

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6575814号
(P6575814)

(45) 発行日 令和1年9月18日(2019.9.18)

(24) 登録日 令和1年8月30日(2019.8.30)

(51) Int.Cl.		F I			
B 2 3 Q	15/12	(2006.01)	B 2 3 Q	15/12	A
G 0 5 B	19/4063	(2006.01)	G 0 5 B	19/4063	L
B 2 3 Q	17/12	(2006.01)	B 2 3 Q	17/12	
B 2 3 Q	17/00	(2006.01)	B 2 3 Q	17/00	E

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2015-218880 (P2015-218880)	(73) 特許権者	000102865
(22) 出願日	平成27年10月20日(2015.10.20)		エヌティーエンジニアリング株式会社
(65) 公開番号	特開2017-77618 (P2017-77618A)		愛知県高浜市芳川町3丁目3番地2-1
(43) 公開日	平成29年4月27日(2017.4.27)	(72) 発明者	駒井 保宏
審査請求日	平成30年10月16日(2018.10.16)		愛知県高浜市芳川町3丁目3番地2-1 エヌティーエンジニアリング株式会社内
		審査官	松井 裕典

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 作業機械の加工状態監視方法及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加工工具又はワークが回転することにより、前記加工工具を介して前記ワークに加工処理を施す際、前記加工工具による加工状態を監視するための作業機械の加工状態監視方法であって、

前記加工工具の回転数、刃数及び固有振動数を入力する工程と、

加工時の前記加工工具又は前記ワークの振動をフーリエ級数展開により解析した周波数と加速度とからなる周波数スペクトルを得る工程と、

前記回転数及び前記刃数から算出された工具通過周波数でのピーク加速度である T P F ピークが、前記周波数スペクトルに予め設定された前記工具通過周波数のピーク閾値である T P F 閾値と比較され、前記 T P F ピークが前記 T P F 閾値を越えた回数を、T P F 閾値越え積算表示部に表示させる工程と、

前記固有振動数でのピーク加速度である f 0 ピークが、前記周波数スペクトルに予め設定された前記固有振動数のピーク閾値である f 0 閾値と比較され、前記 f 0 ピークが前記 f 0 閾値を越えた回数を、f 0 閾値越え積算表示部に表示させる工程と、

T P F 閾値越え回数と f 0 閾値越え回数とを比較して変化表示部に表示させる工程と、を有することを特徴とする作業機械の加工状態監視方法。

【請求項2】

請求項1記載の加工状態監視方法であって、機械主軸の空転時の振動を閾値に設定する工程と、

前記機械主軸の加工時に検出される加工振動が、前記閾値を超えたか否かを判断する工程と、

前記加工振動が前記閾値を越えたと判断された際、前記加工工具又は前記ワークの振動を前記フーリエ級数展開により解析する工程と、

を有することを特徴とする作業機械の加工状態監視方法。

【請求項3】

加工工具又はワークが回転することにより、前記加工工具を介して前記ワークに加工処理を施す際、前記加工工具による加工状態を監視するための作業機械の加工状態監視システムであって、

前記加工工具の回転数、刃数及び固有振動数を入力する入力設定部と、

10

加工時の前記加工工具又は前記ワークの振動をフーリエ級数展開により解析した周波数と加速度とからなる周波数スペクトルを表示する周波数スペクトル表示部と、

前記回転数及び前記刃数から算出された前記工具通過周波数でのピーク加速度であるTPFピークが、前記周波数スペクトルに予め設定された前記工具通過周波数のピーク閾値であるTPF閾値と比較され、前記TPFピークが前記TPF閾値を越えた回数を表示させるTPF閾値越え積算表示部と、

前記固有振動数でのピーク加速度であるf0ピークが、前記周波数スペクトルに予め設定された前記固有振動数のピーク閾値であるf0閾値と比較され、前記f0ピークが前記f0閾値を越えた回数を表示させるf0閾値越え積算表示部と、

TPF閾値越え回数とf0閾値越え回数とを比較して表示させる変化表示部と、

20

を備えることを特徴とする作業機械の加工状態監視システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0002】

本発明は、加工工具又はワークが回転することにより、前記加工工具を介して前記ワークに加工処理を施す際、前記加工工具による加工状態を監視するための作業機械の加工状態監視方法及びシステムに関する。

【背景技術】

【0003】

一般的に、加工工具を介してワークに加工処理を施すために、各種の工作機械が使用されている。例えば、ボーリング加工は、中ぐり用バイト（刃先）が設けられたボーリングツールを工作機械の回転主軸（スピンドル）に取り付け、前記ボーリングツールを高速で回転させながら下穴に沿って順次繰り出すことにより、その刃先加工径で所定の位置に高精度な孔部を加工するものである。

30

【0004】

この種の作業機械では、主軸や加工工具やワークに、切削抵抗による撓みが発生し易い。そして、この撓みに起因して加工工具やワークに振動が惹起され、この振動がびびり（所謂、再生びびりを含む）となって加工に表れる場合がある。

【0005】

そこで、例えば、特許文献1には、びびり振動の種類を精度良く判別することができる振動判別方法及び振動判別装置が提案されている。この振動判別方法では、回転中の回転軸の時間領域での振動及び前記回転軸の回転速度を検出する第1工程と、前記時間領域の振動を基に周波数領域の振動を算出するとともに、算出した前記周波数領域の振動におけるピーク値及び該ピーク値を取るピーク周波数を複数取得する第2工程と、前記ピーク値毎に、びびり振動の種類を判別するための回転同期型振動判別範囲を自身のピーク周波数を用いて夫々求める第3工程と、前記ピーク値毎における前記自身のピーク周波数と前記自身のピーク周波数を用いて求めた前記回転同期振動判別範囲との関係に基づき、前記びびり振動の種類を判別する第4工程とを実行することを特徴としている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】 特開 2 0 1 3 - 8 3 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、上記の特許文献 1 では、実際にびびりが発生した後、びびり振動の種類を判別している。従って、発生したびびり振動に対する処理が行われるため、被削部材には、該びびり振動の影響が発生してしまい、高精度な加工処理が遂行されないおそれがある。

【 0 0 0 8 】

本発明は、この種の問題を解決するものであり、簡単な工程及び構成で、びびりの発生前に良好な対応を行うことができ、前記びびりの発生を可及的に阻止するとともに、高精度な加工作業が効率的に遂行可能な作業機械の加工状態監視方法及びシステムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明は、加工工具又はワークが回転することにより、前記加工工具を介して前記ワークに加工処理を施す際、前記加工工具による加工状態を監視するための作業機械の加工状態監視方法及びシステムに関するものである。

【 0 0 1 0 】

この加工状態監視方法は、加工工具の回転数、刃数及び固有振動数を入力する工程と、加工時の前記加工工具又はワークの振動をフーリエ級数展開により解析した周波数と加速度とからなる周波数スペクトルを得る工程と、前記回転数及び前記刃数から算出された工具通過周波数でのピーク加速度である T P F ピークが、前記周波数スペクトルに予め設定された前記工具通過周波数のピーク閾値である T P F 閾値と比較され、前記 T P F ピークが前記 T P F 閾値を越えた回数を、T P F 閾値越え積算表示部に表示させる工程と、前記固有振動数でのピーク加速度である f 0 ピークが、前記周波数スペクトルに予め設定された前記固有振動数のピーク閾値である f 0 閾値と比較され、前記第 f 0 ピークが前記 f 0 閾値を越えた回数を、f 0 閾値越え積算表示部に表示させる工程と、T P F 閾値越え回数と f 0 閾値越え回数とを比較して変化表示部に表示させる工程と、を有している。

【 0 0 1 1 】

また、この加工状態監視方法では、機械主軸の空転時の振動を閾値に設定する工程と、記機械主軸の加工時に検出される加工振動が、前記閾値を超えたか否かを判断する工程と、前記加工振動が前記閾値を越えたと判断された際、加工工具又はワークの振動をフーリエ級数展開により解析する工程と、を有することが好ましい。

【 0 0 1 2 】

さらに、この加工状態監視システムは、加工工具の回転数、刃数及び固有振動数を入力する入力設定部と、加工時の前記加工工具又はワークの振動をフーリエ級数展開により解析した周波数と加速度とからなる周波数スペクトルを表示する周波数スペクトル表示部と、前記回転数及び前記刃数から算出された工具通過周波数でのピーク加速度である T P F ピークが、前記周波数スペクトルに予め設定された工具通過周波数のピーク閾値である T P F 閾値と比較され、前記 T P F ピークが前記 T P F 閾値を越えた回数を表示させる T P F 閾値越え積算表示部と、前記固有振動数でのピーク加速度である f 0 ピークが、前記周波数スペクトルに予め設定された前記固有振動数のピーク閾値である f 0 閾値と比較され、前記 f 0 ピークが前記 f 0 閾値を越えた回数を表示させる f 0 閾値越え積算表示部と、T P F 閾値越え回数と f 0 閾値越え回数とを比較して表示させる変化表示部と、を備えている。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明に係る加工状態監視方法及びシステムでは、加工工具を介してワークに加工処理

10

20

30

40

50

を施す際、工具通過周波数（ＴＰＦ）でのピーク発生回数と固有振動数でのピーク発生回数との相関関係を見ることができる。そして、両者の関係の変化比から、例えば、ワークの加工が正常状態からびびり振動（異常状態）に移行する予兆期であることを、迅速且つ正確に判断することが可能になる。このため、びびり振動が発生する前に、迅速且つ有効に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】 本発明の実施形態に係る作業機械の加工状態監視システムが適用される作業機械の概略説明図である。

【図 2】 前記加工状態監視システムを構成するコントローラの説明図である。

10

【図 3】 前記加工状態監視システムを構成する表示ユニットの構成説明図である。

【図 4】 ワークの加工状態の変化を時間と振動との関係で示す説明図である。

【図 5】 前記ワークの加工開始直後のスペクトルの説明図である。

【図 6】 前記ワークの加工初期のスペクトルの説明図である。

【図 7】 びびり予兆期のスペクトルの説明図である。

【図 8】 前記びびり予兆期が進行した状態のスペクトルの説明図である。

【図 9】 びびり時のスペクトルの説明図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

図 1 に示すように、本発明の実施形態に係る作業機械の加工状態監視システム 1 0 は、工作機械 1 2 に適用される。

20

【 0 0 1 6 】

工作機械 1 2 は、ハウジング 1 4 内にベアリング 1 6 を介して回転可能に設けられるスピンドル（主軸） 1 8 と、前記スピンドル 1 8 に着脱自在なボーリングバー（加工工具） 2 0 とを備える。ボーリングバー 2 0 の先端には、中ぐり用バイト 2 2 が装着されている。作業テーブル 2 4 上には、ワーク W が載置されている。

【 0 0 1 7 】

加工状態監視システム 1 0 は、ボーリングバー 2 0 による加工が開始される際に発生する振動を検出するために、ハウジング 1 4 の側部に装着される加速度センサ 2 6 又は音波により振動音を取得するマイクロフォン 2 8 の少なくとも一方を備える。加速度センサ 2 6 及び（又は）マイクロフォン 2 8 は、コントローラ 3 0 に接続されるとともに、前記コントローラ 3 0 は、機械制御盤 3 2 に接続される。機械制御盤 3 2 は、工作機械 1 2 を制御するものであり、制御操作盤 3 4 に接続される。

30

【 0 0 1 8 】

図 2 に示すように、コントローラ 3 0 は、加速度センサ 2 6 及び（又は）マイクロフォン 2 8 により検出された機械的振動（加工振動）をアンプ及びフィルタ回路 3 6 により増幅して取り込む演算ユニット（演算機構） 3 8 を備える。

【 0 0 1 9 】

演算ユニット 3 8 には、スピンドル 1 8 の回転数、バイト 2 2 の刃数及び固有振動数等を入力する入力設定ユニット（入力設定部） 4 0 が接続される。入力設定ユニット 4 0 では、監視や識別判定のための予兆閾値や警告閾値等の値が設定可能である。

40

【 0 0 2 0 】

演算ユニット 3 8 には、加工状態判断ユニット 4 4 と、後述する演算処理により調整される主軸回転数や閾値越えのカウントアップ信号を出力するための出力ユニット 4 6 とが接続される。演算ユニット 3 8 には、演算結果や検出結果等を画面表示する表示ユニット 4 8 が接続される。

【 0 0 2 1 】

図 3 に示すように、表示ユニット 4 8 は、第 1 トータルパワー表示部 5 0 a、第 2 トータルパワー表示部 5 0 b、周波数スペクトル表示部 5 2、周波数流れ表示部 5 4、閾値越え積算表示部 5 6 及び変化表示部 5 8 を備える。これらは、単一の表示画面に表示されて

50

おり、それぞれの詳細な説明は後述する。

【 0 0 2 2 】

このように構成される加工状態監視システム 1 0 による加工状態監視方法について、以下に説明する。

【 0 0 2 3 】

図 1 に示すように、工作機械 1 2 では、ボーリングバー 2 0 を取り付けたスピンドル 1 8 が回転駆動されるとともに、ワーク W の下穴 W a に沿って繰り出される。そして、ボーリングバー 2 0 がワーク W の下穴 W a 側に相対的に移動する。このため、ボーリングバー 2 0 が回転し、このボーリングバー 2 0 に装着されたバイト 2 2 を介して下穴 W a を構成する内壁面にボーリング加工が施される。

10

【 0 0 2 4 】

コントローラ 3 0 では、機械加工を開始する前に、スピンドル 1 8 の空転時の振動を加速度センサ 2 6 及び（又は）マイクロフォン 2 8 により取得し、この値を許容値（閾値）として設定している。そして、スピンドル 1 8 により加工が開始され、アンプ及びフィルタ回路 3 6 を介して取り込まれる加工振動が許容値を超えた時点で、フーリエ変換（フーリエ級数展開）による演算解析が行われる。

具体的には、時間振動 $f(t)$ は、

【 0 0 2 5 】

$f(t) = \sum (a_j \cos 2\pi J t + b_j \sin 2\pi J t)$ で表される。なお、 a_j

20

は、周波数 J の余弦調和成分フーリエ係数であり、 b_j は、周波数 J の正弦調和成分フーリエ係数である。

【 0 0 2 6 】

そして、周波数 J に対するフーリエ係数は、 $a_j = 1 / 2 T \int_0^T f(t) \cos(2\pi J t) dt$ 、及び $b_j = 1 / 2 T \int_0^T f(t) \sin(2\pi J t) dt$ に基づい

て、フーリエ級数展開を行う。なお、積分区間は、 $0 \sim T$ であり、この積分区間 T は、周期 $1 / J$ の整数倍とする。ここで、実際にびびりが生じる振動数、例えば、 $10 \text{ Hz} \sim 10,000 \text{ Hz}$ に限定する。

【 0 0 2 7 】

次いで、表示ユニット 4 8 では、加工振動の加速度 (G) を 2 乗した値 (G^2) の和を示すトータルパワーが第 1 トータルパワー表示部 5 0 a 及び第 2 トータルパワー表示部 5 0 b に表示される。第 1 トータルパワー表示部 5 0 a では、縦軸に加速度を 2 乗した値の和が表示され、横軸に秒単位の経過時間が表示される（短時間表示）。第 2 トータルパワー表示部 5 0 b では、縦軸に加速度を 2 乗した値の和が表示され、横軸に分単位の経過時間が表示される（長時間表示）。

30

【 0 0 2 8 】

ここで、トータルパワーの振動に対しては、別途設定される予兆閾値と警告閾値の 2 段階の設定が可能である。また、加工中に閾値越えの加工振動が発生した際には、その信号は、選択的に出力ユニット 4 6 を通じて外部出力される。

40

【 0 0 2 9 】

表示ユニット 4 8 には、周波数スペクトル表示部 5 2 が設けられている。周波数スペクトル表示部 5 2 では、フーリエ解析により演算された周波数 Hz を横軸に、加速度 G を縦軸にした周波数スペクトルが表示される。この周波数スペクトル表示部 5 2 においても、加工振動のピーク周波数に対応した変化データを取得するための予兆閾値と、異常発生時の周波数ピークが出た際のアラームとしての警告閾値との 2 つの閾値が設定される。

【 0 0 3 0 】

取得した加工振動が、周波数スペクトル表示部 5 2 に設定された予兆閾値の値を超えた場合には、そのカウントアップ信号は、閾値越え積算表示部 5 6 に送られて、積層グラフに表示される。ここで、カウントアップされた信号が、工具通過周波数 (Tool - Pa

50

ssing-Frequency) (以下、TPFともいう)、固有振動数(以下、 f_0 ともいう)又はそれ以外の信号であるかが判別され、それぞれ所定のTPF表示欄(TPF閾値越え積算表示部)56a、固有振動数表示欄(f_0 閾値越え積算表示部)56b及びその他表示欄56cに積層グラフとして表示される。また時間経過とともに最も強い周波数がどのように表れるかを示している周波数流れ表示部54がある。

【0031】

以下に、TPF、固有振動数及びそれ以外の周波数のピークについて説明する。図4には、多刃でボーリング加工を行った時の加工振動が示されている。縦軸は、振動量の大きさである加速度Gであり、横軸は、時間である。

【0032】

図4中、左側が加工開始点であり、加工の途中までは、びびりのない加工状態を表している。そして、加工の途中で、加速度Gが $\pm 1G$ を越えた時点で、びびり状態になったものと認められる。

【0033】

ここで、びびり振動を判定するパラメータとして、加工刃先がワークWに当接する工具通過周波数 = (主軸の回転数 / 60) × 刃数と、固有振動数とがある。この2つのパラメータであるTPFと f_0 の出力とびびり振動との関係を、以下の図5～図9に沿って説明する。なお、図5～図9は、振動をフーリエ変換した周波数スペクトルの説明図のである。また、縦軸は、振動加速度Gであり、横軸は、周波数Hzである。

【0034】

図5は、図4に示すボーリング加工において、加工開始後のしばらくの間の周波数スペクトルを表している。これは、びびりの無い状態であり、スペクトルは、TPFの周波数である67Hzにピーク加速度が発生している。この振動の加速度は、0.015Gと小さく、びびりの無い正常な切削が行われている。

【0035】

さらに、加工時間が経過すると、図6に示すように、TPF以外の他の多くのピーク周波数が発生し始める。他の周波数でピーク加速度が表れているため、TPF信号が不明確になっている。なお、TPFのピーク加速度は、図5と略同様の0.013Gを示している。

【0036】

図7に示すように、加工の進行に伴って、びびりの予兆期に入ると、TPF以外の振動量(ピーク加速度)がさらに増加し、TPFのピーク加速度の明確性が低下する。この状態は、TPFの振動ピーク以外に多数の振動ピークが出ており、固有振動数のピーク振動の有無も不明確である。

【0037】

そして、図8に示すように、予兆期の加工が進むと、固有振動数である323Hzのピーク加速度が顕著になっている。このピーク加速度は、0.04G程度と低く、びびりの予兆期であって、完全なびびり状態となっているとは見なされない。TPFでは、図7の状態と同様に、ピーク加速度が0.013G程度を維持されているが、固有振動数の振動ピークが0.04G超と急進しているため、判別が困難である。

【0038】

加工時間がさらに進んで、完全なびびり期(再生びびり)に入ると、図9に示すように、固有振動数(323Hz)のピーク加速度が、図8の状態から、7倍以上に大きな値となる。その際、TPFの振動も発生しているが、びびり振動が大きく生じているため、判別不能となっている。

【0039】

上記のように、びびりが無い状態では、切削振動としてTPFの振動が大きく表れる一方、びびりが発生した状態では、固有振動数の振動が、TPFの振動より大きく表れている。このため、びびりに関連するパラメータは、TPFと固有振動数の2つであり、TPFと固有振動数のピーク加速度の推移を監視することにより、びびりの予兆期を判定する

10

20

30

40

50

ことができる。

【 0 0 4 0 】

そこで、本実施形態では、事前の準備として、監視のパラメータの1つである固有振動数を入力設定ユニット40に入力しておく。固有振動数は、FFTアナライザを使用したインパクト加振法により検出することができる。また、既に取得したびびりの振動数から算出することもできる。監視のパラメータの他の1つであるTPFは、スピンドル18の回転数及びバイト22の刃数から算出されるため、前記回転数及び前記刃数を入力設定ユニット40に入力しておく。

【 0 0 4 1 】

次いで、上記のように、スピンドル18が回転してワークWの加工が行われ、加工振動をフーリエ級数展開により解析した周波数と加速度とからなる周波数スペクトルが得られる。そして、工具通過周波数でのピーク加速度(TPFピーク)が、周波数スペクトルに予め設定された前記工具通過周波数のピーク閾値(TPF閾値)と比較される。TPFピークがTPF閾値を越えた回数は、閾値越え積算表示部56のTPF表示欄56aに表示される。

10

【 0 0 4 2 】

一方、固有振動数でのピーク加速度(f_0 ピーク)が、周波数スペクトルに予め設定された前記固有振動数のピーク閾値(f_0 閾値)と比較される。 f_0 ピークが f_0 閾値を越えた回数は、閾値越え積算表示部56の固有振動数表示欄56bに表示される。

【 0 0 4 3 】

さらに、変化表示部58には、TPF閾値越え回数と f_0 閾値越え回数とを比較して表示させる。具体的には、 f_0 閾値越え回数/TPF閾値越え回数の変化比を経時順に瞬時に判断し、チャートにより表示させる。このチャートで比較するパラメータは、それぞれの閾値越え回数の積算値に重み付けをできるゲイン選択を含めて、別画面により設定することができる。変化表示部58に表示された変化比が、所定の値を超えた際、びびり状態にあると判断することができる。また、変化比が一定値を越えた際、直ちに回転数を変更したり、送り速度を変更したりして、びびりを回避するためのフィードバックをかけることも可能である。

20

【 0 0 4 4 】

この場合、本実施形態では、ボーリングバー20を介してワークWに加工処理を施す際、工具通過周波数(TPF)でのピーク発生回数と固有振動数でのピーク発生回数との相関関係を見ることができる。そして、両者の関係の変化比から、例えば、ワークの加工が正常状態からびびり振動(異常状態)に移行する予兆期であることを、迅速且つ正確に判断することが可能になる。このため、びびり振動が発生する前に、迅速且つ有効に対応することができる。

30

【 0 0 4 5 】

しかも、変化表示部58には、TPF閾値越え回数と f_0 閾値越え回数とを比較して表示させている。従って、加工状態がリアルタイムで視認可能となり、判断基準の正確性の判断やエラー判断等の基準となり、作業性の向上が容易に図られる。

【 符号の説明 】

40

【 0 0 4 6 】

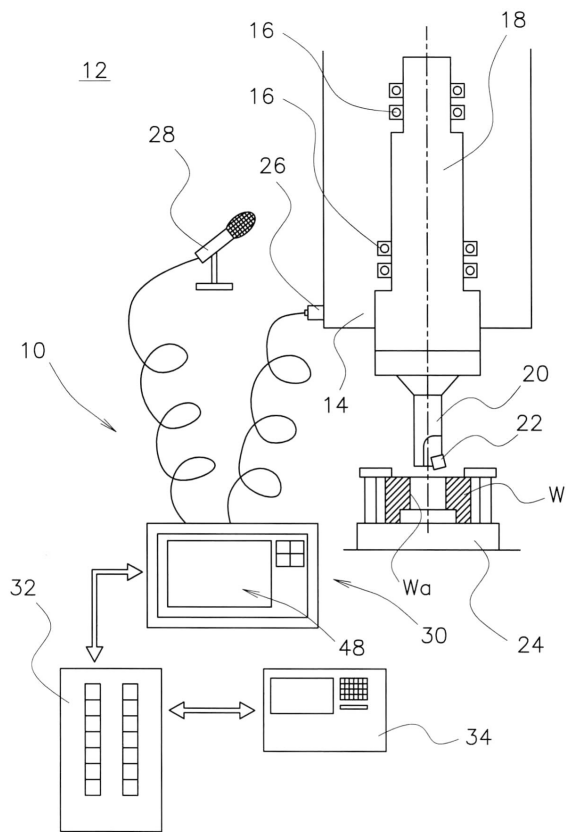
1 0 ...加工状態監視システム	1 2 ...工作機械
1 4 ...ハウジング	1 8 ...スピンドル
2 0 ...ボーリングバー	2 2 ...バイト
2 6 ...加速度センサ	2 8 ...マイクロフォン
3 0 ...コントローラ	3 2 ...機械制御盤
3 4 ...制御操作盤	3 8 ...演算ユニット
4 0 ...入力設定ユニット	4 4 ...加工状態判断ユニット
4 6 ...出力ユニット	4 8 ...表示ユニット
5 0 a、5 0 b ...トータルパワー表示部	

50

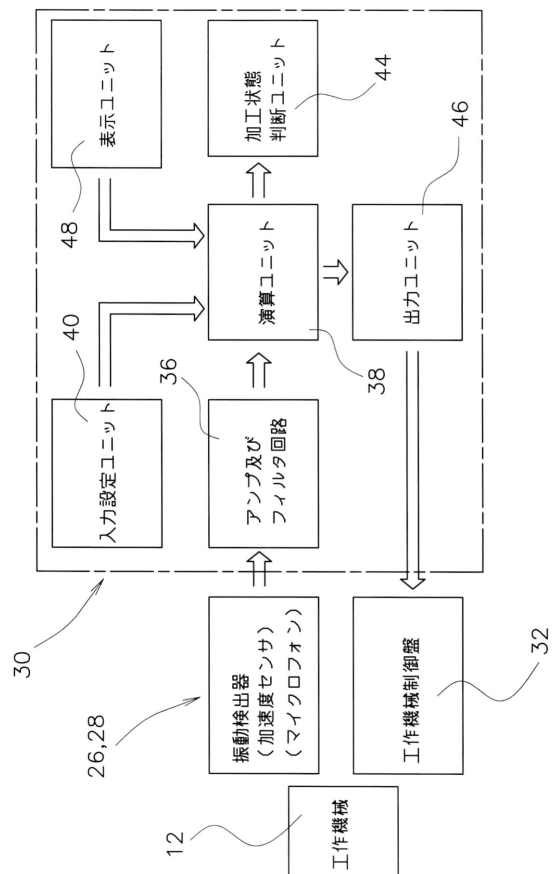
5 2 ...周波数スペクトル表示部
5 6 ...閾値越え積算表示部

5 4 ...周波数流れ表示部
5 8 ...変化表示部

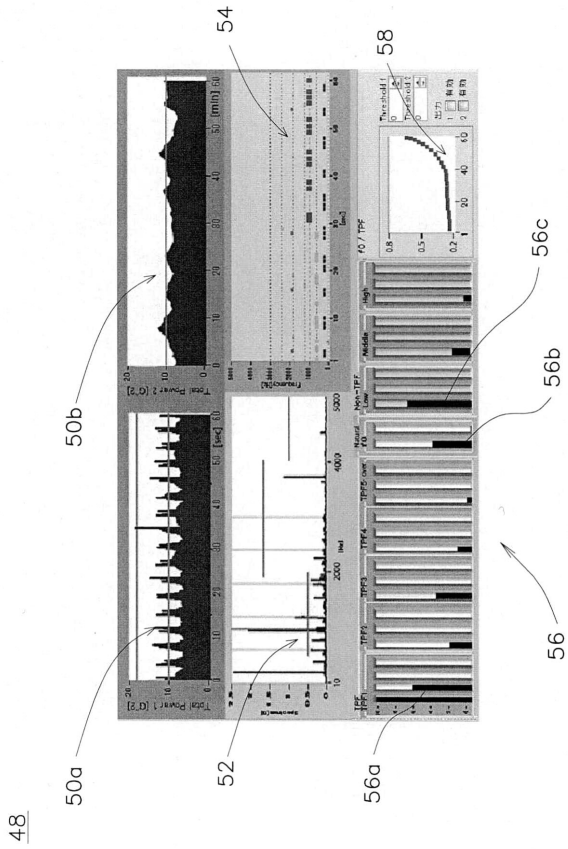
【図1】



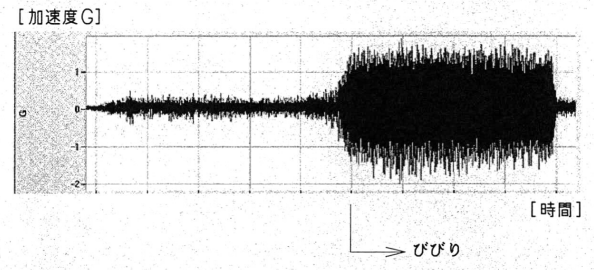
【図2】



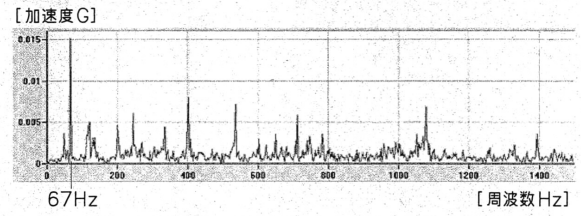
【図3】



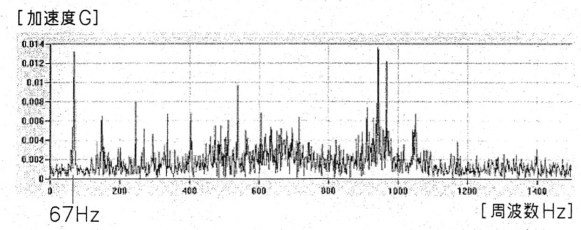
【図4】



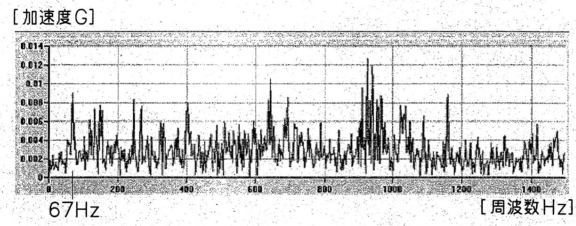
【図5】



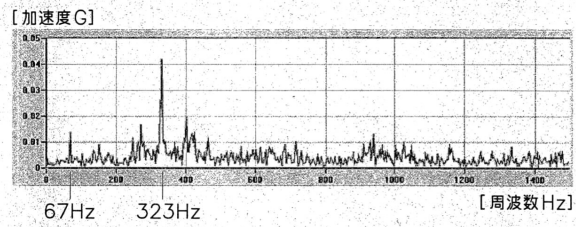
【図6】



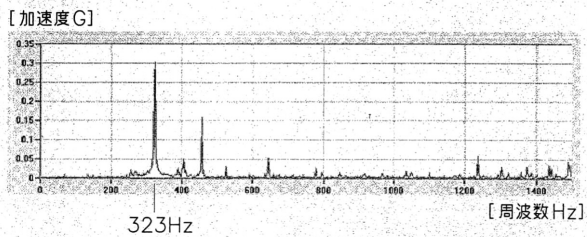
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2014-83674(JP,A)
特開2013-837(JP,A)
特開2014-140918(JP,A)
特開2013-36912(JP,A)
再公表特許第00/73018(JP,A1)
欧州特許出願公開第2821870(EP,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23Q 15/00 - 15/28
B23Q 17/00 - 17/24
G05B 19/18 - 19/416