブルに従って動的に調整することもできる。

【 0 0 7 7 】

ワークピースを加工するときに動的に生じる軸方向力の決定の精度を監視するために、引込み力FEを決定した後に、軸方向に測定された力をゼロまたはリセットに較正して、引込み力を超えて軸方向に作用する力をより高い精度で測定することができ、それらを追加的に生じる軸方向力としてオペレータに直接表示することができるようにすることができる。

10

【 0 0 7 8 】

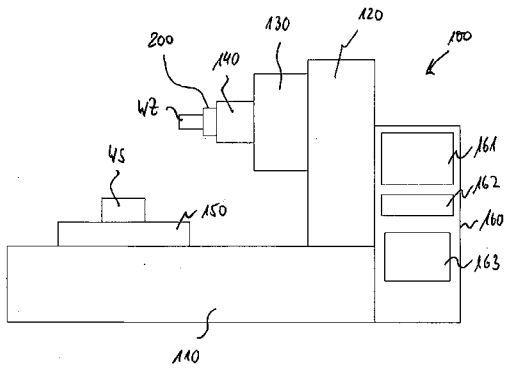
したがって、本発明はワークピース加工中に工作機械のスピンドルのクランプシステム上の半径方向トルクまたは軸方向力の有利な動的監視に関し、工具特有、工具インターフェース特有、ワークピース特有の条件、およびスピンドル状態に依存する条件に応じて、スピンドル、スピンドル支承部、工具、工具インターフェース、およびワークピースへの損傷を回避するために、パラメータの動的に適合され、場合によっては最適にプリセットされる。

【 符号の説明 】

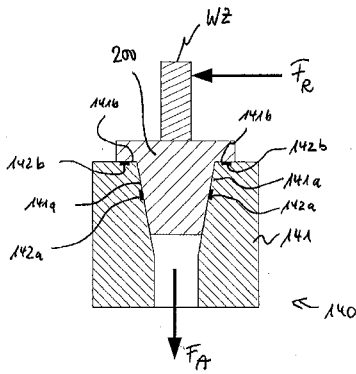
【 0 0 7 9 】

1 0 0	数値制御工作機械	20
1 1 0	マシンヘッド	
1 3 0	スピンドルキャリア	
1 4 0	ワークスピンドル	
1 4 1	工具インターフェースホルダ	
1 4 1 a、b	支承領域（ベアリングエリア）	
1 4 2 a、b	力センサ	
1 5 0	テーブル	
1 6 0	制御装置	
2 0 0	工具インターフェース	
W S	ワークピース	30
W Z	工具（ツール）	
F E	引込み力	

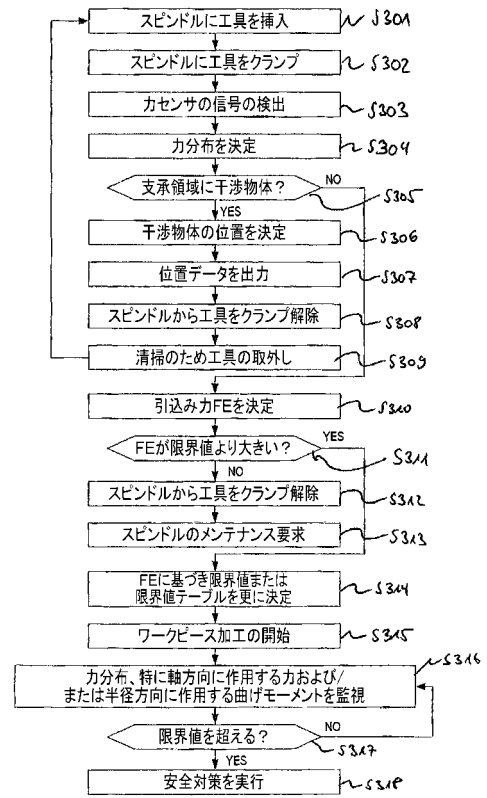
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3C029 EE05 FF01 FF02
3C032 FF04
3C269 AB03 AB05 BB11 CC01 CC07 CC15 MN07 MN26 MN29 PP02
PP03 QC03 QD02 QD05 QE08 QE23 QE37

【外国語明細書】

2019175436000001.pdf