

(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2018-24063
(P2018-24063A)

(43) 公開日 平成30年2月15日(2018.2.15)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
B 2 3 Q	11/00	(2006.01)	B 2 3 Q	11/00	A	3 C 0 1 1
B 2 3 B	19/02	(2006.01)	B 2 3 B	19/02	A	3 C 0 4 5
B 2 3 Q	17/12	(2006.01)	B 2 3 Q	17/12		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2016-157968 (P2016-157968)
(22) 出願日 平成28年8月10日 (2016.8.10)

(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 100078721
弁理士 石田 喜樹
(74) 代理人 100121142
弁理士 上田 恭一
(72) 発明者 川田 直樹
愛知県丹羽郡大口町下小口5丁目25番地の1 オークマ株式会社内
(72) 発明者 小池 一成
愛知県丹羽郡大口町下小口5丁目25番地の1 オークマ株式会社内
Fターム(参考) 3C011 AA04 AA06
3C045 FD20

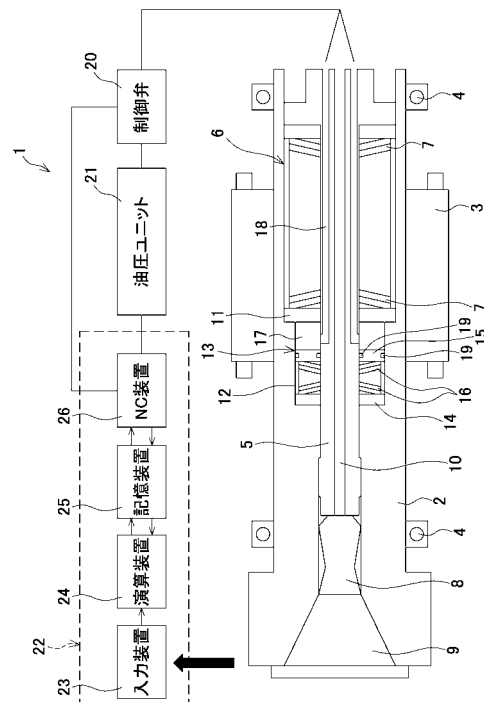
(54) 【発明の名称】 工作機械の主軸装置

(57) 【要約】

【課題】加工条件の変更を伴うことなく効果的な振動抑制を行う。

【解決手段】主軸装置1は、工具が着脱可能で、ハウジング内で軸受4、4を介して回転可能に支持される主軸2と、主軸2を回転させるモータ3と、モータ3を制御する制御装置22とを含んでなり、さらに、主軸2内に設けられ、主軸2の回転軸方向で前後移動可能な制振カラー15と、主軸2の回転速度及び工具の寸法を含む加工条件と、軸受4の支持剛性及び減衰係数を含む軸受特性とに基づいて主軸2の振動形態を解析する演算装置24と、演算装置24の解析結果に基づいて制振カラー15を回転軸方向の初期位置へ移動させる移動手段(皿バネ16、加圧室17、圧油供給路18、制御弁20、油圧ユニット21、NC装置26)とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

工具が着脱可能で、ハウジング内で軸受を介して回転可能に支持される主軸と、前記主軸を回転させるモータと、前記モータを制御する制御装置とを含んでなる工作機械の主軸装置であって、

前記主軸内に設けられ、前記主軸の回転軸方向で前後移動可能な制振部材と、

前記主軸の回転速度及び前記工具の寸法を含む加工条件と、前記軸受の支持剛性及び減衰係数を含む軸受特性とに基づいて前記主軸の振動形態を解析する振動解析手段と、

前記振動解析手段の解析結果に基づいて前記制振部材を前記回転軸方向での所定位置へ移動させる移動手段とを備えることを特徴とする工作機械の主軸装置。

10

【請求項 2】

加工中に前記主軸に発生した振動を検知する振動検知手段をさらに備え、前記振動解析手段は、前記振動検知手段によって検知された加工中の振動を解析し、前記移動手段は、前記振動解析手段の解析結果に基づいて前記制振部材を前記所定位置と異なる位置へ移動させることを特徴とする請求項 1 に記載の工作機械の主軸装置。

【請求項 3】

前記制振部材は、前記主軸内に形成された中空部内へ前後移動可能に收容され、前記移動手段は、前記中空部内に設けられ、前記制振部材を前後何れか一方側へ付勢する付勢手段と、前記制振部材を挟んで前記付勢手段の反対側に形成され、流体が供給される加圧室と、前記加圧室への流体圧を調整可能な流体圧調整機構とを含んでなることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の工作機械の主軸装置。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、加工中に発生する振動を抑制することができる工作機械の主軸装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

工具又はワークを回転させながら加工を行う工作機械においては、加工中にいわゆるびびり振動が発生して、加工面の仕上げ精度の悪化、工具摩耗、工具欠損といった問題が生じる。このようなびびり振動を抑制する方法として、例えば特許文献 1 には、振動センサ等によって検出された時間領域の振動に基づいて、びびり振動の発生を検出すると、 k 値及び位相情報を用いて最適回転速度を算出すると共に、位相情報からびびり振動の種類を特定し、過去に特定したびびり振動と異なるびびり振動が発生した場合には、 k 値を変更して最適回転速度を算出し直す発明が開示されている。また、特許文献 2 には、主軸を支持するハウジングに、ハウジングと主軸との隙間に油を周方向の三箇所以上から供給する機構を設け、変位センサにより検出された主軸の径方向の振動方向に応じて油圧及び油量を変更することで主軸の振動を抑制する発明が開示されている。

30

【先行技術文献】**【特許文献】**

40

【0003】

【特許文献 1】特許第 4 7 4 3 6 4 6 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 1 1 - 2 3 5 4 0 4 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

特許文献 1 の発明においては、振動抑制に回転速度等の加工条件の変更を伴うため、加工精度の低下や加工時間の延長に繋がるおそれがある。特許文献 2 の発明においては、油圧供給の方向が一定で変更できないため、発生した振動によっては効果的な減衰が行えない場合がある。

50

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、加工条件の変更を伴うことなく効果的な振動抑制を行うことができる工作機械の主軸装置を提供することを目的としたものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、工具が着脱可能で、ハウジング内で軸受を介して回転可能に支持される主軸と、前記主軸を回転させるモータと、前記モータを制御する制御装置とを含んでなる工作機械の主軸装置であって、

前記主軸内に設けられ、前記主軸の回転軸方向で前後移動可能な制振部材と、前記主軸の回転速度及び前記工具の寸法を含む加工条件と、前記軸受の支持剛性及び減衰係数を含む軸受特性とに基づいて前記主軸の振動形態を解析する振動解析手段と、前記振動解析手段の解析結果に基づいて前記制振部材を前記回転軸方向での所定位置へ移動させる移動手段とを備えることを特徴とする。

10

請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 の構成において、加工中に前記主軸に発生した振動を検知する振動検知手段をさらに備え、前記振動解析手段は、前記振動検知手段によって検知された加工中の振動を解析し、前記移動手段は、前記振動解析手段の解析結果に基づいて前記制振部材を前記所定位置と異なる位置へ移動させることを特徴とする。

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 の構成において、前記制振部材は、前記主軸内に形成された中空部内へ前後移動可能に収容され、前記移動手段は、前記中空部内に設けられ、前記制振部材を前後何れか一方側へ付勢する付勢手段と、前記制振部材を挟んで前記付勢手段の反対側に形成され、流体が供給される加圧室と、前記加圧室への流体圧を調整可能な流体圧調整機構とを含んでなることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、加工条件と軸受特性とに基づいて主軸の振動形態を解析し、その解析結果に基づいて制振部材を所定位置へ移動させるので、加工条件を変更することなく、制振部材による減衰効果を発揮させて効果的な振動抑制を行うことができる。

特に、加工中に発生した振動を解析し、その解析結果に基づいて制振部材を所定位置と異なる位置へ移動させることで、加工中に主軸の固有振動数を変動させ続けて振動を効果的に抑制することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】工作機械の主軸装置の説明図である。

【図 2】制振カラーの位置制御のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。

図 1 は、マシニングセンタ等の工作機械に設けられる主軸装置の一例を示す説明図である。この主軸装置 1 において、2 は主軸で、モータ 3 によって図示しないハウジング内で軸受 4 , 4 を介して回転可能に支持される。この主軸 2 は中空となっており、軸心にはドロワー 5 が、進退動可能且つ主軸 2 内の後部に設けられた皿パネ 7 , 7 . . . を用いた押圧機構 6 によって後退位置に付勢された状態で設けられている。このドロワー 5 は、後退位置で主軸 2 の前部に設けたチャック機構 8 をクランプ動作させて主軸 2 先端で工具ホルダ 9 をクランプするもので、図示しない油圧機構によって前進することでチャック機構 8 をアンクランプ動作させる。10 は、ドロワー 5 の軸心に設けられた冷却液供給路である。

40

【 0 0 1 0 】

また、主軸 2 内で押圧機構 6 の前側には、押圧機構 6 の前端に位置する仕切板 11 で仕切られる中空部 12 が同軸で形成されて、その中空部 12 内に、制振機構 13 が設けられている。この制振機構 13 は、ドロワー 5 が貫通して中空部 12 の前端に固定される固

50

定カラー 14 と、その後方でドロワー 5 が貫通して軸方向へ移動自在な制振部材としての制振カラー 15 と、固定カラー 14 と制振カラー 15 との間に介在されて制振カラー 15 を後方へ付勢する付勢手段としての複数の皿バネ 16 , 16 . . . と、制振カラー 15 の後方で仕切板 11 との間に形成される加圧室 17 とからなる。冷却液供給路 10 の外側でドロワー 5 内には、ドロワー 5 の前後ストロークの範囲に亘って前端が加圧室 17 と連通する圧油供給路 18 が形成されている。

制振カラー 15 は、円筒形状の鋼材からなり、内周及び外周には、リング状の溝が形成されて、各溝に樹脂製のシール部材 19 , 19 が組み込まれて、加圧室 17 をシールしている。

【0011】

圧油供給路 18 は、制御弁 20 を介して油圧ユニット 21 に接続されており、油圧ユニット 21 から送られる圧油が圧油供給路 18 を介して加圧室 17 に供給される。よって、皿バネ 16 , 16 . . . による付勢力と、加圧室 17 からの油圧とがバランスする位置で制振カラー 15 の前後位置が決定される。そして、加圧室 17 からの油圧の変更により、制振カラー 15 を軸方向へ前後移動させることで、主軸 2 の曲げ剛性と減衰特性とを可能となっている。

【0012】

次に、主軸装置 1 の制御系について説明する。

22 は制御装置で、ここには入力装置 23 と、演算装置 24 と、記憶装置 25 と、NC 装置 26 とが設けられている。

入力装置 23 は、オペレータによって主軸 2 の回転速度や工具寸法等の加工条件が入力可能であると共に、ハウジングに設けた図示しない振動センサ等の振動検知手段からの振動検知信号が入力可能となっている。

振動解析手段としての演算装置 24 は、入力装置 23 から入力される回転速度と工具寸法とを含む加工条件及び、記憶装置 25 に記録された後述する解析用データに基づいて主軸 2 の振動形態を解析し、解析した振動形態と皿バネ 16 のばね定数とから、制振カラー 15 を最大限に減衰効果を発揮する位置に移動させるための加圧室 17 への油圧を決定する。また、振動センサからの振動を解析してびびり振動の発生の有無も判定する。

【0013】

記憶装置 25 は、主軸 2 の形状、軸受 4 の支持剛性及び減衰係数を含む軸受特性、皿バネ 16 のばね定数等からなる解析用データを予め記憶すると共に、演算装置 24 で決定された油圧を記憶する。併せて加工プログラムも記憶する。

NC 装置 26 は、記憶装置 25 に記憶された加工プログラムに従ってモータ 3 等の制御を行うと共に、加圧室 17 が記憶装置 25 に記憶された油圧となるように制御弁 20 を制御する。ここでは圧油供給路 18、制御弁 20、油圧ユニット 21、NC 装置 26 が本発明の流体圧調整機構となり、これに皿バネ 16 を含めた構成が制振カラー 15 の移動手段となっている。

【0014】

以上の如く構成された主軸装置 1 において、制御装置 22 は、上述した解析用データに基づいて主軸 2 の振動形態を解析し、解析した振動形態と皿バネ 16 のばね定数とから、制振カラー 15 を移動させて制振効果を発揮させる位置制御を実行する。以下、制振カラー 15 の位置制御を、図 2 のフローチャートに基づいて説明する。

まず、S1 で、入力装置 23 により、主軸 2 の回転速度と工具寸法とが入力されて加工条件が設定される。

次に、S2 で、演算装置 24 が、入力装置 23 から入力される加工条件と、記憶装置 25 に記憶された解析用データとに基づいて主軸 2 の振動形態を解析して記憶装置 25 へ記憶する。

【0015】

次に、S3 で、解析した振動形態と皿バネ 16 のばね定数とから、制振カラー 15 を最大限に減衰効果を発揮する位置に移動させるための加圧室 17 へ付加する油圧を算出し、

10

20

30

40

50

記憶装置 25 へ記憶する。

そして、S4 で、NC 装置 26 が、記憶装置 25 に記憶された油圧となるように制御弁 20 へ指令を送り、制振カラー 15 を初期位置へ移動させる。この初期位置は、解析された振動の最大振幅の腹の位置となっている。

【0016】

こうして制振カラー 15 を初期位置へ移動させた後、S5 で加工を開始する。

加工中に S6 でびびり振動を検知すると、S7 で、演算装置 24 が、振動検知手段から得られる主軸 2 の振動や付加情報等を FFT 解析してびびり周波数を特定した後、以下の式 (1) に示すように、特定したびびり周波数 $f_{chatter}$ に任意の係数を乗算することで、制振カラー 15 に付加する油圧の変動周波数 f_{color} を決定する。

$$f_{color} = \cdot f_{chatter} \cdot \cdot (1)$$

次に、S8 で、演算装置 24 から付加油圧の変動周波数を得た NC 装置 26 が、変動周波数に基づいて制御弁 20 を制御して付加する油圧を変化させ、制振カラー 15 を初期位置から前後何れかへスライドさせる。

この制振カラー 15 の移動によって振動形態が変化するため、初期位置で発生したびびり振動が抑制されることになる。

【0017】

その後、S9 で加工終了が確認されると位置制御は終了する。加工終了でない場合は S6 へ戻ってびびり振動の検知を判別し、検知したら再び S7 で付加油圧の振動周波数を決定して S8 で付加油圧を変化させ、制振カラー 15 を直前の位置から前後何れかへスライドさせる。なお、S6 でびびり振動を検知しない場合は、S9 で加工終了を確認し、ここで加工終了でない場合は S6 へ戻って再びびびり振動の検知を判別する。加工終了であれば位置制御を終了する。

【0018】

このように、上記形態の工作機械の主軸装置 1 によれば、主軸 2 内に設けられ、主軸 2 の回転軸方向で前後移動可能な制振カラー 15 と、主軸 2 の回転速度及び工具の寸法を含む加工条件と、軸受 4 の支持剛性及び減衰係数を含む軸受特性とに基づいて主軸 2 の振動形態を解析する演算装置 24 と、演算装置 24 の解析結果に基づいて制振カラー 15 を回転軸方向での所定位置 (初期位置) へ移動させる移動手段 (皿パネ 16、加圧室 17、圧油供給路 18、制御弁 20、油圧ユニット 21、NC 装置 26) とを備えることで、加工条件を変更することなく、制振カラー 15 による減衰効果を発揮させて効果的な振動抑制を行うことができる。

【0019】

特にここでは、加工中に発生したびびり振動を演算装置 24 で解析し、その解析結果に基づいて制振カラー 15 を初期位置と異なる位置へ移動させるので、加工中に主軸 2 の固有振動数を変動させ続けてびびり振動を効果的に抑制することができる。

【0020】

なお、上記形態では、付勢手段である皿パネ 16 を前側に、加圧室 17 を後側に配置しているが、前後逆にしてもよい。付勢手段としては皿パネ以外にコイルパネ等も使用できる。また、加圧室へ供給する流体は油に限らず、空気やガス等の他の流体を使用してもよいし、加圧室への流体の供給路もドローパーに限らず、主軸に設けてもよい。

制振部材も上記形態の制振カラーに限らず、鋼材以外の金属を使用したり、複数の金属を組み合わせたリする変更は可能である。また、ドローパーが貫通するリング状でなく、ドローパーの周囲で同心円上に、球体等の制振部材を主軸の軸方向へ前後移動可能に収容した複数の中空部を設けて、各中空部ごとに付勢手段と加圧室とを設けて制振部材の位置制御を行うことも可能である。

【符号の説明】

【0021】

1・・・主軸装置、2・・・主軸、3・・・モータ、4・・・軸受、5・・・ドローパー、6・・・押圧機構、7, 16・・・皿パネ、12・・・中空部、13・・・制振機構、14・・・固定カラ

10

20

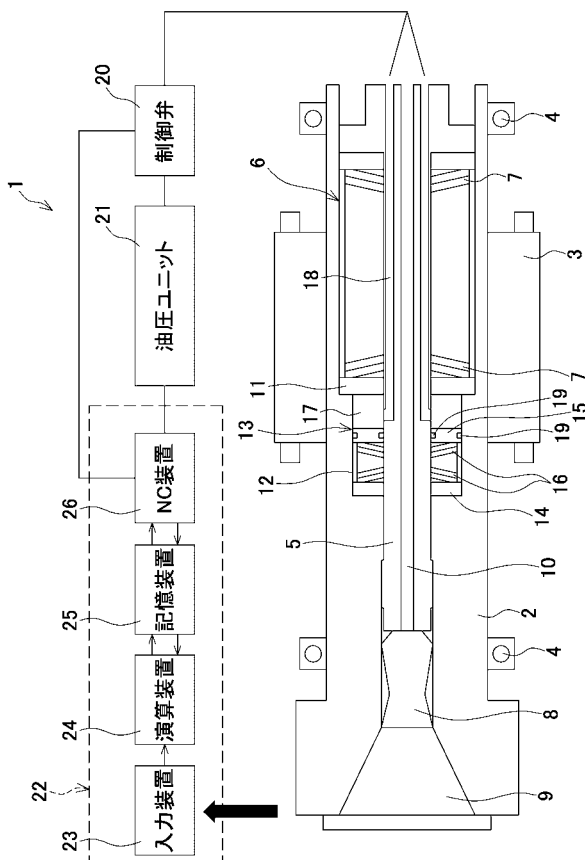
30

40

50

一、15・・・制振カラー、17・・・加圧室、18・・・圧油供給路、19・・・シール部材、
20・・・制御弁、21・・・油圧ユニット、22・・・制御装置、23・・・入力装置、24・・・
演算装置、25・・・記憶装置、26・・・NC装置。

【図1】



【図2】

