

(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2017-13187

(P2017-13187A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B23Q 17/09 (2006.01)	B23Q 17/09 A	3C029
B23Q 17/00 (2006.01)	B23Q 17/00 D	3C269
G05B 19/4062 (2006.01)	G05B 19/4062	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2015-132933 (P2015-132933)	(71) 出願人	000149066
(22) 出願日	平成27年7月1日(2015.7.1)		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	安藤 知治
			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)	3C029 CC03 FF05
			3C269 AB01 AB31 BB07 MN14 MN29
			PP17 QD02 QD03 QE17 QE34

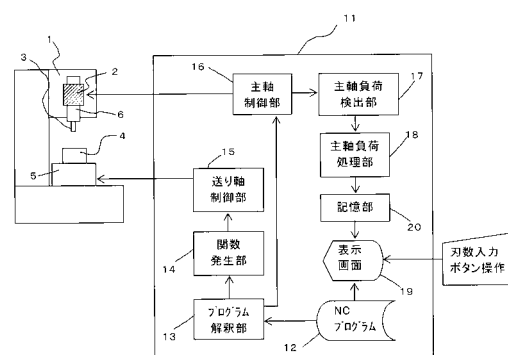
(54) 【発明の名称】 工作機械の主軸負荷モニタ装置

(57) 【要約】

【課題】 予め加工負荷等を設定する必要がなく、主軸への負荷状態を簡単に把握できる工作機械の主軸負荷モニタ装置を提供する。

【解決手段】 複数の刃を備える工具3を主軸6に装着し、主軸6と共に工具3を回転させて被加工材の加工を行う工作機械において、NC装置11は、主軸6の負荷を検出する主軸負荷検出部17と、主軸負荷検出部17で検出した主軸負荷の時間変化を、当該主軸負荷の主軸回転角度に対する変化に変換すると共に、変換した主軸負荷の値を、表示画面19に極座標系で表示する主軸負荷処理部18とを備えてなる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の刃を備える工具を主軸に装着し、前記主軸と共に前記工具を回転させて被加工材の加工を行う工作機械において、前記主軸の負荷を表示するための主軸負荷モニタ装置であって、

前記主軸の負荷を検出する主軸負荷検出手段と、前記主軸負荷検出手段で検出した主軸負荷の時間変化を、当該主軸負荷の主軸回転角度に対する変化に変換する主軸負荷変換手段と、前記主軸負荷変換手段で変換した主軸負荷の値を、表示画面に極座標系で表示する表示制御手段とを備えたことを特徴とする工作機械の主軸負荷モニタ装置。

【請求項 2】

10

前記主軸負荷変換手段は、前記主軸回転角度に対する前記主軸負荷の変化を正規化し、その結果をフーリエ級数展開して 0 次成分と 1 次成分とを除去すると共に、前記 1 次成分のフーリエ係数と刃数である n 次成分のフーリエ係数とを抽出して、前記表示制御手段は、前記 1 次成分のフーリエ係数を工具振れ回りの指標として、前記 n 次成分のフーリエ係数を刃の損傷に関する指標として前記表示画面にそれぞれ表示することを特徴とする請求項 1 に記載の工作機械の主軸負荷モニタ装置。

【請求項 3】

前記極座標系の主軸負荷の値を逐次記憶する記憶部を備え、前記表示制御手段は、記憶した前記主軸負荷を複数重ねて前記表示画面に表示す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負荷モニタ装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、主軸に装着した工具を回転させながらワークの加工を行う工作機械において、主軸に対する負荷をモニタするための主軸負荷モニタ装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

工具を回転させてワークを切削加工する工作機械において、工具に損傷が生じると、ワークを希望通りの形状に加工できない加工不具合が発生する。加えて、工具の損傷によりワークが除去できない状況で送り軸が動作し続けると、工具とワークとが衝突する状況になり、機械が損傷を受けることになる。このため工具の状態を最も表していると考えられる主軸モータの負荷を NC 装置のモニタに表示し、機械オペレータが切削状態の良否を判断したり、機械が主軸負荷を監視して送り軸を停止するなどといったことが一般的に行われている。

30

例えば特許文献 1 には、主軸モータの負荷を表示装置にアナログ表示する際に、負荷値に応じて特定の領域に色分けして棒グラフで表示する方法が開示されている。これにより負荷の状態を色で直感的に把握できる。特許文献 2 には、切削動力計で加工負荷の平均値を求め、負荷変動の許容幅を設定して許容幅を越える場合は異常信号を出力する工具寿命予知装置が開示されている。この異常信号の出力個数から、加工負荷の顕著な変化の有無が判断できる。特許文献 3 には、主軸モータの負荷電流値の加減速時の電流を差し引いた値の平均値で工具摩耗の判定を行う負荷監視方法が示されている。ここでは電流値の上下限を設け、この値と比較することで異常を判断してモニタにメッセージを出力するようにしている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開昭 58-120455 号公報

【特許文献 2】特開平 5-329748 号公報

【特許文献 3】特開平 7-24694 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の主軸モータの負荷表示では、負荷値の大きさが色で判断できるという利点はあるが、色と工具の状態との関連性は無い。このため、どの色で工具が損傷するのかを予め知っておく必要がある。また、一般的に主軸負荷は主軸の加減速時や加工における瞬間的な負荷上昇などによりばたつきがある。一方で、工具状態の変化が主軸モータの負荷に与える変化量は微小であることもあるため、棒グラフで読み取るのは難しい。

また、特許文献2では、工具が異常であると判断するために負荷変動を予め設定しておく必要があるが、例えば初品の加工ではその値を設定することは難しい。特許文献3も特許文献2と同様で、異常と判断するための電流値を予め設定する必要がある。

10

【0005】

そこで、本発明は、予め加工負荷等を設定する必要がなく、主軸への負荷状態を簡単に把握できる工作機械の主軸負荷モニタ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】

【0006】

上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、複数の刃を備える工具を主軸に装着し、前記主軸と共に前記工具を回転させて被加工材の加工を行う工作機械において、前記主軸の負荷を表示するための主軸負荷モニタ装置であって、

前記主軸の負荷を検出する主軸負荷検出手段と、前記主軸負荷検出手段で検出した主軸負荷の時間変化を、当該主軸負荷の主軸回転角度に対する変化に変換する主軸負荷変換手段と、前記主軸負荷変換手段で変換した主軸負荷の値を、表示画面に極座標系で表示する表示制御手段とを備えたことを特徴とする。

20

請求項2に記載の発明は、請求項1の構成において、前記主軸負荷変換手段は、前記主軸回転角度に対する前記主軸負荷の変化を正規化し、その結果をフーリエ級数展開して0次成分と1次成分とを除去すると共に、前記1次成分のフーリエ係数と刃数であるn次成分のフーリエ係数とを抽出して、前記表示制御手段は、前記1次成分のフーリエ係数を工具振れ回りの指標として、前記n次成分のフーリエ係数を刃の損傷に関する指標として前記表示画面にそれぞれ表示す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、前記極座標系の主軸負荷の値を逐次記憶する記憶部を備え、前記表示制御手段は、記憶した前記主軸負荷を複数重ねて前記表示画面に表示することを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0007】

請求項1に記載の発明によれば、事前に試切削して加工負荷の把握をしておく必要がなく、主軸負荷の変化を極座標で表示することで、主軸への負荷状態を視覚的に簡単に把握することができる。

請求項2に記載の発明によれば、上記効果に加えて、工具の振れ回りと損傷との度合いを数値で表すことができ、今回の加工が正常かどうかの判断に使用することができる。

請求項3に記載の発明によれば、上記効果に加えて、複数の結果を1つの極座標系で同時表示ことができ、時間変化による状態の変化などを把握することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】工作機械のブロック構成図である。

【図2】エンドミルによる溝加工の断面図である。

【図3】正常工具における主軸負荷の時間経過のイメージ図である。

【図4】振れのある工具における主軸負荷の時間経過のイメージ図である。

【図5】振れがあり、工具が損傷して切れ刃が1枚となっている工具における主軸負荷の時間経過のイメージ図である。

【図6】主軸回転角度における主軸モータ負荷の変化量を1で正規化した実測図である。

【図7】主軸モータ負荷の変化量を極座標で表示した例を示す説明図である。

50

【図 8】主軸モータ負荷を表示するまでの計算処理のフローチャートである。

【図 9】主軸負荷モニタ画面の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は、工作機械の一例を示すブロック構成図である。工作機械の主軸ハウジング 1 には、主軸モータ 2 で回転可能な主軸 6 が備えられ、主軸 6 の先端には工具 3 が取り付けられる。テーブル 5 の上にはワーク 4 が固定され、テーブル 5 を移動させることで工具 3 とワーク 4 とを相対的に移動させてワーク 4 の加工が行われる。

11 は、工作機械を制御する NC 装置で、NC 装置 11 は、記憶されている NC プログラム 12 で機械を動作させてワーク 4 の加工を行うと共に、本発明の主軸負荷モニタ装置としての機能も備える。

【0010】

NC 装置 11 において、NC プログラム 12 は、プログラム解釈部 13 で実行処理が行われて機械制御命令が解釈され、主軸 6 やテーブル 5 の送り軸を制御する送り軸制御部 15 に対する目標位置指令および送り速度指令を関数発生部 14 に受け渡すとともに、主軸 6 を制御する主軸制御部 16 に対して回転速度の指令を出力する。

17 は、主軸負荷検出手段としての主軸負荷検出部で、この主軸負荷検出部 17 は、主軸制御部 16 に接続され、主軸モータ 2 の所要電力または所要トルクに相当する負荷信号（主軸負荷）を主軸回転角度と併せて検出する。そして主軸負荷変換手段及び表示制御手段としての主軸負荷処理部 18 では、検出した主軸負荷の時間変化を、主軸負荷の主軸回転角度に対する変化に変換すると共に、変換した主軸負荷をフーリエ級数展開して特定の次数成分をカットしたり、特定の次数のフーリエ係数を抽出したりする処理を行い、表示画面 19 に表示する主軸負荷モニタ画面を作成して記憶部 20 に保存する。表示画面 19 はタッチパネルとなっており、ここで主軸負荷処理部 18 で使用する刃数の入力や、主軸負荷モニタ画面の変更操作が可能となっている。

【0011】

ここで、加工で生じる主軸負荷について、図 2～5 を用いて説明する。図 2 は 2 刃のエンドミルで溝加工を行う模式図である。主軸 6 に取り付けられたエンドミルは、ワーク 4 が乗ったテーブル 5 を動作させることで回転しながら図 2 の送り方向に移動するため、ワークにはエンドミル径の溝が加工される。エンドミルの刃が 2 枚であるため、主軸 6 が 1 回転する間に主軸負荷には 2 回の増減が生じることになる（図 3）。

しかし、実際には主軸 6 の回転中心とエンドミル外径中心にはズレがあるため、主軸 6 の回転に対してエンドミルには振れ回りが発生する。このため、図 2 のように 2 刃の場合は 1 枚で切り取り量が減り、逆にもう 1 刃では切り取り量が増えて図 4 のように主軸負荷に差が生じる波形となる。そして、振れ回り量が大きい場合や、片方の刃の損傷が進むと図 5 のように 1 山となる。

【0012】

図 6 は、実際の加工における初期の主軸負荷と主軸回転角度との関係及び、加工を継続したことで 1 刃が損傷した際的主軸負荷と主軸回転角度との関係をそれぞれ示す。ここでは主軸負荷を比較しやすいように変化量を 1 に正規化した。図 6 より、損傷が進むと実際的主軸負荷も図 5 で示したように 1 山となることが分かる。図 6 を極座標に示したのが図 7 である。図 7 を表示するためには、図 6 をフーリエ級数展開し、その 0 次成分と 1 次成分を差し引いて、極座標表示している。図 7 から、2 刃のエンドミルで加工したために初期の負荷には 2 次成分が生じた楕円形状となっている。一方で 1 刃が損傷した場合は 1 刃による加工と同等となり、円形状になっている。従って、切れ刃が正常な場合は楕円形状となって、実際のエンドミルの 2 刃のイメージと一致する。同様に 3 刃で正常な場合は 3 山、 n 刃で正常な場合は n 山となるため、刃の状態判断を容易に行うことが出来る。なお、刃が損傷して刃が減少したと同等となった場合、刃が減少した分負荷が増加することになる。このため、軸負荷の変化量を 1 で正規化し、刃の損傷前後の負荷の波形を比較

し易くしている。

【0013】

次に、主軸負荷処理部18による図7の極座標の主軸負荷の作成手順を、図8のフローチャートに基づいて説明する。

まず、予め設定した主軸回転回数分だけ負荷を計測する(S11)。次に、計測した負荷を主軸1回転分で平均化する(S12)。そして、主軸回転角度と主軸負荷との関係に置き換え、変化量の最大値で正規化し図7のような結果を得る(S13)。この結果をフーリエ級数展開し、0次成分と1次成分とを取り除くと共に1次成分のフーリエ係数と、刃数であるn次成分のフーリエ係数とを抽出し(S14)、主軸負荷は極座標表示で、1次成分のフーリエ係数は工具の振れ回りの指標、n次成分のフーリエ係数は切れ刃損傷の指標として記憶部20に記録すると共に、表示画面19に表示する(S15)。

10

【0014】

図9は、表示画面19に表示される主軸負荷モニタ画面の一例である。ここでは主軸負荷の極座標表示に、記憶部20で記録した複数の波形が重ねて表示されている。また、この図では、時間経過を切削距離と結びつけて表示している。さらに、刃数も同一画面上に併せて表示することで、主軸負荷の形状から工具状況を把握し易くしている。工具の振れ回りの指標は「振れの大きさ」(数字が大きいほど振れが大きい)として、切れ刃損傷の指標は「切れ刃の鋭さ」(数字が大きいほど損傷が大きい)としてそれぞれ表示されている。

表示画面19の下部には、任意のタイミングでの押し操作によって主軸負荷を測定、記憶して極座標表示を行う「測定」ボタンと、押し操作によって表示されている極座標表示を消去するための「クリア」ボタンとが設けられている。

20

【0015】

このように、上記形態のNC装置11によれば、主軸6の負荷を検出する主軸負荷検出部17と、主軸負荷検出部17で検出した主軸負荷の時間変化を、当該主軸負荷の主軸回転角度に対する変化に変換し、変換した主軸負荷の値を、表示画面19に極座標系で表示する主軸負荷処理部18とを備えたことで、事前に試切削して加工負荷の把握をしておく必要がなく、主軸負荷の変化を極座標で表示するので主軸6への負荷状態が視覚的に簡単に把握可能となる。

特にここでは、主軸負荷モニタ画面に、工具の振れ回りと損傷の度合いとを数値で表しているのもので、今回の加工が正常かどうかの判断に使用することができる。

30

加えて、主軸負荷モニタ画面に、逐次記録した主軸負荷を複数重ねて表示しているのもので、主軸負荷の時間変化を容易に把握することができる。

【0016】

なお、本発明は、上記実施形態の態様に何ら限定されるものではなく、例えば主軸負荷処理部を、主軸負荷の時間変化を主軸回転角度に対する変化に変換したりフーリエ級数展開してフーリエ係数を抽出したりする変換部(主軸負荷変換手段)と、主軸負荷モニタ画面を作成する画面作成部(表示制御手段)とに分けて構成してもよい。工作機械全体に係る軸構成等も、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、必要に応じて適宜変更することができる。

40

また、上記形態では、主軸負荷モニタ装置をNC装置で実現して主軸負荷モニタ画面をNC装置の表示画面に表示しているが、少なくとも主軸負荷変換手段と表示制御手段及び表示画面をNC装置と別にして、NC装置に有線若しくは無線接続される外部装置(パーソナルコンピュータ等)に設け、主軸負荷を外部装置でモニタするようにしても良い。こうすれば複数の工作機械の主軸負荷を一箇所の外部装置で管理することができる。

【符号の説明】

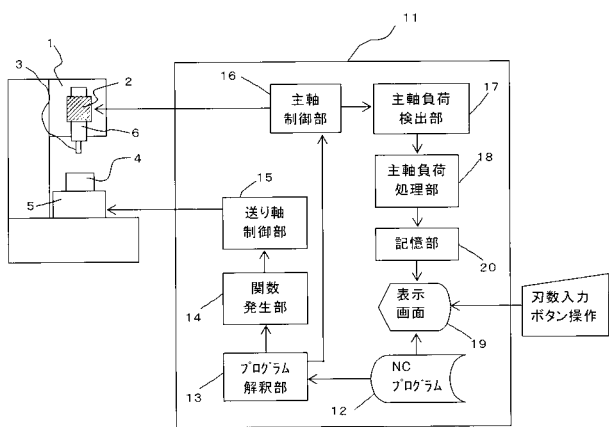
【0017】

1・・・主軸ハウジング、2・・・主軸モータ、3・・・工具、4・・・ワーク、5・・・テーブル、6・・・主軸、11・・・NC装置、12・・・NCプログラム、13・・・プログラム解釈部、14・・・関数発生部、15・・・送り軸制御部、16・・・主軸制御部、17・・・主軸負

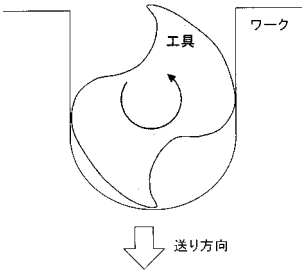
50

荷検出部、18・・・主軸負荷処理部、19・・・表示画面、20・・・記憶部。

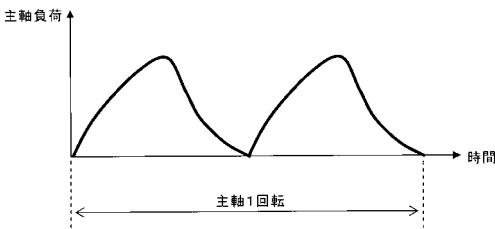
【図1】



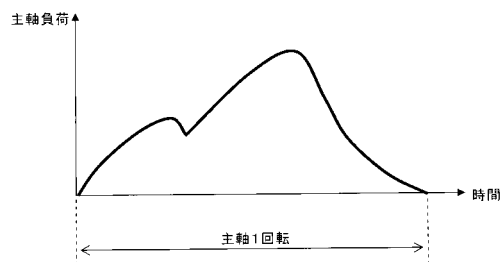
【図2】



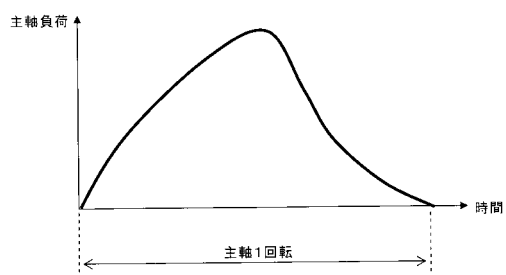
【図3】



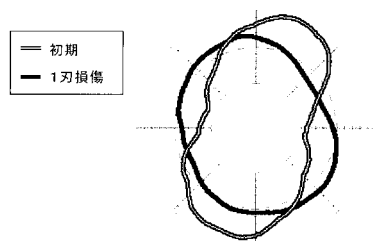
【図 4】



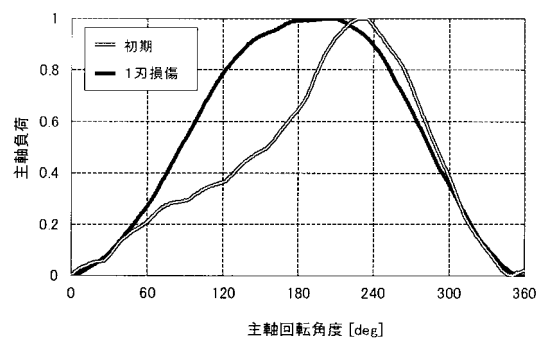
【図 5】



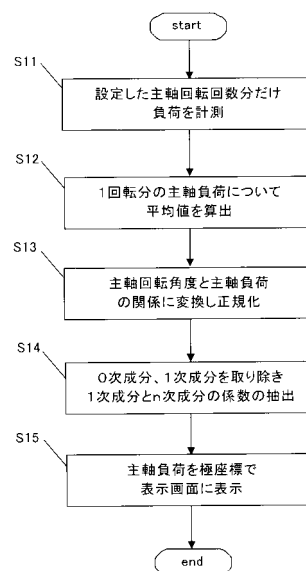
【図 7】



【図 6】



【図 8】



【図 9】

