

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7525629号
(P7525629)

(45)発行日 令和6年7月30日(2024.7.30)

(24)登録日 令和6年7月22日(2024.7.22)

(51)国際特許分類	F I		
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	D
B 2 3 Q 11/00 (2006.01)	B 2 3 Q	17/00	A
	B 2 3 Q	11/00	B

請求項の数 4 (全13頁)

(21)出願番号	特願2022-553875(P2022-553875)	(73)特許権者	390008235 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0 番地
(86)(22)出願日	令和3年9月24日(2021.9.24)	(74)復代理人	100120363 弁理士 久保田 智樹
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/034930	(74)代理人	100077665 弁理士 千葉 剛宏
(87)国際公開番号	WO2022/071078	(74)代理人	100191134 弁理士 千馬 隆之
(87)国際公開日	令和4年4月7日(2022.4.7)	(74)代理人	100136548 弁理士 仲宗根 康晴
審査請求日	令和5年4月5日(2023.4.5)	(74)代理人	100136641 弁理士 坂井 志郎
(31)優先権主張番号	特願2020-165407(P2020-165407)	(74)代理人	100180448
(32)優先日	令和2年9月30日(2020.9.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 工作機械

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

工具を用いて加工対象物を加工する工作機械であって、
 回転軸を有するモータと、
 前記モータを駆動するモータ駆動部と、
 前記モータに設けられ、前記回転軸の回転速度を検出するエンコーダと、
 前記工作機械に設けられ、前記回転軸が回転中に発生する振動量を検出する振動センサと、
予め規定された規定回転速度を指令値として前記モータ駆動部に出力し、バランス状態の観測に必要な振動を前記回転軸に生じさせる指令部と、
 前記エンコーダで検出される前記回転速度が、前記指令値として前記モータ駆動部に出力された前記規定回転速度であるときに前記振動センサで検出される前記振動量を取得する取得部と、
 前記指令値として前記モータ駆動部に出力された前記規定回転速度と、前記取得部が取得した前記振動量とを対応付けて表示部に表示させる表示制御部と、
 を備える、工作機械。

【請求項2】

工具を用いて加工対象物を加工する工作機械であって、
 回転軸を有するモータと、
 前記モータを駆動するモータ駆動部と、

前記モータまたは前記モータ駆動部に設けられ、前記モータに出力される駆動電流を検出する電流センサと、

前記工作機械に設けられ、前記回転軸が回転中に発生する振動量を検出する振動センサと、

前記電流センサから得られる信号に基づいて、前記回転軸の回転速度を推定する速度推定部と、

予め規定された規定回転速度を指令値として前記モータ駆動部に出力し、バランス状態の観測に必要な振動を前記回転軸に生じさせる指令部と、

前記速度推定部で推定される前記回転速度が、前記指令値として前記モータ駆動部に出力された前記規定回転速度であるときに前記振動センサで検出される前記振動量を取得する取得部と、

10

前記指令値として前記モータ駆動部に出力された前記規定回転速度と、前記取得部が取得した前記振動量とを対応付けて表示部に表示させる表示制御部と、

を備える、工作機械。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の工作機械であって、

前記指令値として前記モータ駆動部に出力された前記規定回転速度と、前記取得部が取得した前記振動量とを対応付けて記憶部に記憶させる記憶制御部と、

前記回転軸に対する前記バランス状態の調整作業前に前記記憶部に記憶された前記振動量と、前記バランス状態の調整作業後に前記記憶部に記憶された前記振動量との差に基づいて、前記回転軸に対する前記バランス状態の修正角度および修正量の少なくとも一方を演算する演算部と、

20

をさらに備え、

前記表示制御部は、前記差、前記修正角度および前記修正量の少なくとも 1 つを前記表示部に表示させる、工作機械。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の工作機械であって、

前記モータ駆動部は、加工機本体を制御する制御装置に設けられ、前記指令部、前記取得部および前記表示制御部は、前記制御装置とは分離する装置に設けられる、工作機械。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、工具を用いて加工対象物を加工する工作機械に関する。

【背景技術】

【0002】

工作機械には、シャフト等の回転体が備えられる。回転体を剛性ロータまたは弾性ロータと見做した場合の釣合いの程度を観測する装置としてフィールドバランスがある。この釣合いの程度は、バランス状態と称される。特開平 03 - 251066 号公報には、回転駆動する観測対象の回転のバランス状態を観測することが開示されている。回転体のバランス状態が観測されることにより、オペレータは、回転体のバランス状態が運転に支障のある場合に、どのように修正すればよいかを知ることができる。

40

【発明の概要】

【0003】

しかしながら、フィールドバランスによる回転体のバランス状態の観測精度は、工作機械にフィールドバランスを取り付ける取り付け方、あるいは、工作機械にフィールドバランスを取り付けたときの取り付け位置に依存する。したがって、フィールドバランスによって回転体のバランス状態を安定的に精度よく観測することは、オペレータにとって必ずしも容易ではない。また、バランス修正作業を遂行することも、オペレータにとって必ずしも容易ではない。

50

【 0 0 0 4 】

そこで、本発明は、フィールドバランスによらず工作機械の回転体のバランス状態を観測することができ、且つ、バランス状態の調整作業を容易にする工作機械を提供することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

本発明の第 1 の態様は、
工具を用いて加工対象物を加工する工作機械であって、
回転軸を有するモータと、
前記モータを駆動するモータ駆動部と、
前記モータに設けられ、前記回転軸の回転速度を検出するエンコーダと、
前記工作機械に設けられ、前記回転軸が回転中に発生する振動量を検出する振動センサと、

前記エンコーダで検出される前記回転速度が予め規定された規定回転速度であるときに前記振動センサで検出される前記振動量を取得する取得部と、

前記規定回転速度と、前記取得部が取得した前記振動量とを対応付けて表示部に表示させる表示制御部と、
を備える。

【 0 0 0 6 】

本発明の第 2 の態様は、
工具を用いて加工対象物を加工する工作機械であって、
回転軸を有するモータと、
前記モータを駆動するモータ駆動部と、
前記モータまたは前記モータ駆動部に設けられ、前記モータに出力される駆動電流を検出する電流センサと、
前記工作機械に設けられ、前記回転軸が回転中に発生する振動量を検出する振動センサと、

前記電流センサから得られる信号に基づいて、前記回転軸の回転速度を推定する速度推定部と、

前記速度推定部で推定される前記回転速度が予め規定された規定回転速度であるときに前記振動センサで検出される前記振動量を取得する取得部と、

前記規定回転速度と、前記取得部が取得した前記振動量とを対応付けて表示部に表示させる表示制御部と、
を備える。

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、工作機械に設けられるセンサを用いて、規定回転速度での回転中に発生する振動量を捉えることで、フィールドバランスによらず工作機械の回転体のバランス状態を観測することができる。また、規定回転速度での回転中に発生する振動量と、当該規定回転速度とが対応付けられて表示されることで、工作機械の回転体のバランス状態の調整作業においてオペレータを支援することができる。こうして、フィールドバランスによらず工作機械の回転体のバランス状態を観測することができ、且つ、バランス状態の調整作業を容易にする工作機械が提供される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 図 1 は、本実施形態の工作機械を示す概略図である。

【 図 2 】 図 2 は、制御装置を示す概略ブロック図である。

【 図 3 】 図 3 は、エンコーダから出力される信号を例示するグラフである。

【 図 4 】 図 4 は、振動センサから出力される信号を例示するグラフである。

【 図 5 】 図 5 は、規定回転速度と、規定回転速度であるときの振動量との対応関係を示すグラフである。

【 図 6 】 図 6 は、変形例 1 の工作機械を示す概略図である。

【図 7】図 7 は、変形例 2 の工作機械を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

[実施形態]

図 1 は、本実施形態の工作機械 10 を示す概略図である。工作機械 10 は、工具を用いて加工対象物を加工する。工作機械 10 は、ナノオーダーの指令分解能でモータを制御し得る精密工作機械であってもよい。また、工作機械 10 は、10 分の 1 ナノオーダーの指令分解能でモータを制御し得る超精密工作機械であってもよい。なお、工作機械 10 として、例えば、固定された工具に対して回転状態の加工対象物を接触させて加工する旋盤機等が挙げられる。また、工作機械 10 として、固定された加工対象物に対して回転状態の

10

【0010】

加工機本体 12 は、機械ユニットを含む。加工機本体 12 は、機械ユニットに装着されるモータ、センサ等のデバイスをさらに含む。加工機本体 12 には、モータ 16、エンコーダ 18 および振動センサ 20 が備えられる。

【0011】

モータ 16 は、回転軸 16S を有する。モータ 16 は、不図示のロータおよび不図示のステータをさらに有する。ステータのコイルに、制御装置 14 から出力される駆動電流が流れることで、ロータが回転する。ロータが回転すると、回転するロータと一体にモータ 16 の回転軸 16S が回転する。

20

【0012】

モータ 16 の回転軸 16S の一端には、モータ 16 の動力を基に回転する回転体に取り付けられる。回転体は、加工機本体 12 に含まれる機械部品である限り、特に限定されない。回転体として、主軸 22、工具等が挙げられる。本実施形態では、回転体は主軸 22 とする。

【0013】

主軸 22 は、ハウジング 24 の貫通孔 24H に挿通される。主軸 22 の両端部の一方である第 1 端部には、継手 26 を介してモータ 16 の回転軸 16S が取り付けられる。なお、回転体は、主軸 22 の両端部の他方である第 2 端部に取り付けられる部品を含んでもよい。例えば、工作機械 10 が旋盤機である場合、回転体は、第 2 端部に取り付けられる面板を含む。面板は、加工対象物を固定するための部品である。別例として、工作機械 10 がマシニングセンタである場合、回転体は、第 2 端部に取り付けられる工具を含む。工具は、加工対象物を加工する部品である。

30

【0014】

エンコーダ 18 は、モータ 16 の回転軸 16S の回転速度を検出する。エンコーダ 18 は、モータ 16 に設けられる。エンコーダ 18 から出力される信号は、制御装置 14 に入力される。

【0015】

振動センサ 20 は、モータ 16 の回転軸 16S が回転している際に発生する振動の量（振動量）を検出する。振動量として、加速度、速度、変位、角加速度、角速度、または、角度が挙げられる。振動センサ 20 として、加速度、速度、変位、角加速度、角速度、または、角度を検出可能な既知のセンサが採用される。

40

【0016】

振動センサ 20 は、加工機本体 12 に設けられる。振動センサ 20 の設置場所は、モータ 16 の回転軸 16S が回転している際に発生する振動の量（振動量）を検出可能である限り、特に限定されない。図 1 の例では、振動センサ 20 は、加工機本体 12 における主軸 22 のハウジング 24 に設けられている。なお、振動センサ 20 は、主軸 22 に設けられていてもよい。

【0017】

50

図2は、制御装置14を示す概略ブロック図である。制御装置14には、入力部30、表示部32、記憶部34、モータ駆動部36およびプロセッサ38が備えられる。

【0018】

入力部30は、情報を入力する。入力部30の具体例として、マウス、キーボード等が挙げられる。表示部32の表示画面上に配置されるタッチパネル等によって、入力部30が構成されてもよい。表示部32は、情報を表示する。表示部32の具体例として、液晶ディスプレイが挙げられる。表示部32は、プロセッサ38から与えられる情報に基づいて画面等を表示する。記憶部34は、情報を記憶する。記憶部34には、不図示の揮発性メモリと、不図示の不揮発性メモリとが備えられ得る。揮発性メモリとしては、例えばRAM等が挙げられる。不揮発性メモリとしては、例えばROM、フラッシュメモリ等が挙げられる。記憶部34の少なくとも一部が、プロセッサ38等に備えられていてもよい。また、記憶部34には、ハードディスク等がさらに備えられ得る。

10

【0019】

モータ駆動部36は、モータ16を駆動する。モータ駆動部36の具体例として、サーボアンプが挙げられる。モータ駆動部36は、プロセッサ38から供給される指令値に応じた回転数で回転するように、モータ16に対して駆動電流を出力する。

【0020】

プロセッサ38は、情報を処理する。プロセッサ38の具体例として、CPU、GPUが挙げられる。プロセッサ38は、加工対象物を加工する加工モードと、バランス状態の調整作業を支援する支援モードとを有する。

20

【0021】

なお、バランス状態は、次の第1状態または第2状態を意味する。第1状態は、静不釣合いおよび偶不釣合いの程度である。第2状態は、変形モードによる不釣合いの程度である。バランス状態が第1状態を意味する場合、モータ16の回転軸16Sと一体に回転するロータを剛性ロータと見做す。バランス状態が第1状態を意味する場合、モータ16の回転軸16Sと、モータ16の回転軸16Sと一体に回転するロータとを剛性ロータと見做してもよい。バランス状態が第2状態を意味する場合、モータ16の回転軸16Sと、モータ16の回転軸16Sと一体に回転するロータとを弾性ロータと見做す。バランス状態が第2状態を意味する場合、モータ16の回転軸16Sと、モータ16の回転軸16Sと一体に回転するロータとを弾性ロータと見做してもよい。調整作業は、第1状態または第2状態の程度が低減するように調整する作業を意味する。調整作業の具体的な例として、ロータ等を削る作業が挙げられる。また、調整作業の具体的な例として、ロータ等にバランスウェイトを付与する作業等が挙げられる。

30

【0022】

支援モードは、バランス状態の調整作業の前後に実施される。なお、バランス状態の調整作業の作業回数は1回に限られない。バランス状態の調整作業の作業回数が増回数となる場合、当該調整作業前、および、各々の調整作業後に支援モードが実施される。

【0023】

入力部30から支援モードの実施命令を受けると、プロセッサ38は、支援モードを実行するためのプログラムに基づいて、指令部40、取得部42、記憶制御部44、表示制御部46および演算部48として機能する。なお、支援モードを実行するためのプログラムは記憶部34に記憶される。

40

【0024】

指令部40は、規定回転速度を指令値としてモータ駆動部36に出力する。モータ駆動部36は、指令値を受けると、規定回転速度で回転するようにモータ16を駆動する。つまり、指令部40は、規定回転速度を指令値としてモータ駆動部36に出力することで、工作機械10の回転体（本実施形態では主軸22）のバランス状態を観測するために必要な振動を、モータ16の回転軸16Sに生じさせることができる。

【0025】

なお、規定回転速度として規定する規定数は1つであってもよく、複数であってもよい

50

。規定数が複数である場合、指令部 40 は、複数の規定回転速度の各々を、時間間隔をあけて、指令値として順次モータ駆動部 36 に出力する。この場合、指令部 40 は、回転軸 16S の回転速度が順次増加するように、複数の規定回転速度の各々を指令値としてモータ駆動部 36 に出力してもよい。あるいは、指令部 40 は、回転軸 16S の回転速度が順次減少するように、複数の規定回転速度の各々を指令値としてモータ駆動部 36 に出力してもよい。

【0026】

取得部 42 は、エンコーダ 18 から出力される信号に基づいて、エンコーダ 18 で検出される回転速度が、モータ駆動部 36 に対して指令部 40 が指令値として出力した規定回転速度であるか否かを判定する。

10

【0027】

図 3 は、エンコーダ 18 から出力される信号を例示するグラフである。モータ 16 の回転軸 16S が 1 回転すると、エンコーダ 18 から 1 パルスのパルス信号が出力される場合の例が、図 3 に示されている。また、規定回転速度が 600 rpm および 1200 rpm と規定されている場合の例が、図 3 に示されている。この場合、0.1 秒ごとに 1 パルスが出力される区間 SC1 のときに、取得部 42 は、エンコーダ 18 で検出される回転速度が規定回転速度 (600 rpm) であると判定する。また、0.05 秒ごとに 1 パルスが出力される区間 SC2 のときに、取得部 42 は、エンコーダ 18 で検出される回転速度が規定回転速度 (1200 rpm) であると判定する。なお、図 3 は回転軸 16S の回転速度を順次増加させる場合を例示しているが、回転速度を順次減少させてもよい。

20

【0028】

取得部 42 は、振動センサ 20 から出力される信号に基づいて、回転速度が規定回転速度であると判定しているときの振動量を取得する。

【0029】

図 4 は、振動センサ 20 から出力される信号を例示するグラフである。振動センサ 20 として加速度センサが採用されている場合の例が、図 4 に示されている。この場合、取得部 42 は、振動センサ 20 により区間 SC1 において検出された振動量 (加速度) の二乗平均平方根を算出し、算出した二乗平均平方根を、区間 SC1 の振動量として取得する。また、取得部 42 は、振動センサ 20 により区間 SC2 において検出された振動量 (加速度) の二乗平均平方根を算出し、算出した二乗平均平方根を、区間 SC2 の振動量として取得する。

30

【0030】

なお、取得部 42 は、二乗平均平方根以外の統計値を、区間 SC1 または区間 SC2 の振動量として取得してもよい。統計値として、振動センサ 20 により区間 SC1 または区間 SC2 において検出された振動量 (加速度) の標準偏差等が挙げられる。また、統計値として、振動センサ 20 により区間 SC1 または区間 SC2 において検出された振動量 (加速度) の絶対値の平均等が挙げられる。取得部 42 は、振動センサ 20 により区間 SC1 または区間 SC2 において検出される振動量 (加速度) の絶対値のうちの最大値等の所定値を、区間 SC1 または区間 SC2 の振動量として取得してもよい。また、取得部 42 は、振動センサ 20 により区間 SC1 または区間 SC2 において検出される振動量 (加速度) から回転速度に同期した成分を抽出し、その振幅またはその位相を、区間 SC1、区間 SC2 の振動量として取得してもよい。

40

【0031】

このように、取得部 42 は、エンコーダ 18 で検出される回転速度が、モータ駆動部 36 に対して指令部 40 が指令値として出力した規定回転速度であるときの振動量を取得する。

【0032】

記憶制御部 44 は、規定回転速度と、取得部 42 が取得した振動量とを、履歴として、当該振動量を取得した日付に対応付けて記憶部 34 に記憶させる。なお、取得部 42 が取得した振動量は、規定回転速度で回転軸 16S が回転中に取得部 42 が取得した振動量で

50

ある。

【 0 0 3 3 】

図 5 は、規定回転速度と、規定回転速度であるときの振動量との対応関係を示すグラフである。振動センサ 2 0 として加速度センサが採用されている場合の例が、図 5 に示されている。また、規定回転速度が 6 0 0 r p m および 1 2 0 0 r p m として規定されている場合の例が、図 5 に示されている。また、規定回転速度が 6 0 0 r p m であるときの振動量が 0.58 m/s^2 であり、規定回転速度が 1 2 0 0 r p m であるときの振動量が 1.18 m/s^2 である場合の例が、図 5 に示されている。この場合、記憶制御部 4 4 は、例えば記憶部 3 4 のリレーショナルテーブルに、規定回転速度 6 0 0 r p m と振動量 0.58 m/s^2 とを日付に対応付けて記憶させる。また、記憶制御部 4 4 は、記憶部 3 4 のリレーショナルテーブルに、規定回転速度 1 2 0 0 r p m と振動量 1.18 m/s^2 とを日付に対応付けて記憶させる。

10

【 0 0 3 4 】

表示制御部 4 6 は、記憶部 3 4 を参照し、日付に対応付けられた規定回転速度と、振動量とを表示部 3 2 に表示させる。振動量は、規定回転速度で回転軸 1 6 S が回転中に取得部 4 2 が取得した振動量である。

【 0 0 3 5 】

なお、表示制御部 4 6 が規定回転速度および振動量を表示部 3 2 に表示させる表示形式は特に限定されない。例えば、表示制御部 4 6 は、規定回転速度の数値と、振動量の数値とを表示部 3 2 に表示させてもよい。あるいは、図 5 に例示したように、表示制御部 4 6 は、規定回転速度および振動量の一方を縦軸とし他方を横軸とするグラフを表示部 3 2 に表示させてもよい。表示制御部 4 6 は、グラフを表示させる場合、規定回転速度で回転軸 1 6 S が回転中に取得部 4 2 が取得した振動量に基づいて、プロットをグラフに表示させる。

20

【 0 0 3 6 】

また、表示制御部 4 6 が規定回転速度および振動量を表示部 3 2 に表示させる表示時期は特に限定されない。例えば、表示制御部 4 6 は、入力部 3 0 から表示要求を受けた時点を契機として、規定回転速度および振動量を表示部 3 2 に表示させてもよい。あるいは、表示制御部 4 6 は、取得部 4 2 が振動量を取得した時点を契機として、規定回転速度および振動量を表示部 3 2 に表示させてもよい。

30

【 0 0 3 7 】

なお、過去に支援モードが実施されている場合、記憶部 3 4 には、過去に実施された支援モードの日付ごとに、当該支援モードが実施されたときに取得部 4 2 が取得した振動量が、規定回転速度と対応付けられて記憶される。この場合、表示制御部 4 6 は、今回取得部 4 2 が取得した振動量と、過去に取得部 4 2 が取得した振動量とを比較可能な状態で、表示部 3 2 に表示させてもよい。

【 0 0 3 8 】

演算部 4 8 は、バランス状態の調整作業前に記憶部 3 4 に記憶された振動量と、バランス状態の調整作業後に記憶部 3 4 に記憶された振動量との差に基づいて、修正角度および修正量の少なくとも一方を演算する。なお、修正角度は、ロータ等の回転体に対して調整作業を行うべき回転角度を意味する。調整作業がロータ等を切削する作業である場合、修正量は切削量を意味する。また、調整作業がロータ等に対してバランスウェイトを付与する作業である場合、修正量はバランスウェイトのウェイト量を意味する。

40

【 0 0 3 9 】

修正角度および修正量の具体的な演算方法は、特に限定されない。例えば、演算部 4 8 は、特許第 5 8 0 8 5 8 5 号公報、特開平 6 - 2 7 3 2 5 4 号公報、あるいは、特開 2 0 0 2 - 7 3 7 5 号公報に開示された演算方法を用いて、修正角度および修正量を演算し得る。

【 0 0 4 0 】

以上のように本実施形態の工作機械 1 0 は、加工機本体 1 2 に設けられるセンサ（エン

50

コーダ 18 および振動センサ 20) を用いて、規定回転速度で回転軸 16 S が回転しているときに発生する振動量を取得する。これにより、フィールドバランスによらずに、加工機本体 12 における回転軸 16 S に取り付けられた回転体 (主軸 22) のバランス状態を観測することができる。

【0041】

これに加えて、本実施形態の工作機械 10 は、規定回転速度と、当該規定回転速度で回転軸 16 S が回転しているときに発生する振動量とを対応付けて表示部 32 に表示する。これにより、回転軸 16 S に取り付けられた回転体 (主軸 22) のバランス状態の調整作業においてオペレータを支援することができる。

【0042】

また、本実施形態の工作機械 10 は、回転軸 16 S に対するバランス状態の修正角度および修正量の少なくとも一方を演算し、演算結果を表示部 32 に表示させる。これにより、オペレータは、バランス状態の調整作業前後の差、修正角度および修正量の少なくとも 1 つを見ながら、次の調整作業を実施することができる。したがって、バランス状態の調整作業をより一段と容易にすることができる。

【0043】

[変形例]

上記の実施形態は、以下のように変形してもよい。

【0044】

(変形例 1)

図 6 は、変形例 1 の工作機械 10 を示す概略図である。図 6 では、実施形態において説明した構成と同等の構成には同一の符号が付されている。なお、本変形例では、実施形態と重複する説明は割愛する。本変形例では、エンコーダ 18 に代えて電流センサ 50 が設けられ、速度推定部 52 が制御装置 14 に新たに設けられる。

【0045】

電流センサ 50 は、モータ 16 に出力される駆動電流を検出する。なお、電流センサ 50 は、モータ 16 (図 6 参照) に設けられていてもよいし、モータ 16 を駆動するモータ駆動部 36 (図 2 参照) に設けられていてもよい。

【0046】

速度推定部 52 は、電流センサ 50 から得られる信号に基づいて、回転軸 16 S の回転速度を推定する。回転速度を推定する際の具体的な演算方法は、特に限定されない。例えば、速度推定部 52 は、特開 2020 - 005406 号公報に開示された演算方法を用いて、回転速度を推定し得る。したがって、モータ 16 にエンコーダ 18 が設けられていなくても、回転軸 16 S の回転速度を捉えることができる。

【0047】

なお、本変形例の場合、取得部 42 (図 2) は、振動センサ 20 から出力される信号に基づいて、速度推定部 52 で推定される回転速度が、モータ駆動部 36 に対して指令部 40 が指令値として出力した規定回転速度であるか否かを判定する。

【0048】

このように本変形例の工作機械 10 は、実施形態と同様に、加工機本体 12 に設けられるセンサ (電流センサ 50 および振動センサ 20) を用いて、規定回転速度で回転軸 16 S が回転しているときに発生する振動量を取得する。これにより、実施形態と同様に、フィールドバランスによらずに、加工機本体 12 における回転軸 16 S に取り付けられた回転体 (主軸 22) のバランス状態を観測することができる。

【0049】

(変形例 2)

図 7 は、変形例 2 の工作機械 10 を示す概略図である。図 7 では、実施形態において説明した構成と同等の構成には同一の符号が付されている。なお、本変形例では、実施形態と重複する説明は割愛する。

【0050】

10

20

30

40

50

本変形例では、制御装置 14 に対して、各種の情報を授受し得るコンピュータ装置 54 が接続される。なお、制御装置 14 とは物理的に分離する装置であれば、コンピュータ装置 54 以外の装置が採用されてもよい。また、図 7 では、実施形態の制御装置 14 に対してコンピュータ装置 54 が接続される場合が例示されているが、変形例 1 の制御装置 14 に対してコンピュータ装置 54 が接続されていてもよい。

【0051】

また、本変形例では、制御装置 14 のプロセッサ 38 (図 2) に設けられた指令部 40 (図 2)、取得部 42 (図 2)、記憶制御部 44 (図 2)、表示制御部 46 (図 2) および演算部 48 (図 2) が省かれる。代わりに、コンピュータ装置 54 のプロセッサ 56 に、指令部 40、取得部 42、記憶制御部 44、表示制御部 46 および演算部 48 が設けられる。例えば、支援モードを実行するためのプログラムがコンピュータ装置 54 にインストールされることで、プロセッサ 56 を指令部 40、取得部 42、記憶制御部 44、表示制御部 46 および演算部 48 として機能させ得る。

10

【0052】

本変形例によれば、既存の制御装置 14 を変更することなくそのまま用いて、フィールドバランスによらず工作機械 10 の回転体のバランス状態を観測することができ、且つ、バランス状態の調整作業を容易にすることができる。

【0053】

[実施形態から得られる発明]

実施形態および変形例から把握しうる発明について、以下に第 1 の発明および第 2 の発明を記載する。

20

【0054】

<第 1 の発明>

第 1 の発明は、工具を用いて加工対象物を加工する工作機械 (10) であって、回転軸 (165) を有するモータ (16) と、モータを駆動するモータ駆動部 (36) と、モータに設けられ、回転軸の回転速度を検出するエンコーダ (18) と、工作機械に設けられ、回転軸が回転中に発生する振動量を検出する振動センサ (20) と、エンコーダで検出される回転速度が予め規定された規定回転速度であるときに振動センサで検出される振動量を取得する取得部 (42) と、規定回転速度と、取得部が取得した振動量とを対応付けて表示部 (32) に表示させる表示制御部 (46) と、を備える。

30

【0055】

<第 2 の発明>

第 2 の発明は、工具を用いて加工対象物を加工する工作機械であって、回転軸を有するモータと、モータを駆動するモータ駆動部と、モータまたはモータ駆動部に設けられ、モータに出力される駆動電流を検出する電流センサ (50) と、工作機械に設けられ、回転軸が回転中に発生する振動量を検出する振動センサと、電流センサから得られる信号に基づいて、回転軸の回転速度を推定する速度推定部 (52) と、速度推定部で推定される回転速度が予め規定された規定回転速度であるときに振動センサで検出される振動量を取得する取得部と、規定回転速度と、取得部が取得した振動量とを対応付けて表示部に表示させる表示制御部と、を備える。

40

【0056】

第 1 の発明または第 2 の発明の場合、工作機械に設けられるセンサを用いて、規定回転速度で回転中に発生する振動量が捉えられることで、フィールドバランスによらず工作機械の回転体のバランス状態を観測することができる。また、規定回転速度で回転中に発生する振動量と、規定回転速度とが対応付けられて表示されることで、工作機械の回転体のバランス状態の調整作業においてオペレータを支援することができる。こうして、第 1 の発明または第 2 の発明によれば、フィールドバランスによらず工作機械の回転体のバランス状態を観測することができ、且つ、バランス状態の調整作業を容易にすることができる。

【0057】

第 1 の発明または第 2 の発明の工作機械は、規定回転速度と、取得部が取得した振動量

50

とを対応付けて記憶部(34)に記憶させる記憶制御部(44)と、回転軸に対するバランス状態の調整作業前に記憶部に記憶された振動量と、バランス状態の調整作業後に記憶部に記憶された振動量との差に基づいて、回転軸に対するバランス状態の修正角度および修正量の少なくとも一方を演算する演算部(48)と、をさらに備え、表示制御部は、差、修正角度および修正量の少なくとも1つを表示部に表示させてもよい。これにより、バランス状態の調整作業前後の差、修正角度および修正量の少なくとも1つをオペレータに見せながら、次回の調整作業を実施させることができる。したがって、バランス状態の調整作業をより一段と容易にすることができる。

【0058】

第1の発明または第2の発明の工作機械において、モータ駆動部は、加工機本体(12)を制御する制御装置(14)に設けられ、取得部および表示制御部は、制御装置とは分離する装置に設けられてもよい。これにより、既存の制御装置を変更することなくそのまま用いて、フィールドバランスによらず工作機械の回転体のバランス状態を観測することができ、且つ、バランス状態の調整作業を容易にすることができる。

10

20

30

40

50

【図面】
【図 1】

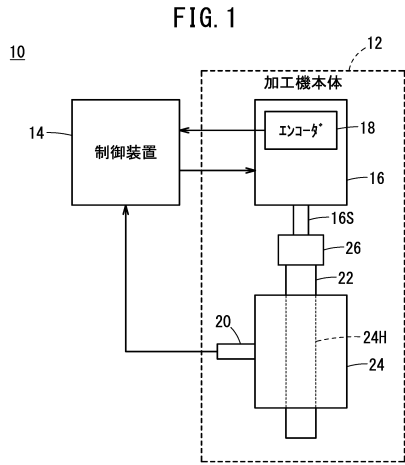


FIG. 1

【図 2】

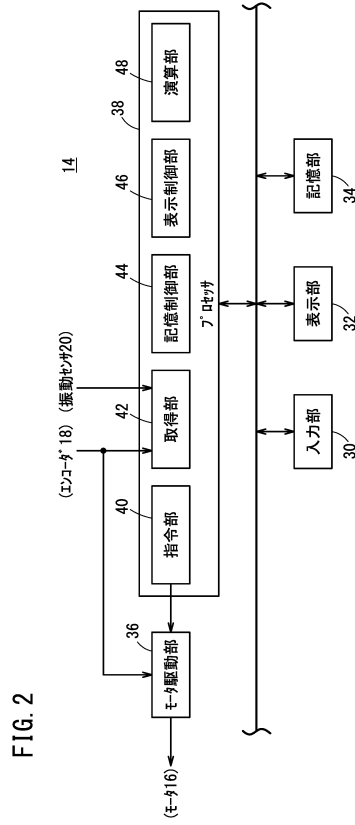


FIG. 2

【図 3】

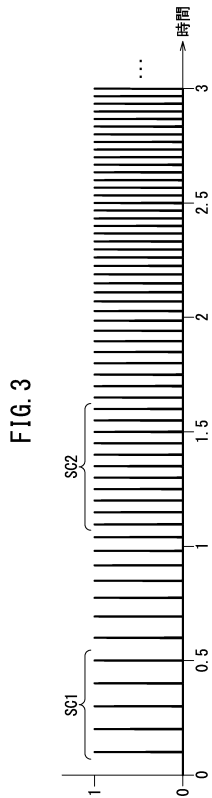


FIG. 3

【図 4】

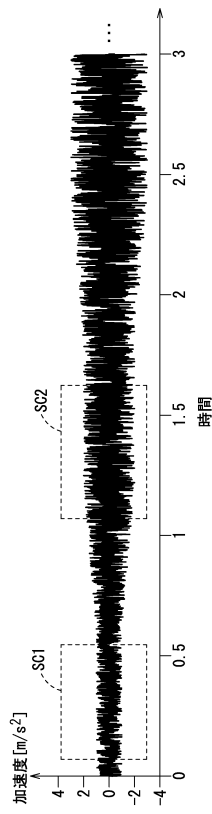


FIG. 4

10

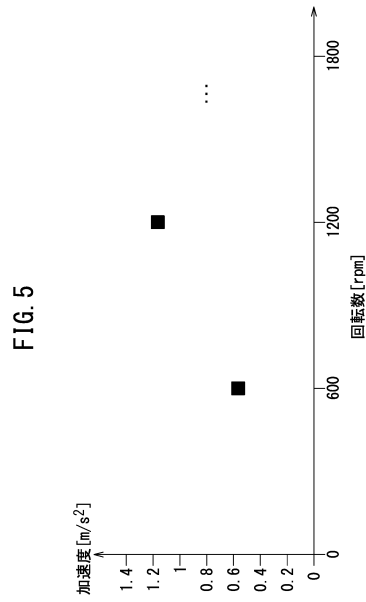
20

30

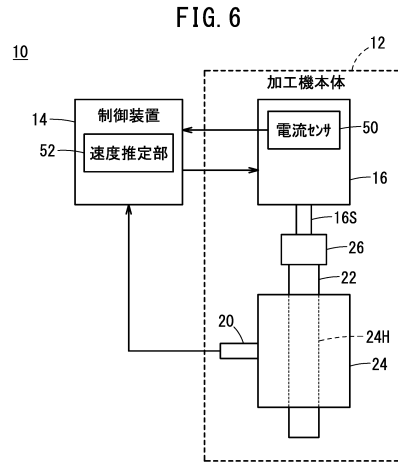
40

50

【 図 5 】



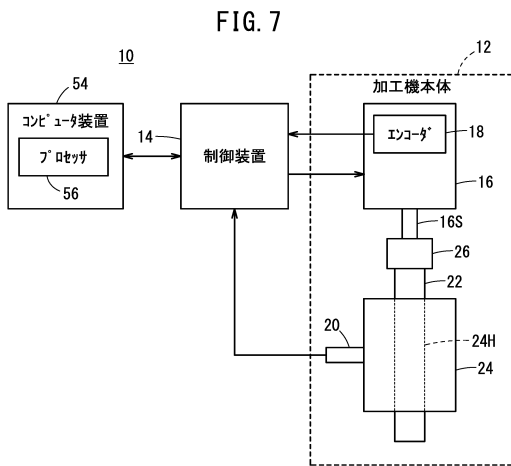
【 図 6 】



10

20

【 図 7 】



30

40

50

フロントページの続き

弁理士 関口 亨祐

(72)発明者 村松 稔文

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3580番地 ファナック株式会社内

審査官 荻野 豪治

(56)参考文献 特開2004-074292(JP,A)

特開昭62-8032(JP,A)

特開平2-256461(JP,A)

特開2001-170863(JP,A)

特開2012-88967(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B23Q 1/72

B23Q 11/00

B23Q 17/00

B23Q 17/12

B24B 41/00 - 51/00

G01M 1/00 - 1/38

H02K 11/00

H02K 15/16

F16F 15/22

F16F 15/32