

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6629672号
(P6629672)

(45) 発行日 令和2年1月15日 (2020.1.15)

(24) 登録日 令和1年12月13日 (2019.12.13)

(51) Int.Cl.
B23Q 17/09 (2006.01)

F I
B23Q 17/09 Z

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-103357 (P2016-103357)	(73) 特許権者	507250427
(22) 出願日	平成28年5月24日 (2016.5.24)		日立GEニュークリア・エナジー株式会社
(65) 公開番号	特開2017-209743 (P2017-209743A)		茨城県日立市幸町三丁目1番1号
(43) 公開日	平成29年11月30日 (2017.11.30)	(74) 代理人	110001689
審査請求日	平成30年9月11日 (2018.9.11)		青陵特許業務法人
		(72) 発明者	西川 顕二
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	佐野 靖
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	岡田 真
			茨城県日立市幸町三丁目1番1号 日立G
			Eニュークリア・エナジー株式会社

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被削材を切削加工する加工装置であって、
被削材を加工する工具を保持する主軸と前記主軸を回転駆動する駆動部とを備えた加工装置本体と、
前記加工装置本体の前記駆動部で回転駆動している前記主軸から得られる信号を測定する測定部と、
前記主軸から得られる信号のうち前記主軸が正常に動作しているときに得られる信号を格納する正常信号記憶部と、
前記測定部で測定して得た測定信号および前記正常信号記憶部に記憶された正常信号を所定の時間間隔ごとに所定の時間分だけ取出して処理する信号処理部と、
前記信号処理部で前記測定信号と前記正常信号とを前記所定の時間分だけ所定の時間間隔ごとに処理した結果を積分する積分処理部と、
前記積分処理部で積分処理した結果に基づいて前記加工装置本体を制御する加工機指令部とを備え、
前記信号処理部は、前記測定信号と前記正常信号を所定の時間分だけ所定の時間間隔ごとに取出した信号の信号波形について、波形の振幅方向に指定した間隔で複数本の標本線を設定し、該設定した各標本線と前記測定信号の波形が交差する回数をカウントするとともに、前記交差して前記測定信号の波形が前記標本線よりも大きくなっている時間を計測し、該カウントした回数と前記測定信号の波形が前記標本線よりも大きくなっている時間

10

20

とについて統計処理を行ってカウントデータ量を求める
ことを特徴とする加工装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の加工装置であって、前記測定部は、前記加工装置本体の前記駆動部で回転駆動している前記主軸から得られる電流値、電力値、加速度、又は切削力の信号を測定することを特徴とする加工装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の加工装置であって、前記積分処理部は、前記信号処理部で前記測定信号を処理して得られた信号の積分値と前記正常信号を処理して得られた信号の積分値とを求め、前記測定信号を処理して得られた信号の積分値に含まれる前記正常信号を処理して得られた信号の積分値の割合を求めることを特徴とする加工装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 記載の加工装置であって、
前記積分処理部は、前記信号処理部で処理して求めたカウントデータ量を、前記所定の時間間隔ごとに時間積分することにより時間軸における前記測定信号のデータ量と前記正常信号のデータ量を求め、前記測定信号のデータ量に含まれる前記正常信号のデータ量の割合を求めることを特徴とする加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、加工装置に関し、特に工具の異常を予測する機能を備えた加工装置に関する。

【背景技術】

【0002】

切削工具などの加工工具の異常や寿命を検知できる方法および装置が特開 2005-22052 号公報（特許文献 1）に記載されている。この公報には、「加工工具の加工毎の累積消費電力を求める累積消費電力演算部を備え、この累積消費電力演算部で求めた 1 加工当たりの累積消費電力量を記憶部に記憶させた基準消費電力量と比較して、加工工具の異常・寿命を判定する。基準消費電力量を新品の加工工具による初回 1 回加工時の累積消費電力とするのが望ましい。また、累積消費電力は加工工具の空転によって消費される電力相当分を除いて求めるのが望ましい。切削工具の製造バラツキや使用環境等のバラツキによる誤差を排除して、工具寿命を正確に検知できるため、工具費用を飛躍的に削減できる。」と記載されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005-22052 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

40

特許文献 1 には、加工工具の異常や寿命を検知できる方法および装置が記載されている。しかし、特許文献 1 に記載された装置は、累積消費電力量が基準消費電力量と比較してある閾値を超えると工具の異常もしくは寿命と判断するもので、工具がほとんど摩耗しなかった場合でも、一定の電力量を消費すると、まだ加工ができる状態で工具の異常と判断してしまい、工具を交換することになる。

【0005】

また、消費電力と工具の摩耗状態に相関があるとは言えないので、工具のチッピング等の異常が発生してから、異常と判断する可能性もある。この際、異常状態の工具で加工を進めることとなり、主軸とワークの衝突や、被削材に所望の加工ができず不良品を出す可能性がある。

50

【0006】

また、特許文献1には、累積電力量だけでなく、「消費電力に対して瞬時の閾値と比較して加工工具の異常・寿命を判定すること」を特徴とする。」と記載があるが、加工中の突発的な切り屑かみこみ等による電力値増加や、ノイズによる瞬間的な電力値増加によって、工具が異常ではない状態でも、異常と判断する場合が考えられる。

【0007】

従って、特許文献1に記載されている従来技術では、製品となる被削材の精度確保および歩留まり向上などの生産安定化のために、工具摩耗がまだ進展していない状態で工具を交換する管理が行われており、工具交換回数の増加による加工リードタイム増加や使用工具本数増加による工具費用増加などが課題となる。

10

【0008】

そこで、本発明は、工具摩耗の進展を加工装置の信号で測定し、工具が異常状態になる前に異常判定を検出することを可能にする加工装置を提供する。

【0009】

すなわち、本発明は、上記した従来技術の課題を解決して、工具が異常な加工を起こす前の摩耗状態まで加工することを可能にして、各工具の使用期間を向上させ、工具交換回数低減による加工リードタイム短縮や使用工具本数減少による工具費用削減などを可能にする工具の異常を予測する機能を備えた加工装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

20

上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。

本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、被削材を切削加工する加工装置を、被削材を加工する工具を保持する主軸とこの主軸を回転駆動する駆動部とを備えた加工装置本体と、加工装置本体の駆動部で回転駆動している主軸から得られる信号を測定する測定部と、主軸から得られる信号のうち主軸が正常に動作しているときに得られる信号を格納する正常信号記憶部と、測定部で測定して得た測定信号および正常信号記憶部に記憶された正常信号を所定の時間間隔ごとに所定の時間分だけ取出して処理する信号処理部と、信号処理部で測定信号と正常信号とを所定の時間分だけ所定の時間間隔ごとに処理した結果を積分する積分処理部と、積分処理部で積分処理した結果に基づいて加工装置本体を制御する加工機指令部とを備えて構成した。

30

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、工具が異常な加工を起こす前の摩耗状態まで加工することができるため、各工具の使用期間が向上し、工具交換回数低減による加工リードタイム短縮や使用工具本数減少による工具費用削減などの効果が得られる。

【0012】

上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施形態の説明より明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施例1に係る工具の異常を予測する機能を備えた加工装置の概略の構成を示すブロック図である。

40

【図2】本発明の実施例1に係る切削工具の外観を示す斜視図である。

【図3】本発明の実施例1に係る切削工具における工具摩耗の例を示す切削交互の先端部分付近の斜視図である。

【図4】本発明の実施例1に係る工具の異常を予測する加工装置の動作フローを示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施例1に係る測定信号の電流値を示す電流波形図である。

【図6】本発明の実施例1に係る正常信号の電流値を示す電流波形図である。

【図7】本発明の実施例1に係る測定信号から一定時間のデータを抜き出す例を示す電流波形図である。

50

【図 8】本発明の実施例 1 に係る抜き出した信号に対して標本線を設定する例を示す電流波形図である。

【図 9】本発明の実施例 1 に係る標本線から交差カウントおよびカウント量の説明をする電流波形図である。

【図 10】本発明の実施例 1 に係る測定信号を処理して得られたカウントデータ量を説明するヒストグラムである。

【図 11】本発明の実施例 1 に係る正常信号を処理して得られたカウントデータ量を説明するヒストグラムである。

【図 12】本発明の実施例 1 に係る工具摩耗幅と正常データ割合の関係を示すグラフである。

10

【図 13】本発明の実施例 1 に係る入力部の構成と、制御部、加工装置本体との関係を示すブロック図である。

【図 14 A】本発明の実施例 1 に係る入力部の信号処理方法を入力する表示画面の例を示す画面の正面図である。

【図 14 B】本発明の実施例 1 に係る入力部の信号処理方法で事前処理方法を選択したときの表示画面の例を示す画面の正面図である。

【図 15】本発明の実施例 2 に係る工具の異常を加速度データで予測する加工装置の概略の構成を示すブロック図である。

【図 16】本発明の実施例 3 に係る工具の異常を切削力データで予測する加工装置の概略の構成を示すブロック図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明は、加工機で測定した切削力、切削工具を駆動するモータの電流値・電力値を測定し、それらの値の変化から工具の摩耗を所望の摩耗幅で検知できる検知アルゴリズムで解析して工具の異常を予測し、加工条件又は加工機の動作を制御するようにしたものである。

【0015】

特に、工具の摩耗幅と工具を駆動する主軸を駆動する駆動信号との相関が高いことに着目して、主軸を駆動する電流値を測定して得たデータから電流値の振幅の大きさの特徴をパターン認識による解析手法を用いて解析することにより、工具の摩耗を所望の摩耗幅で検知できるようにしたものである。

30

【0016】

また、本発明では、加工機で測定した切削力、切削工具を駆動するモータの電流値・電力値を測定して得たデータから、測定データに占める正常データの割合の変化から摩耗の進展度合いを推定する、摩耗進展に追従した処理方法を提供するものである。

【0017】

即ち本発明は、被削材を切削加工する加工装置を、被削材を加工する工具を回転させる主軸と、前記主軸の信号を測定する測定装置と、正常信号を格納する正常信号記憶部と、対象の加工で測定した信号である測定信号および正常信号を時間ごとに信号処理する信号処理部と、信号処理部で処理された出力信号について時間ごとの出力の大きさをカウントし、カウントされた結果を時間積分する積分処理部と、積分処理後の正常信号と測定信号の処理結果より閾値を設定し、閾値を超えたときに加工機を制御する加工機指令部とを含んで構成したものである。

40

【0018】

以下、実施例を図面を用いて説明する。本実施の形態を説明するための全図において同一機能を有するものは同一の符号を付すようにし、その繰り返しの説明は原則として省略する。ただし、本発明は以下に示す実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。本発明の思想ないし趣旨から逸脱しない範囲で、その具体的構成を変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。

【実施例 1】

50

【0019】

本実施例では、工具の異常を電流値もしくは電力値で予測する加工装置の例を説明する。

図1は、本実施例に係る工具の異常を予測する機能を備えた加工装置100の構成と信号の流れを示すブロック図である。本実施例に係る工具の異常を予測する加工装置100は、加工装置本体13と、測定データを演算し加工機の制御命令を出力する演算部14と、正常データが記憶されている正常データ記憶部12と、加工装置の設定を入力する入力部15を備えている。

【0020】

加工装置本体13では、切削工具1を主軸3で固定し、主軸モータ5で主軸3を回転させることで被削材2を所望の形状に加工する。このとき、NCプログラムが記憶されたNC装置7からの指令により、サーボアンプ6が主軸モータ5に inputsする電圧値と電流値を制御する。これにより、指令通りの回転数にて主軸モータ5を回転させる。

【0021】

ここでは、加工機の電流値もしくは電力値を測定する例について説明する。対象とする加工の測定信号は、サーボアンプ6と主軸モータ5の間より得られた電圧値と電流値を、演算部14の測定装置8で測定する。このとき、測定は電圧センサや電流センサを用いても良い。

【0022】

測定装置8で測定された測定信号は、信号処理部9で一定時間分ごとの波形を抜き出し、抜き出した波形に対して指定の事前信号処理を行う。このとき、事前信号処理方法はローパスフィルタ、ハイパスフィルタ、バンドパスフィルタや、移動平均フィルタなどのノイズ除去フィルタで行っても良い。

【0023】

一方、正常信号は正常データ記憶部12から出力される。正常データ記憶部12では、切削工具1が正常状態で被削材2を加工した時にサーボアンプ6と主軸モータ5の間より得られた電圧値と電流値を演算部14の測定装置8で測定した信号が記憶されている。このとき、正常状態とは切削工具1に工具摩耗が進展していない1パス目を加工するときのデータを用いても良い。

【0024】

正常データ記憶部12から出力されて信号処理部9に inputsされた正常信号は、測定信号と同間隔の一定時間分ごとの波形を抜き出され、必要に応じて事前信号処理が施される。

【0025】

信号処理部9で処理された測定信号と正常信号は、積分処理部10にて統計処理および積分計算され、工具摩耗の進展を指標とするカウント数に変換される。

【0026】

続いて加工機指令部11では、積分処理部10で処理された正常信号より閾値を設定する。積分処理部10で処理された測定信号の出力値が、この閾値を超えたときに、入力部15で指定した加工装置本体13の動作方法を実施する指令を、加工装置本体13のNC装置7に出す。このときの指令は、工具交換、加工条件調整、工具退避でも良い。

【0027】

図2に切削工具1の例を、図3に切削工具1の工具摩耗の例を示す。切削工具1では、刃先20部分で被削材2を加工する。加工前の新品状態では刃先20は摩耗していないが、加工が進むと工具刃先20の逃げ面23の側において工具摩耗21が進展する。このときの逃げ面23の摩耗幅22が増大すると、切削力の増加、加工振動発生、加工精度悪化、工具折損などの加工異常が発生する。そのため、加工異常が発生する前に逃げ面23の摩耗幅22の進展具合を検知し、加工装置本体13を制御する必要がある。

【0028】

図4は切削工具1の異常を予測する加工装置100の動作フローを示すフローチャートの例である。先ずステップS30で条件の inputsを行う。 inputsする条件としては、NC装置

10

20

30

40

50

7で制御する加工データ、サーボアンプ6の制御方法、演算部14における信号処理方法などである。

【0029】

条件の入力を終了したら、ステップS31で測定対象の加工を開始する。加工開始と同時に、ステップS32で加工機の主軸3を駆動する信号を測定装置8で測定する。このとき測定する信号は、主軸3と連結する駆動モータ5を制御するサーボアンプ6から出力される電流値、電力値、および主軸3から直接取得する加速度、切削力などである。次にステップS33で信号処理部9において、測定装置8から出力される測定信号について一定時間分ごとの波形を抜き出し、必要に応じて事前信号処理を行う。また、同時にステップS39より正常データ記憶部12から正常データの入力がある。

10

【0030】

次に、ステップS34にて積分処理部10において、信号処理部9で指定された処理を施された信号波形の積分が行われ、ステップS35で正常信号処理結果より閾値が設定される。次に、ステップS36にて測定信号の処理結果と閾値を比較評価し、測定信号の処理結果が閾値を超えた場合(閾値以上)は、工具の異常が発生する兆候であるという判断のため、ステップS37に進み加工機本体13の制御をおこなう。

【0031】

ここで、ステップS37で実行する加工機本体13の制御の具体的な例としては、切削工具1を交換すること、NC装置7で設定する加工条件の調整、又は切削工具1の退避などである。

20

【0032】

制御が終わると、ステップS38にて終了する。ステップS36で測定信号の処理結果が閾値未満と判定された場合は、切削工具1に異常が無いという判断をして、ステップS31に戻り、加工を継続する。

【0033】

図5は、測定装置8で測定される、電流値を例とする測定信号50のグラフである。切削速度450m/min、一刃送り0.1mm/toothの条件で、幅6mm、深さ2mmの溝を加工した例である。横軸は時間[s]を示し、縦軸は主軸モータ5とサーボアンプ6の間から測定された加工装置の主軸3における電流値[A]である。

【0034】

30

図5に示した信号波形では、すでに主軸3が回転している状態から測定しているため、空転している状態での電流値が0から6秒あたりまで発生しており、6秒あたりから切削工具1が被削材2と接触し、加工が開始される。加工が開始すると、主軸3に負荷が発生するため、主軸モータ5を一定回転数で回転させるための制御がサーボアンプ6から働くため、測定装置8で検出される電流値が増大する。図5は、工具摩耗が約0.2mm進展したときの測定装置8で検出された電流値の測定信号50の例である。

【0035】

図6は、正常データ記憶部12で蓄積されている、図5と同加工条件において、工具摩耗が進展していない新品の切削工具1で加工したときに測定装置8で検出された電流値の信号である。例えば、このときの信号を、正常信号としても良い。もしくは、測定装置8において、新品の切削工具1で1回目を加工するときの信号を、正常信号としても良い。

40

【0036】

図5に示した信号波形では、切削工具1の摩耗が進展した状態で被削材2を加工したため、切削力が増大し、電流値が高くなっていることがわかる。一方、図6に示した正常信号は刃先の状態がシャープなため被削材の切れ味が良く、切削力を低く抑えられるため、正常信号の信号波形60における電流値は、図5における信号波形50の電流値と比べ低いことがわかる。

【0037】

図7は、信号処理部9において一定時間分の測定信号を抜き出す状態を説明するグラフである。ここでは、0.5秒間隔のデータ71を測定信号70および正常信号(図示せず)か

50

ら抜き出す場合を例とする。このデータを抜き出す時の時間間隔は、入力部 15 にて任意に設定しても良い。ただし、1 パス分の加工時間に対して、十分に短く設定する必要がある。

【0038】

図 8 に、図 7 で抜き出した 0.5 秒分の測定信号 71 を示す。このグラフに、波形の時間軸と平行する標本線 40 を、振幅方向に指定した間隔および本数分設定する。標本線 40 の間隔および本数は、入力部 15 にて任意に設定しても良い。ただし、波形の振幅間隔に対して、複数本納まる間隔および本数である必要がある。例えば、図 8 では標本線 1 から標本線 n まで標本線を n 本、電流値が 0A から 30A の範囲で等間隔に設定した場合を例とする。

10

【0039】

図 9 は、代表として図 8 に示した測定信号 71 を標本線 3 で処理する場合を説明する。標本線 3 では、測定信号 71 の波形と交差する部分があり、交差する回数を交差カウント 41 とする。また、測定信号 71 の波形が標本線 3 と交差して測定信号 71 の波形が一旦標本線 3 よりも大きくなってから次の交差がくるまでの標本線 3 の長さ、即ち、標本線 3 が測定信号 71 の波形の電流値以下となる間隔を、カウント量 42 とする。ここで、標本線 3 の場合、交差カウント 41 の値は 18 となり、カウント量 42 は 0.09 秒間なので 0.09 とする。

【0040】

ここで、標本線は 1 から n までであるので、図 8 のグラフよりそれぞれ n 個の交差カウント 41 とカウント量 42 が求まる。標本線 n における交差カウント 41 を X_{1n} 、カウント量 42 を X_{2n} とし、交差カウント 41 とカウント量 42 から構成されたベクトル X を作成する。

20

【0041】

【数 1】

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} \\ X_{12} & X_{22} \\ X_{13} & X_{23} \\ \vdots & \vdots \\ X_{1n-1} & X_{2n-1} \\ X_{1n} & X_{2n} \end{bmatrix} \quad \dots \text{ (数 1)}$$

30

【0042】

次に、統計処理として、行列 X の各列における平均値 $\bar{X}$ と標準偏差 σ を求める。

【0043】

【数 2】

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum_i^n X_{1i}}{n}, \quad \bar{X}_2 = \frac{\sum_i^n X_{2i}}{n}, \quad \sigma_1 = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_{1i} - \bar{X}_1)^2}{n}}, \quad \sigma_2 = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_{2i} - \bar{X}_2)^2}{n}} \quad \dots \text{ (数 2)}$$

40

【0044】

次に、各行列要素を正規化するために、正規化行列 Z を計算する。

【0045】

【数 3】

$$Z_{1i} = \frac{X_{1i} - \bar{X}_1}{\sigma_1}, Z_{2i} = \frac{X_{2i} - \bar{X}_2}{\sigma_2} \quad \text{とすると、} \quad Z = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{21} \\ Z_{12} & Z_{22} \\ Z_{13} & Z_{23} \\ \vdots & \vdots \\ Z_{1n-1} & Z_{2n-1} \\ Z_{1n} & Z_{2n} \end{bmatrix} \quad \dots \text{(数 3)}$$

となる。

【0 0 4 6】

10

次に、相関行列Rを定義する。変数は交差カウンタ数4 1とカウンタ量4 2の2種類となるため、 2×2 の正方行列で作成する。

【0 0 4 7】

【数 4】

$$R = \begin{bmatrix} 1 & \frac{\sum_{i=1}^n X_{1i} \times X_{2i}}{n} \\ \frac{\sum_{i=1}^n X_{2i} \times X_{1i}}{n} & 1 \end{bmatrix} \quad \dots \text{(数 4)}$$

【0 0 4 8】

次に、加工の異常を予測できるよう、波形の特徴化を行うために、カウンタデータ量D

20

を求める。

【0 0 4 9】

【数 5】

$$D = \frac{ZR^{-1}Z^T}{2} \quad \dots \text{(数 5)}$$

【0 0 5 0】

ここで、 R^{-1} は相関行列Rの逆行列を表し、 Z^T を正規化行列Zの転置行列を表す。これにより、信号処理部9で抜き出した0.5秒分のカウンタデータ量Dを求めることができる。

【0 0 5 1】

30

図10に測定信号の評価時間間隔5秒間における0.5秒毎のカウンタデータ量を示す。横軸は時間を示し、縦軸は対数目盛でカウンタデータ量Dを示す。図11に同範囲における正常信号のグラフを示す。図11に示した信号の振幅が小さい正常信号は、カウンタデータ量Dが小さく示される。一方、図10に示した振幅が大きい測定信号はカウンタデータ量が大きく示される。

【0 0 5 2】

次に、積分処理部10にて、求めた測定信号と正常信号それぞれのカウンタデータ量Dのグラフ面積を求めるために、積分処理を行う。ここでは例として、先ほど図10と図11で求めた評価時間間隔5秒間のデータで説明する。図10に示した測定信号を積分処理したデータを測定データ量、図11に示した正常信号を積分処理したデータを正常データ量と定義する。

40

【0 0 5 3】

測定データ量に含まれる正常データ量の割合を求めるため、正常データ量を測定データ量で割った値を正常データ割合Sと定義する。正常データ割合Sは次の式で求まる。

【0 0 5 4】

【数 6】

$$\text{正常データ割合} S = \frac{\int_D^{\text{正常}} dt}{\int_D^{\text{測定}} dt} \times 100 [\%] \quad \dots \text{(数 6)}$$

【0 0 5 5】

50

ここで、図 1 2 に工具摩耗幅と正常データ割合 S の関係を示すグラフを示す。なお、このグラフデータは正常データ記憶部 1 2 に蓄積されていても良い。

【0056】

切削工具 1 が図 2 及び図 3 に示すエンドミルなどの場合、一般的に工具の摩耗幅 2 2 が 0.2~0.4mm になると、加工異常の兆候が始まり、工具を交換するタイミングになる。このため、摩耗幅 2 2 が 0.2~0.4mm になるレベルにおいて、閾値を設定しても良い。例えば、加工を制御する工具摩耗幅を 0.2mm と設定する。ここで、図 1 2 のグラフより、正常データ割合 S の約 50% を閾値とすればよい。

【0057】

今回の例では、5秒間毎にカウントデータ量が求まるため、5秒毎に閾値との比較が実施され、閾値を超えるとステップ S 3 7 にて加工機の制御を行う。さらに短い周期で正常データ割合 S と閾値による制御を実施する場合は、図 7 にて抽出するデータを短くすればよい。または、図 1 0 および図 1 1 におけるカウントデータ量の評価時間を短くすればよい。これらの設定は、入力部 1 5 で設定しても良い。

10

【0058】

図 1 3 に入力部 1 5 の例を示す。入力部 1 5 から入力されたデータは、演算部 1 4 および正常データ記憶部 1 2 に入力され、加工装置本体 1 3 の制御を実施する。

【0059】

入力部 1 5 では、加工データ入力部 5 0 で、被削材の材質、工具の種類、プログラム、パス、および加工条件を入力する。次に、加工制御方法入力部 5 1 で加工機の制御方法を選択する。ここでは、工具交換、工具退避、および加工条件調整から選択する例を示す。

20

【0060】

次に信号処理方法入力部 5 2 にて、演算部 1 4 で演算する信号処理条件を入力する。ここでは、信号処理部 9 で実施する事前処理方法、信号処理部 9 と積分処理部 1 0 で設定する処理時間間隔、積分処理部 1 0 で設定する評価時間間隔、および積分処理部 1 0 で設定する標本線数を入力する例を示す。

【0061】

図 1 4 A に、信号処理方法入力部 5 2 の表示画面 5 2 0 の例を示す。信号処理方法入力部 5 2 の表示画面 5 2 0 には、事前処理方法 5 2 1、処理時間間隔 5 2 2、評価時間間隔 5 2 3、標本線数 5 2 4 を選択する画面が表示される。この画面上で事前処理方法 5 2 1 を選択した場合、図 1 4 B に示すような、事前処理方法選択画面 5 2 1 0 に事前処理方法の具体的な処理方法 5 2 1 1 が表示され、画面上でそのいずれかを選択したマウスでクリックすることにより、選択した処理方法で事前処理が実行される。

30

【0062】

以上では、電流値を用いた例を説明したが、電力値も同様の処理を行えばよい。パラメータの単位が電流値[A]から電力値[W]に代わり、それ以外は実施例 1 と同様である。

【0063】

本実施例によれば、工具が異常な加工を起こす前の摩耗状態まで加工することができるため、各工具の使用期間が向上し、工具交換回数低減による加工リードタイム短縮や使用工具本数減少による工具費用削減などの効果が得られる。例えば、工具径 3 0 0 mm、刃数 2 0 枚の切削工具で溝幅 7 mm、溝長さ 4 0 0 0 mm の溝加工を炭素鋼の被削材で繰返し行う場合、本実施例の適用により、工具費用を約 5 0 % 削減し、加工時間を約 2 0 % 短縮することができる。

40

【実施例 2】

【0064】

次に、切削工具 1 の異常を加速度データで予測する加工装置 1 5 0 0 の実施例を、図 1 5 を用いて説明する。

【0065】

加工装置本体 1 3 1 では、主軸 3 に加速度センサ 3 0 1 が設置されており、加工中の加速度を測定する。加速度を測定することにより、加工中の振動を評価することができる。

50

切削工具 1 の工具摩耗 2 2 が進展すると、切削力が増大し、加工中の振動も併せて増大する。そのため、切削工具 1 の異常を加速度で評価することができる。加速度データは演算部 1 4 1 の測定装置 8 1 に入力される。その後の信号処理部 9 1、積分処理部 1 0 1、加工機指令部 1 1 1 の処理方法は、正常データ記憶部 1 2 1、入力部 1 5 1 を含めてパラメータの単位が電流値[A]から加速度[G]に代え、それ以外は実施例 1 で説明した処理方法と同様である。

【実施例 3】

【0066】

次に、切削工具 1 の異常を切削力データで予測する加工装置 1 6 0 0 の実施例を、図 1 6 を用いて説明する。

10

【0067】

加工装置本体 1 3 2 では、加工装置内のテーブル 3 0 2 に力センサ 3 0 3 が設けられている。力センサ 3 0 3 上に被削材 2 を固定する。加工中の切削力を力センサ 3 0 3 で測定する。切削工具 1 の工具摩耗 2 2 が進展すると、切削力が増大するため、加工中の工具異常の予測ができる。切削力データは測定装置 8 2 に入力される。その後の信号処理部 9 2、積分処理部 1 0 2、加工機指令部 1 1 2 の処理方法は、正常データ記憶部 1 2 2、入力部 1 5 2 を含めてパラメータの単位が電流値[A]から切削力[N]に代え、それ以外は実施例 1 で説明した処理方法と同様である。ここで、力センサはひずみゲージやロードセルを用いても良い。

【0068】

20

上記に説明したように、本発明では、被削材を切削加工する加工方法において、被削材を加工する工具を保持する主軸を加工装置本体の駆動部で回転駆動している状態で前記主軸から得られる信号を測定部で測定し、前記主軸から得られる信号のうち前記主軸が正常に動作しているときに得られる信号を正常信号記憶部に格納し、前記測定部で測定して得た測定信号および前記正常信号記憶部に記憶された正常信号を所定の時間分だけ所定の時間間隔ごとに信号処理部で処理し、前記信号処理部で前記測定信号と前記正常信号とを前記所定の時間分だけ所定の時間間隔ごとに処理した結果を積分処理部で積分し、前記積分処理部で積分処理した結果に基づいて加工機指令部からの指令信号により前記加工装置本体を制御するようにしたものである。

【0069】

30

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換することが可能である。

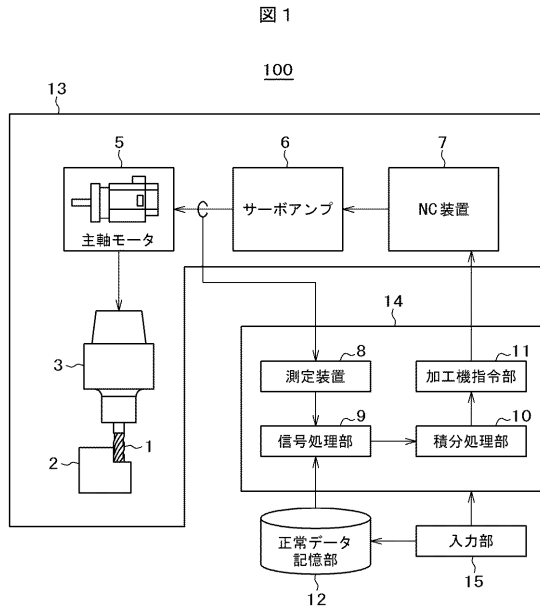
【符号の説明】

【0070】

3 … 主軸 5 … 主軸モータ 6 … サーボアンプ 8, 8 1, 8 2 … 測定装置
9, 9 1, 9 2 … 信号処理部 1 0, 1 0 1, 1 0 2 … 積分処理部 1 1, 1 1 1, 1
1 2 … 加工機指令部 1 2, 1 2 1, 1 2 2 … 正常データ記憶部 1 4, 1 4 1, 1
4 2 … 制御部 1 3, 1 3 1, 1 3 2 … 加工装置本体 1 0 0, 1 5 0 0, 1 6 0 0
… 加工装置。

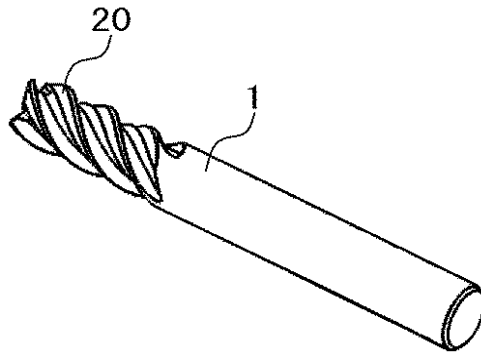
40

【図 1】



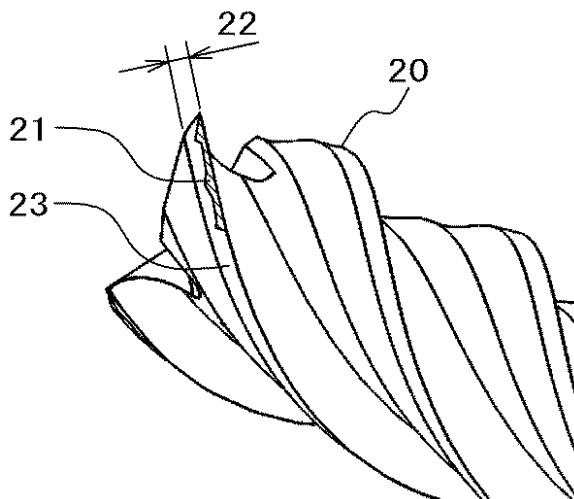
【図 2】

図 2



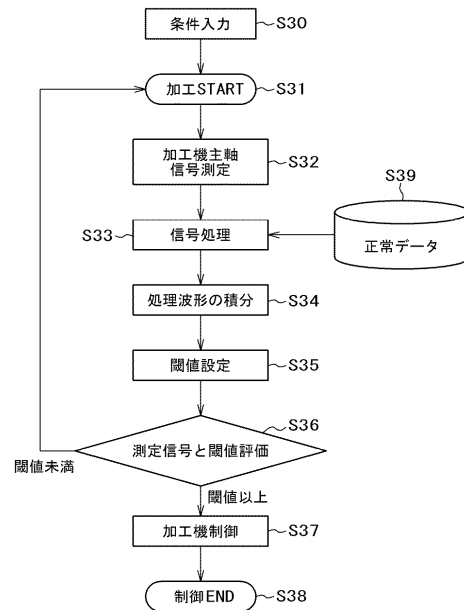
【図 3】

図 3



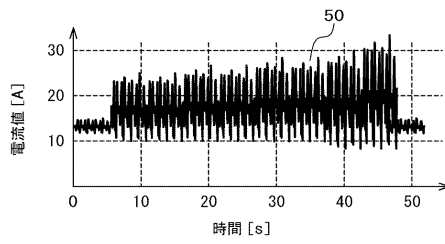
【図 4】

図 4



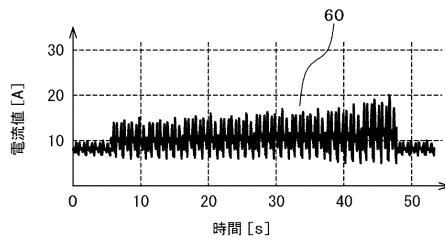
【図 5】

図 5



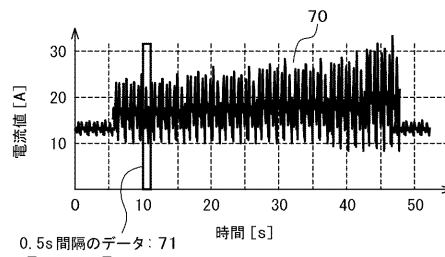
【図 6】

図 6



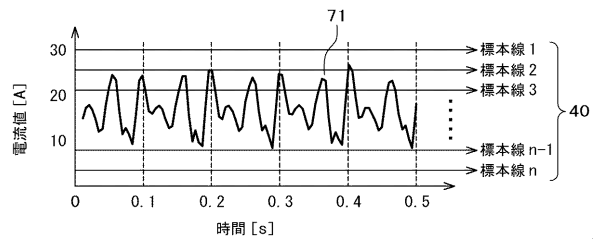
【図 7】

図 7



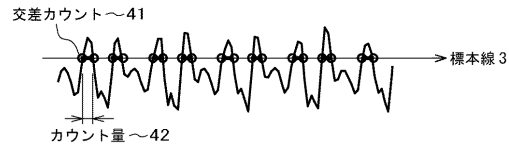
【図 8】

図 8



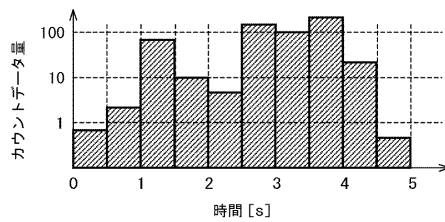
【図 9】

図 9



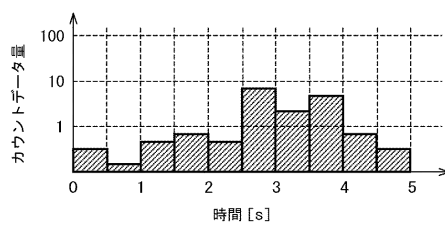
【図 10】

図 10



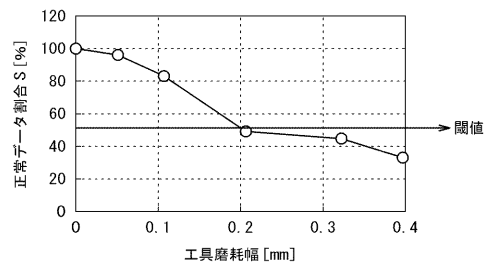
【図 11】

図 11



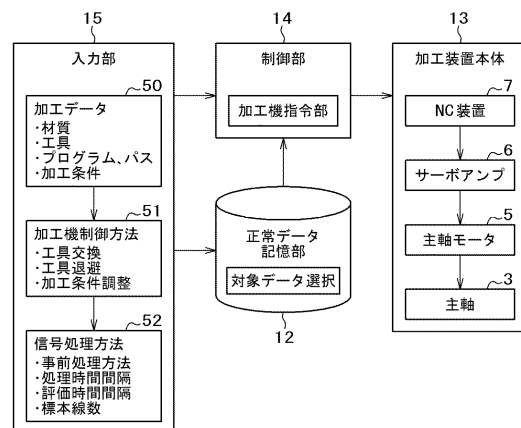
【図 12】

図 12



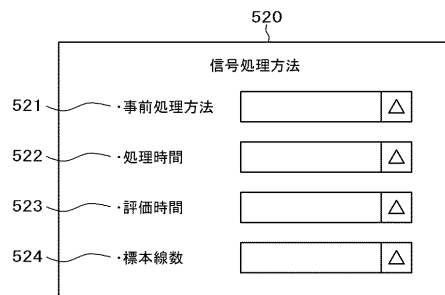
【図 13】

図 13



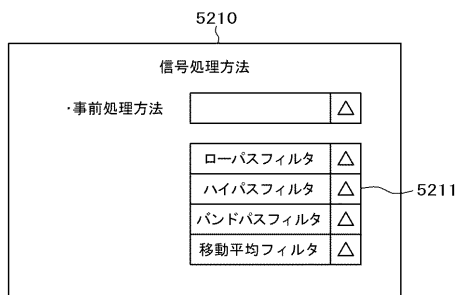
【図 1 4 A】

図 1 4 A



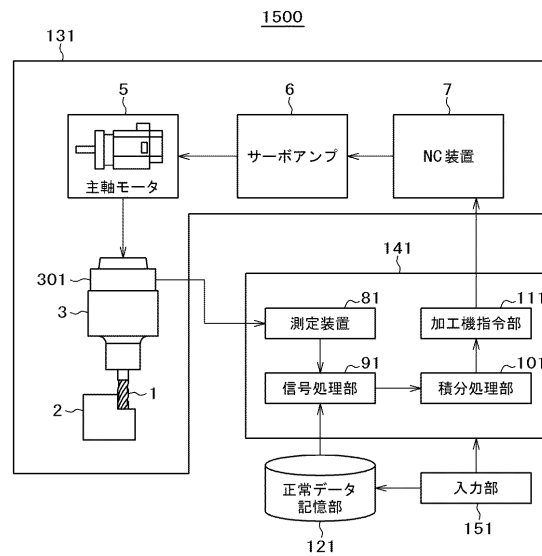
【図 1 4 B】

図 1 4 B



【図 1 5】

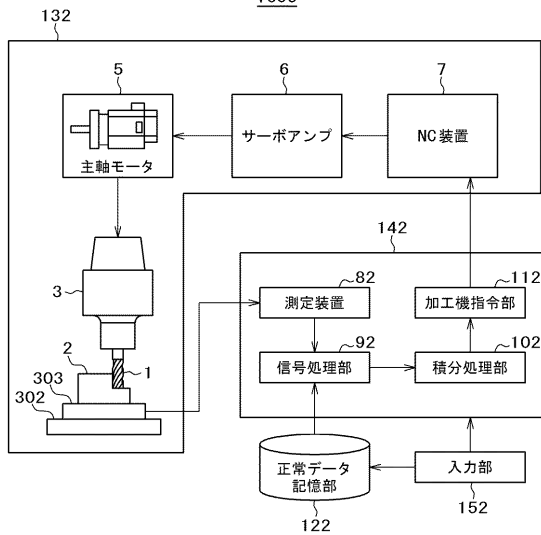
図 1 5



【図 1 6】

図 1 6

1600



フロントページの続き

審査官 久保田 信也

- (56)参考文献 特開昭58-051054 (JP, A)
特開2005-022052 (JP, A)
特開昭60-044254 (JP, A)
特開2011-230206 (JP, A)
特開2004-110602 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23Q 17/00 - 23/00