

(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2010-17783

(P2010-17783A)

(43) 公開日 平成22年1月28日 (2010.1.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B23Q 15/12 (2006.01)	B23Q 15/12 A	3C001
B23Q 17/12 (2006.01)	B23Q 17/12	3C269
G05B 19/18 (2006.01)	G05B 19/18 T	
	G05B 19/18 X	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-178300 (P2008-178300)	(71) 出願人	000149066
(22) 出願日	平成20年7月8日 (2008.7.8)		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	稲垣 浩
			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)	3C001 KA07 TA06 TB08 TC05
			3C269 AB01 BB12 CC17 EF36 MN04
			MN24

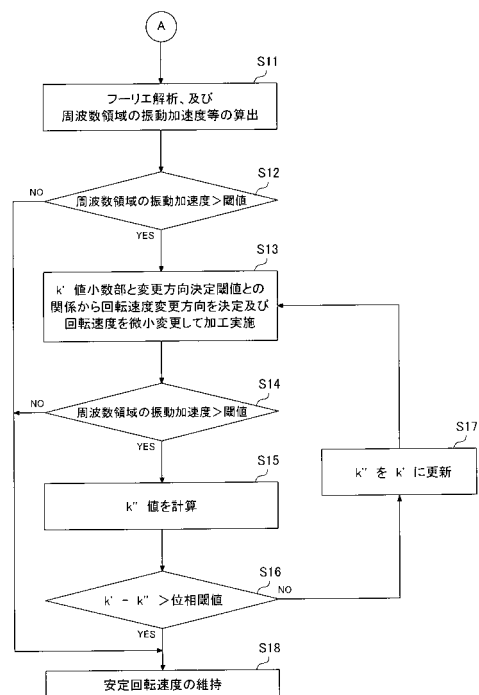
(54) 【発明の名称】 振動抑制方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】びびり振動が継続するような場合に、より正確な安定回転速度を得ることができ、びびり振動を確実に抑制することができる振動抑制方法及び装置を提供する。

【解決手段】予想安定回転速度をベースとして回転軸3の回転速度を微小変化させ、 k' 値の変化量等を算出することにより安定回転速度を求めるようにした。したがって、より正確な安定回転速度を求めることができ、加工中に発生する「びびり振動」を従来以上に効果的に抑制することができ、ひいては加工面の品位の向上、工具摩耗の抑制等を図ることができる。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

工具又はワークを回転させるための回転軸を備えた工作機械において、前記回転軸を回転させた際に生じるびりり振動を抑制するための振動抑制方法であって、

回転中の前記回転軸による時間領域の振動を検出する第 1 ステップと、

検出した時間領域の振動にもとづいて、びりり周波数及び該びりり周波数における周波数領域の振動加速度を算出する第 2 ステップと、

算出した周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた場合に、下記の演算式 (1)、(2) により k 値及び k' 値を算出し、加工情報として記憶する第 3 ステップと、

算出した k 値を用いて下記の演算式 (3) により、予想安定回転速度を算出し、前記回転軸の回転速度を予想安定回転速度とする第 4 ステップと、

予想安定回転速度にて回転中の前記回転軸において、再び周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた場合、前記回転軸の回転速度を前記予想安定回転速度から変化させる第 5 ステップと

を実行することを特徴とする振動抑制方法。

演算式 (1) : $k' \text{ 値} = \{ 60 \times \text{びりり周波数} / (\text{工具刃数} \times \text{回転速度}) \}$

演算式 (2) : $k \text{ 値} = k' \text{ 値の整数部}$

演算式 (3) : $\text{予想安定回転速度} = 60 \times \text{びりり周波数} / \{ (\text{工具刃数} \times (k \text{ 値} + 1)) \}$

【請求項 2】

第 5 ステップを実行した後、さらに周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた場合、変化後の回転速度を用いて前記演算式 (1) 同様の演算式により k'' 値を算出する第 6 ステップと、

算出した k'' 値と加工情報として記憶されている k' 値との差である変化量と、所定の位相閾値とを比較し、前記変化量が前記位相閾値を超えない場合、 k'' 値を k' 値として更新する第 7 ステップと、

前記変化量が前記位相閾値を超えるまで、回転速度の変化、 k'' 値の算出、及び k' 値の更新を繰り返し、前記変化量が前記位相閾値を超えた際の回転速度を安定回転速度として維持する第 8 ステップと

を実行することを特徴とする請求項 1 に記載の振動抑制方法。

【請求項 3】

前記第 3 ステップにおいて、周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた際のびりり周波数を加工情報として記憶するとともに、

第 5 ステップを実行した後、さらに周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた場合、今回のびりり周波数と前記加工情報として記憶されているびりり周波数との変化量を求め、当該変化量が所定の位相閾値を超えるまで回転速度を変化させ、前記変化量が所定の位相閾値を超えた回転速度を安定回転速度として維持するステップ

を実行することを特徴とする請求項 1 に記載の振動抑制方法。

【請求項 4】

前記第 5 ステップにおいて回転速度を変化させるにあたり、 k' 値の小数部と所定の変更方向決定閾値とを比較して、回転速度の増減を決定することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の振動抑制方法。

【請求項 5】

工具又はワークを回転させるための回転軸を備えた工作機械において、前記回転軸を回転させた際に生じるびりり振動を抑制するための振動抑制装置であって、

回転中の前記回転軸の時間領域の振動を検出する検出手段と、

検出した時間領域の振動にもとづいて、びりり周波数及び該びりり周波数における周波数領域の振動加速度を算出する第 1 演算手段と、

算出した周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた場合に、下記の演算式 (1)、(2) により k 値及び k' 値を、下記の演算式 (3) により予想安定回転速度を夫々算出する第 2 演算手段と、

10

20

30

40

50

前記 k 値及び k' 値を加工情報として記憶する記憶手段と、
前記回転軸の回転速度を制御する回転速度制御手段と
を備えているとともに、

前記第2演算手段により算出された予想安定回転速度にて回転中の前記回転軸において、再び周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた場合、前記回転軸の回転速度を前記予想安定回転速度から変化させることを特徴とする振動抑制装置。

演算式(1): k' 値 = $\{ 60 \times \text{びびり周波数} / (\text{工具刃数} \times \text{回転速度}) \}$

演算式(2): k 値 = k' 値の整数部

演算式(3): 予想安定回転速度 = $60 \times \text{びびり周波数} / \{ (\text{工具刃数} \times (k \text{ 値} + 1)) \}$

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、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、加工中に発生する振動を抑制する方法、及び当該方法を実行可能な振動抑制装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、工作機械の振動抑制方法としては、たとえば特許文献1に記載の方法が知られている。この振動抑制方法では、加工面の仕上げ精度悪化の原因となる自励振動としての再生型びびり振動を抑制するため、工具やワーク等といったびびり振動が生じる系の固有振動数を求め、これを60倍すると共に工具刃数及び所定の整数で除して得た値を安定回転速度とする。そして、当該安定回転速度にて加工を行うことにより、加工中に発生するびびり振動を抑制しようとしている。なお、固有振動数は、工具やワークをインパルス加振することにより得ている。

20

【0003】

また、特許文献2に記載の振動抑制方法も知られている。この振動抑制方法は、びびり振動が生じる系の加工中のびびり周波数を求め、これを60倍すると共に工具刃数及び所定の整数で除した値を安定回転速度として加工を行うことにより、びびり振動を抑制しようとするものである。なお、加工中のびびり周波数は、工具やワークの近傍に音センサを配置し、回転中に音センサで検出された振動周波数に基づいて得ている。

30

【0004】

【特許文献1】特開2003-340627号公報

【特許文献2】特表2001-517557号公報

【発明の開示】

【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に記載の振動抑制方法では、高価なインパルス装置が必要となる上、この装置を用いた加振には高度な技術を要し、手間がかかる。しかも、加工前に得た固有振動数と加工中に発生するびびり振動数とは必ずしも一致しないため、正確な安定回転速度を得にくいという問題もある。

40

一方、特許文献2に記載の振動抑制方法では、回転音等の分析により得られたびびり周波数と実際に発生しているびびり振動数(固有振動数)とが互いにやや異なった値となるため、やはり正確な安定回転速度を得にくい。このため、本件出願人は、回転中の回転軸の時間領域の振動を検出する検出手段と、その時間領域の振動に基づいてびびり振動数等を算出する演算手段とを設置して、より正確なびびり振動数を求め、更に最適な安定回転速度を得ようとした振動抑制装置(たとえば、特願2007-138166)を考案した。しかしながら、当該振動抑制装置では、検出手段の検出誤差に起因して、演算手段が算出したびびり振動数と実際に発生しているびびり振動数との間に計算誤差が生じ、回転軸を安定回転速度としたにも拘わらず、びびり振動が継続してしまう事態が考えられる。

【0006】

50

そこで、本発明は、上記問題に鑑みなされたものであって、びびり振動が継続するような場合に、より正確な安定回転速度を得ることができ、びびり振動を確実に抑制することができる振動抑制方法及び装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明のうち請求項1に記載の発明は、工具又はワークを回転させるための回転軸を備えた工作機械において、前記回転軸を回転させた際に生じるびびり振動を抑制するための振動抑制方法であって、回転中の前記回転軸による時間領域の振動を検出する第1ステップと、検出した時間領域の振動にもとづいて、びびり周波数及び該びびり周波数における周波数領域の振動加速度を算出する第2ステップと、算出した周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた場合に、下記の演算式(1)、(2)によりk値及びk'値を算出し、加工情報として記憶する第3ステップと、算出したk値を用いて下記の演算式(3)により、予想安定回転速度を算出し、前記回転軸の回転速度を予想安定回転速度とする第4ステップと、予想安定回転速度にて回転中の前記回転軸において、再び周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた場合、前記回転軸の回転速度を前記予想安定回転速度から変化させる第5ステップとを実行することを特徴とするものである。

10

演算式(1): $k' \text{ 値} = \{ 60 \times \text{びびり周波数} / (\text{工具刃数} \times \text{回転速度}) \}$

演算式(2): $k \text{ 値} = k' \text{ 値の整数部}$

演算式(3): $\text{予想安定回転速度} = 60 \times \text{びびり周波数} / \{ (\text{工具刃数} \times (k \text{ 値} + 1)) \}$

20

尚、請求項1に記載の第1ステップにより検出される「振動」とは、振動加速度、振動による変位、及び振動による音圧等、振動自体は勿論、振動に起因して回転軸に発生し、間接的に振動を検出することができる物理的变化を含むものである。

【0008】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、第5ステップを実行した後、さらに周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた場合、変化後の回転速度を用いて前記演算式(1)同様の演算式によりk''値を算出する第6ステップと、算出したk''値と加工情報として記憶されているk'値との差である変化量と、所定の位相閾値とを比較し、前記変化量が前記位相閾値を超えない場合、k''値をk'値として更新する第7ステップと、前記変化量が前記位相閾値を超えるまで、回転速度の変化、k''値の算出、及びk'値の更新を繰り返し、前記変化量が前記位相閾値を超えた際の回転速度を安定回転速度として維持する第8ステップとを実行することを特徴とするものである。

30

請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、前記第3ステップにおいて、周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた際のびびり周波数を加工情報として記憶するとともに、第5ステップを実行した後、さらに周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた場合、今回のびびり周波数と前記加工情報として記憶されているびびり周波数との変化量を求め、当該変化量が所定の位相閾値を超えるまで回転速度を変化させ、前記変化量が所定の位相閾値を超えた回転速度を安定回転速度として維持するステップを実行することを特徴とするものである。

請求項4に記載の発明は、請求項1～3のいずれかに記載の発明において、前記第5ステップにおいて回転速度を変化させるにあたり、k'値の小数部と所定の変更方向決定閾値とを比較して、回転速度の増減を決定することを特徴とするものである。

40

【0009】

一方、請求項5に記載の発明は、工具又はワークを回転させるための回転軸を備えた工作機械において、前記回転軸を回転させた際に生じるびびり振動を抑制するための振動抑制装置であって、回転中の前記回転軸の時間領域の振動を検出する検出手段と、検出した時間領域の振動にもとづいて、びびり周波数及び該びびり周波数における周波数領域の振動加速度を算出する第1演算手段と、算出した周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた場合に、下記の演算式(1)、(2)によりk値及びk'値を、下記の演算式(3)により予想安定回転速度を夫々算出する第2演算手段と、前記k値及びk'値を加工情報

50

として記憶する記憶手段と、前記回転軸の回転速度を制御する回転速度制御手段とを備えているとともに、前記第2演算手段により算出された予想安定回転速度にて回転中の前記回転軸において、再び周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた場合、前記回転軸の回転速度を前記予想安定回転速度から変化させることを特徴とするものである。

演算式(1): $k' \text{ 値} = \{ 60 \times \text{びびり周波数} / (\text{工具刃数} \times \text{回転速度}) \}$

演算式(2): $k \text{ 値} = k' \text{ 値の整数部}$

演算式(3): $\text{予想安定回転速度} = 60 \times \text{びびり周波数} / \{ (\text{工具刃数} \times (k \text{ 値} + 1)) \}$

尚、請求項5において検出手段が検出する「振動」も、請求項1に記載の「振動」と同様のものである。

【発明の効果】

10

【0010】

本発明によれば、予想安定回転速度において回転中の回転軸に再び「びびり振動」が生じた際、予想安定回転速度をベースとして回転軸の回転速度を変化させて対応するため、断続的に発生する「びびり振動」を従来以上に効果的に抑制することができ、ひいては加工面の品位の向上、工具摩耗の抑制等を図ることができる。

また、回転速度を変化させた際の k' 値の変化量やびびり周波数の変化量を求め、位相閾値と比較する等して安定回転速度を決定することで、より正確な安定回転速度を得ることができ、「びびり振動」を極めて効果的に抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

20

以下、本発明の一実施形態となる振動抑制方法及び装置について、図面をもとに説明する。

図1は、振動抑制装置10のブロック構成説明図である。図2は、振動抑制の対象となる回転軸ハウジング1を側方から示した説明図であり、図3は、回転軸ハウジング1を軸方向から示した説明図である。

【0012】

振動抑制装置10は、回転軸ハウジング1にC軸周りで回転可能に備えられた回転軸3に発生する「びびり振動」を抑制するためのものであって、回転中の回転軸3に生じる時間領域の振動加速度(時間軸上の振動加速度を意味する)を検出するための振動センサ(検出手段)2a~2cと、振動センサ2a~2cによる検出値をもとにして回転軸3の回転速度を制御する制御装置5とからなる。

30

【0013】

振動センサ2a~2cは、図2や図3に示すように、互いに直角となる方向における時間領域の振動加速度を検出すべく、互いに直交するX軸、Y軸、Z軸方向での時間領域の振動加速度を検出可能な状態で、回転軸ハウジング1に取り付けられている。

【0014】

また、制御装置5は、振動センサ2a~2cにより検出された時間領域の振動加速度をもとにフーリエ解析を行うFFT演算装置11と、FFT演算装置11で算出された値にもとづいて安定回転速度の算出等を行う演算装置12と、回転軸ハウジング1での加工を制御するNC装置(回転速度制御手段)13と、演算装置12にて算出された各種数値を記憶する記憶装置14とを備えている。なお、NC装置13は、回転軸3の回転速度をモニタリングしている。

40

【0015】

ここで、上述したような振動抑制装置10による「びびり振動」の振動抑制方法について、図7及び図8のフローチャートをもとに説明する。

加工開始当初、制御装置5は、図7のフローチャートにもとづいて回転軸3の回転動作を制御する。

まず、FFT演算装置11では、振動センサ2a~2cによって回転軸3の回転中に常時検出される時間領域の振動加速度についてフーリエ解析を行い(S1)、図4に示すような最大加速度(周波数領域の振動加速度)及びその周波数4(びびり周波数)を常時計

50

算している（Ｓ２）。なお、時間領域の振動加速度についてフーリエ解析を行うと、周波数と周波数領域の振動加速度との関係を示す図４のような波形が複数パターン取得されるが、本実施形態では、周波数領域の振動加速度が最大となる波形を用いる。

【００１６】

次に、演算装置１２では、ＦＦＴ演算装置１１において算出された周波数領域の振動加速度と予め設定されている所定の閾値とを比較し（Ｓ３）、周波数領域の振動加速度が所定の閾値を超えた場合（例えば、図４における周波数４での周波数領域の振動加速度が検出された場合）には、回転軸３に抑制すべき「びびり振動」が発生しているとして、下記演算式（１）、（２）により k' 値及び k 値を算出するとともに、 k' 値及び k 値に加え、その周波数領域の振動加速度（すなわち最大加速度）及び周波数４を加工情報として記憶装置１４に記憶する（Ｓ４）。また、下記演算式（３）により予想安定回転速度を算出し、ＮＣ装置１３へ出力し、回転軸３の回転速度を予想安定回転速度に変更する（Ｓ５）。

10

【００１７】

$$k' \text{ 値} = \{ 60 \times \text{びびり周波数} / (\text{工具刃数} \times \text{回転速度}) \} \cdots (1)$$

$$k \text{ 値} = k' \text{ 値の整数部} \cdots (2)$$

$$\text{予想安定回転速度} = 60 \times \text{びびり周波数} / \{ (\text{工具刃数} \times (k \text{ 値} + 1)) \} \cdots (3)$$

ここで、演算式（１）、（３）における「工具刃数」は、予め演算装置１２に設定されているものとする。また、演算式（１）における「回転速度」とは、予想安定回転速度とする前の現在の回転速度のことである。さらに、びびり周波数とは、「びびり振動」が発生した場合の周波数４のことである。

20

【００１８】

以上のようにして算出した予想安定回転速度により回転軸３を回転させると、図５に示す如く、びびり周波数（周波数４）における振動加速度は２割程度しか減少しない。したがって、「びびり振動」を一応抑制することができるとして算出した予想安定回転速度で回転軸３を回転させているにも拘わらず、周波数領域における振動加速度が再び閾値を超える、すなわち「びびり振動」が断続的に発生する事態が起こり得る。そこで、制御装置５は、予想安定回転速度にて回転軸３を回転させた後には、図８に示すフローチャートにもとづいて回転軸３の回転動作を制御する。尚、図５における６は、回転速度を示している。

30

【００１９】

上述したように、ＦＦＴ演算装置１１では、予想安定回転速度による回転中も振動センサ２ａ～２ｃによって回転軸３の回転中に常時検出される時間領域の振動加速度についてフーリエ解析及び、最大加速度とその周波数４（びびり周波数）との計算を継続する（Ｓ１１）とともに、演算装置１２では、ＦＦＴ演算装置１１において算出された周波数領域の振動加速度と予め設定されている所定の閾値との比較を行う（Ｓ１２）。そして、所定の閾値を超える周波数領域の振動加速度が再び検出された場合、記憶装置１４に記憶している k' 値の小数部と予め設定されている変更方向決定閾値（例えば０．５）との下記関係から回転軸３の回転速度の増減を決定し、当該決定にもとづいて回転速度を微小変化させるようにＮＣ装置１３へ指令する（Ｓ１３）。そして、ＮＣ装置１３では、演算装置１２からの指令に応じて回転軸３の回転速度を微小変化させる。ここで、 k' 値の小数部と予め設定されている変更方向決定閾値との関係とは、 k' 値の小数部が変更方向決定閾値以上であった場合には回転速度を減少させ、 k' 値の小数部が変更方向決定閾値未満であった場合には回転速度を増大させるというものである。また、回転速度を微小変化させるにあたっての変更量は、回転速度の数％程度（たとえば２％）とする。

40

【００２０】

また、振動抑制装置１０は、回転速度の微小変更後にも、ＦＦＴ演算装置１１及び演算装置１２によるＳ１１及びＳ１２同様のフーリエ解析及び周波数領域の振動加速度と所定の閾値との比較を継続する（Ｓ１４）。そして、演算装置１２では、所定の閾値を超える振動加速度が再度検出されると、当該微小変更後の回転速度と、Ｓ１４で所定の閾値を超

50

えた振動加速度におけるびびり周波数と、工具刃数とから、上記演算式(1)と同様の演算式にて、 k'' 値を算出する(S15)。また、算出した k'' 値と記憶装置14に記憶されている k' 値とから下記演算式(4)により変化量を求める。

$$\text{変化量} = k' \text{ 値} - k'' \text{ 値} \cdots (4)$$

【0021】

さらに、演算装置12では、変化量と予め設定されている位相閾値(たとえば、0.4)とを比較し(S16)、変化量が位相閾値を超えない場合には、求めた k'' 値を k' 値として記憶装置14に上書き更新し(S17)た後、S13へ戻って回転速度を更に微小変化させ、フーリエ解析にもとづく監視を継続しながら「びびり振動」が収まらない場合には変化量を求めるといった上記制御を繰り返し実行する。

一方、S16における比較の結果、変化量が位相閾値を超えた場合、及び回転速度を微小変化させた結果、「びびり振動」が検出されなくなった場合(すなわち、所定の閾値を超える周波数領域の振動加速度が検出されなくなった場合)には、その回転速度が安定回転速度であるとして、NC装置13へ回転速度を維持するように出力する(S18)。そして、演算装置12からの回転速度の維持に係る出力を受けたNC装置13は、回転軸3の回転速度を、その回転速度で維持(すなわち、安定回転速度で維持)する。したがって、「びびり振動」が抑制された安定加工状態が維持されることになる。

【0022】

以上のようにして回転軸3の回転速度を微小変化させながら加工を行うと、図6に示す如く、びびり周波数における振動加速度 γ を4割程度も減少させることができる。つまり、理論上は位相が 2π (k' 値の小数部=0)であるところが「再生型びびり振動」の最も小さくなる回転速度となるものの、計算誤差等に起因して、位相が 2π となる回転速度(予想安定回転速度)を算出したとしても当該回転速度が必ずしも安定回転速度とはならない。したがって、位相が 2π 近傍から0に変化するところ、すなわち変化量やびびり周波数が大きく変化する回転速度が最も「再生型びびり振動」を抑制できる安定回転速度ということになるため、振動抑制装置10においては、回転軸3の回転速度を予想安定回転速度から微小変化させることで、正確な安定回転速度を得ることを可能としている。

【0023】

上述したような振動抑制装置10及び当該振動抑制装置10による振動抑制方法によれば、予想安定回転速度をベースとして回転軸3の回転速度を微小変化させ、 k' 値の変化量等を算出することにより安定回転速度を求めているため、より正確な安定回転速度を求めることができ、加工中に発生する「びびり振動」を従来以上に効果的に抑制することができ、ひいては加工面の品位の向上、工具摩耗の抑制等を図ることができる。

【0024】

なお、本発明の振動抑制方法及び装置に係る構成は、上記実施形態に記載の態様に何ら限定されるものではなく、びびり周波数の検出や振動抑制の制御に係る構成を、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。

【0025】

たとえば、上記実施形態では、断続的に「びびり振動」が検出された場合、回転軸の回転速度を微小変化させる構成としているが、この際の回転速度の変化率は、変化させる前の回転速度の大小や工具刃数、独特制等に応じて変更した方がよい。つまり、回転速度が低速の場合は、 10 min^{-1} 程度の変化量でも効果がある一方、回転速度が高速になればなるほど、安定/不安定域が広範囲になるため、回転速度の20~30%程度変化させなければ振動抑制効果を十分に得られないこともあるため、上記条件に応じて適宜変更可能となっている。

また、演算式(1)~(4)で用いる予め設定するとした各種閾値は、工作機械の種類に応じて適宜調査し決定することが可能である(たとえば、上記実施形態において、位相閾値は0.2~0.6の間の数値を取ることが可能であるし、工具や加工物の大きさ・種類等に応じて異なる数値を採用可能である)。さらに、上記実施形態では、位相閾値と比較する変化量を求めるにあたり、差分(演算式(4))により k' 値の実際の変化量を

求めているが、微分により変化割合を求め、当該変化割合を変化量として位相閾値と比較するようにしてもよい。加えて、 k' 値の変化量ではなく、回転速度変更前後のびびり周波数の変化量を位相閾値と比較する変化量として採用することも可能である。

【0026】

また、上記実施形態では、時間領域の振動加速度のフーリエ解析により複数パターン取得される波形のうち周波数領域の振動加速度が最大となる波形を用いて振動抑制の制御を行うようにしているが、周波数領域の振動加速度の値が上位となる複数（たとえば3つ）の波形を用いて予想安定回転速度を算出するようにして、「びびり振動」の抑制効果の更なる向上を図ってもよい。

さらに、上記実施形態では、検出手段を振動センサとしているが、これに代えて、振動による回転軸の変位や音圧を検出可能な検出手段を採用することも可能である。さらにまた、振動センサを用いる場合であっても、上記実施形態の如く回転する側（すなわち回転軸）の振動を検出するのではなく、回転しない側の振動を検出して、予想安定回転速度を求めるようにしてもよい。

加えて、本発明に係る振動抑制装置は、工具を回転させて加工するマシニングセンタに限らず、ワークを回転させる旋盤等の工作機械の振動を抑制することも可能であるし、検出手段の設置位置や個数等を、工作機械の種類、大きさに応じて適宜変更可能であることは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】振動抑制装置のブロック構成説明図である。

【図2】回転軸ハウジングを側方から示した説明図である。

【図3】回転軸ハウジングを軸方向から示した説明図である。

【図4】時間領域の振動加速度のフーリエ解析結果の一例を示した説明図である。

【図5】回転軸の回転速度を予想安定回転速度とした場合のびびり周波数における振動加速度の変化を示した説明図である。

【図6】回転軸の回転速度を予想安定回転速度とした後、更に微小変化させた場合のびびり周波数における振動加速度の変化を示した説明図である。

【図7】びびり振動の抑制制御に係るフローチャート図である。

【図8】びびり振動の抑制制御に係るフローチャート図である。

【符号の説明】

【0028】

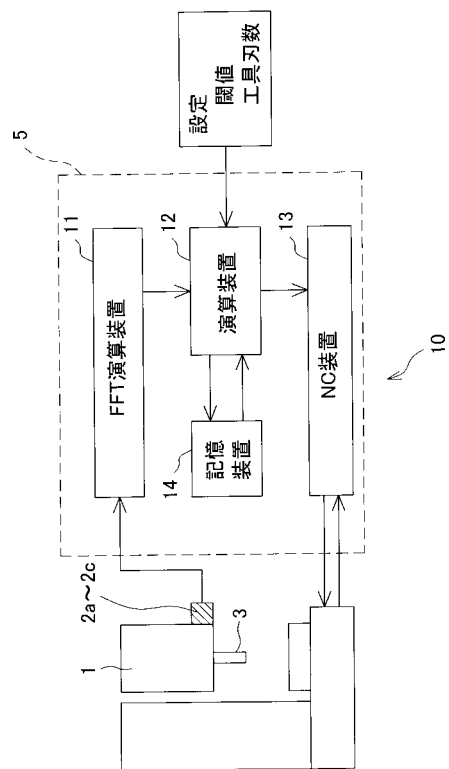
1・・・回転軸ハウジング、2a、2b、2c・・・振動センサ、3・・・回転軸、5・・・制御装置、10・・・振動抑制装置、11・・・FFT演算装置、12・・・演算装置、13・・・NC装置、14・・・記憶装置。

10

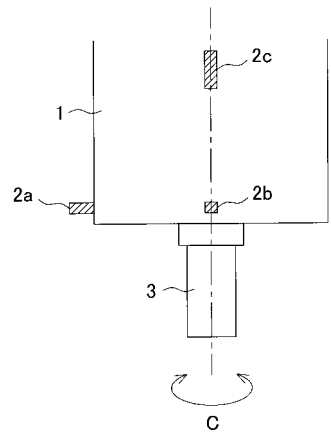
20

30

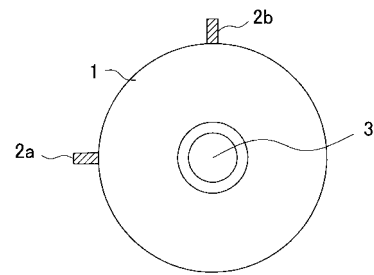
【 図 1 】



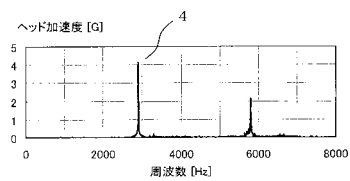
【 図 2 】



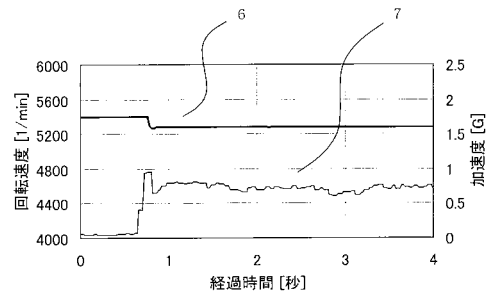
【 図 3 】



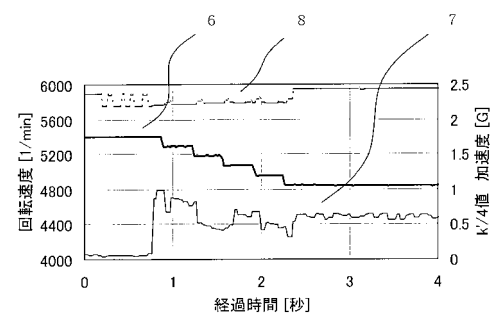
【 図 4 】



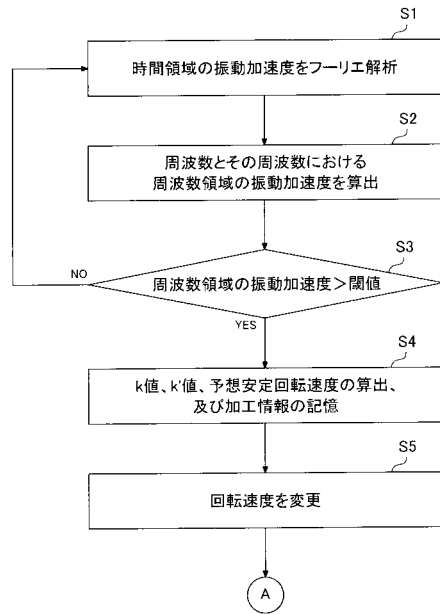
【 図 5 】



【 図 6 】



【図 7】



【図 8】

