

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2018年5月24日(24.05.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/092221 A1

(51) 国際特許分類:  
B23Q 15/12 (2006.01)

川県愛甲郡愛川町中津4023番地 株式会社  
牧野フライス製作所内 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/084000

(74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.);  
〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目5  
番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許  
法律事務所 Tokyo (JP).

(22) 国際出願日: 2016年11月16日(16.11.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

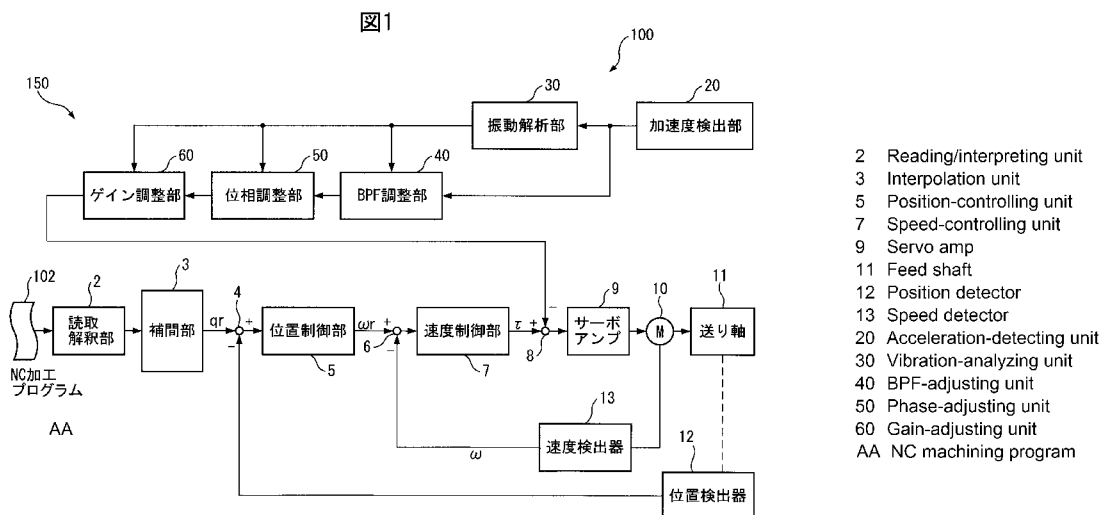
(71) 出願人: 株式会社 牧野フライス製作  
所 (MAKINO MILLING MACHINE CO., LTD.)  
[JP/JP]; 〒1528578 東京都目黒区中根2丁  
目3番19号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,  
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,  
KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,  
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,  
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS,

(72) 発明者: 尾田 光成(ODA, Mitsunari); 〒2430303  
神奈川県愛甲郡愛川町中津4023番地 株式  
会社 牧野フライス製作所内 Kanagawa (JP). 西  
川 尚希(NISHIKAWA, Naoki); 〒2430303 神奈

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING MACHINE TOOL FEED SHAFT AND FEED SHAFT-CONTROLLING  
DEVICE

(54) 発明の名称: 工作機械の送り軸制御方法および送り軸制御装置



(57) Abstract: A control device (100) of a feed shaft (11) of a machine tool (200): is provided with an acceleration detector (20) for detecting the vibration acceleration of the tip portion of a machine tool, a vibration-analyzing unit (30) for analyzing the frequency of the vibration acceleration and specifying the center frequency of the vibration, and a band pass filter (40) for passing the vibration acceleration frequency set on the basis of the center frequency; and is configured so that the vibration acceleration frequency set by the band pass filter is fed back to a servo amp (9).

(57) 要約: 工作機械 (200) の送り軸 (11) の制御装置 (100) において、工作機械の先端部分の振動加速度を検出する加速度検出器 (20) と、振動加速度を周波数解析して振動の中心周波数を特定する振動解析部 (30) と、中心周波数に基づいて設定された周波数の振動加速度を通過させる帯域通過フィルタ (40) とを具備し、帯域通過フィルタに設定した周波数の振動加速度をサーボアンプ (9) にフィードバックするようにした。

RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,  
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

## 明 細 書

### 発明の名称： 工作機械の送り軸制御方法および送り軸制御装置 技術分野

[0001] 本発明は、工作機械の送り軸駆動用のサーボモータを制御する工作機械の送り軸制御方法および送り軸制御装置に関する。

### 背景技術

[0002] フライス等の工作機械では、切削加工により発生する振動の周波数と等しい振動と、切削加工により工作機械の固有振動が励起され発生する振動に対し、送り軸のサーボモータを駆動するトルク指令を補正して振動による位置誤差を補償するようにした制御方法がある。

[0003] 例えば、特許文献1には、位置フィードバックループの内側に、速度フィードバックループを設けてカスケード結合を形成するとともに、速度フィードバックループの出力に第1のゲインを乗算する速度ゲイン設定器と、位置フィードバックループの出力に第2のゲインを乗算する位置ゲイン設定器と、速度ゲイン設定器の出力と位置ゲイン設定器の出力とをトルク指令から減算し、減算後のトルク指令を制御対象に出力する位置制御装置が開示されている。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2016-140967号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] 従来技術では、予め設定された周波数、位相およびゲインに対して機械振動を抑制するようになっている。しかしながら、工作機械の固有振動により発生する振動は、切削加工の種類および加工条件によって励起される振動が変化すること、および、加工により発生する振動と等しい周波数の機械振動は、加工条件、特に主軸の回転数や工具の刃数によって変化するので、従来

技術では、こうした切削加工の種類や加工条件の変化に対して十分な制振を行うことができない。

[0006] 本発明は、こうした従来技術の問題を解決することを技術課題としており、加工の種類や、主軸の回転数、工具の刃数等の加工条件が変化しても、そうした変化に追従して機械の振動を抑制する工作機械の送り軸制御方法および送り軸制御装置を提供することを目的としている。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明によれば、位置指令が入力される位置制御部と、該位置制御部から速度指令が入力される速度制御部と、該速度制御部から入力されるトルク指令に基づいて、工作機械の送り軸を駆動する電流を生成するサーボアンプとを有する工作機械の送り軸の制御方法において、前記工作機械の先端部分の振動加速度を検出し、前記振動加速度を周波数解析して振動の中心周波数を特定し、前記中心周波数に基づいて帯域通過フィルタの周波数を設定し、前記帯域通過フィルタに設定した周波数の振動加速度を前記サーボアンプにフィードバックする工作機械の送り軸制御方法が提供される。

[0008] 更に、本発明によれば、位置指令が入力される位置制御部と、該位置制御部から速度指令が入力される速度制御部と、該速度制御部から入力されるトルク指令に基づいて、工作機械の送り軸を駆動する電流を生成するサーボアンプとを有する工作機械の送り軸の制御装置において、前記工作機械の先端部分の振動加速度を検出する加速度検出器と、前記振動加速度を周波数解析して振動の中心周波数を特定する振動解析部と、前記中心周波数に基づいて設定された周波数の前記振動加速度を通過させる帯域通過フィルタとを具備し、前記帯域通過フィルタに設定した周波数の振動加速度を前記サーボアンプにフィードバックする工作機械の送り軸制御装置が提供される。

### 発明の効果

[0009] 本発明によれば、工作機械の先端部分の振動加速度を検出し、振動加速度を周波数解析して振動の中心周波数を特定し、中心周波数に基づいて帯域通過フィルタの周波数を設定し、前記帯域通過フィルタに設定した周波数の振

動加速度をサーボアンプにフィードバックするようにしたので、振動加速度が変化しても、その変化に追従して機械の振動を抑制することが可能となる。これにより、更に、切削加工の切込み深さを大きくすることが可能となり、工作機械の切削能力を高めることが可能となる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の好ましい実施形態による送り軸制御装置の略示ブロック図である。

[図2]図1の軸送り制御装置の振動制御部のブロック図である。

[図3]本発明の好ましい実施形態による工作機械の略図である。

### 発明を実施するための形態

[0011] 図3を参照して、本発明の送り軸の制御方法を適用する工作機械の一例を説明する。

図3において、本発明の好ましい実施の形態による工作機械200は、工場の床面に固定された基台としてのベッド202、ベッド202の上面で前後方向またはZ軸方向（図3では左右方向）に移動可能に設けられたコラム204、該コラム204の前面で左右方向またはX軸方向（図3では紙面に垂直な方向）に移動可能に設けられたX軸スライダ206、X軸スライダ206の前面で上下方向またはY軸方向に移動可能に取り付けられたY軸スライダ208、該Y軸スライダ208に搭載され主軸212を回転可能に支持する主軸頭210を具備している。主軸212の先端に工具Tが装着される主軸頭210には加速度検出器20が取付けられている。加速度検出器20は、工作機械200の制御装置100に接続されている。

[0012] コラム204は、ベッド202の上面において水平なZ軸方向（図3の左右方向）に延設された一对のZ軸案内レール214に沿って往復動可能に設けられており、ベッド202には、コラム204をZ軸案内レール214に沿って往復駆動するZ軸送り装置として、Z軸方向に延設されたボールねじ220と、該ボールねじ220の一端に連結されたZ軸サーボモータ224が設けられており、コラム204には、ボールねじ220に係合するナット

２２２がブラケット２０４ aを介して取り付けられている。工作機械２００は、また、コラム２０４のＺ軸方向の座標位置を検出する位置検出器としてＺ軸デジタルスケール２２６が取り付けられている。更に、Ｚ軸の移動速度を検出する速度検出器としてロータリーエンコーダ２２８がＺ軸サーボモータ２２４に取付けられている。

[0013] X軸スライダ２０６は、コラム２０４の前面においてX軸方向に延設された一对のX軸案内レール２１８に沿って往復動可能に設けられている。コラム２０４には、X軸スライダ２０６をX軸案内レールに沿って往復駆動するX軸送り装置として、X軸方向に延設されたボールねじ（図示せず）と、該ボールねじの一端に連結されたX軸サーボモータ（図示せず）が設けられており、X軸スライダ２０６には、前記ボールねじに係合するナット（図示せず）が取り付けられている。コラム２０４には、また、X軸スライダ２０６のX軸方向の座標位置を検出する位置検出器としてX軸デジタルスケール（図示せず）が取り付けられている。更に、X軸の移動速度を検出する速度検出器としてロータリーエンコーダ（図示せず）がX軸サーボモータに取付けられている。

[0014] Y軸スライダ２０８は、X軸スライダ２０６の前面においてY軸方向（図３では上下方向）に延設された一对のY軸案内レール２１６に沿って往復動可能に設けられている。X軸スライダ２０６には、Y軸スライダ２０８をY軸案内レール２１６に沿って往復駆動するY軸送り装置として、Y軸方向に延設されたボールねじ（図示せず）と、該ボールねじの一端に連結されたY軸サーボモータ（図示せず）が設けられており、Y軸スライダ２０８には、前記ボールねじに係合するナット（図示せず）が取り付けられている。X軸スライダ２０６には、また、Y軸スライダ２０８のY軸方向の座標位置を検出する位置検出器としてY軸デジタルスケール（図示せず）が取り付けられている。更に、Y軸の移動速度を検出する速度検出器としてロータリーエンコーダ（図示せず）がY軸サーボモータに取付けられている。

[0015] X軸、Y軸、Z軸の各サーボモータ、ロータリーエンコーダおよびデジタ

ルスケールは、工作機械 200 を制御する制御装置 100 に接続されている。制御装置 100 は、加工プログラム 102 に従い、X 軸サーボモータ、Y 軸サーボモータ、Z 軸サーボモータ 224 へ供給される電流を制御する。

[0016] 以下、図 1、2 を参照して、制御装置 100 を一層詳細に説明する。

制御装置 100 は、読取解釈部 2、補間部 3、位置制御部 5、速度制御部 7 およびサーボアンプ 9 を備えた NC 装置を主要な構成要素として具備している。制御装置 100 に与えられた NC 加工プログラム 102 は、読取解釈部 2 を介して補間部 3 へ入力される。補間部 3 は、X 軸、Y 軸、Z 軸の少なくとも 1 つの送り軸 11（例えば Z 軸）の駆動用サーボモータ 10 に対する位置指令  $q_r$  を出力する。

[0017] 補間部 3 から出力された位置指令  $q_r$ （モータ回転位置指令）は加算器 4 に入力され、該位置指令  $q_r$  と送り軸 11 のための位置検出器 12 が検出した座標値との差分が位置制御部 5 に入力される。位置制御部 5 は速度指令  $\omega_r$ （モータ回転速度指令）を生成する。速度指令  $\omega_r$  は加算器 6 に入力され、該速度指令  $\omega_r$  と速度検出器 13 が検出した速度値との差分が速度制御部 7 に入力される。速度制御部 7 はトルク指令  $\tau$  を生成する。トルク指令  $\tau$  は加算器 8 に入力され、該トルク指令  $\tau$  と後述する加工振動制御部 150 が生成した振動加速度との差分がサーボアンプ 9 に入力される。

[0018] サーボアンプ 9 は、入力されたトルク指令  $\tau$  に見合ったトルクを発生させるように制御電流をサーボモータ 10 に供給する。この供給された電流によりサーボモータ 10 が回転駆動され、送り軸 11 が駆動される。

[0019] 制御装置 100 は、更に、加工振動制御部 150 を具備しており、加工振動制御部 150 は、加速度検出器 20 からの振動加速度を振動解析する振動解析部 30、振動解析の結果に基づいて加速度検出器 20 からの振動加速度を通過させる周波数帯域を調整する BPF 調整部 40、振動解析の結果に基づいて加速度検出器 20 からの振動加速度の位相を調整する位相調整部 50、および、振動解析の結果に基づいて加速度検出器 20 からの振動加速度のためのゲインを調整するゲイン調整部 60 を備えている。

[0020] 加速度検出器 20 は工作機械 200 の X 軸、Y 軸、Z 軸の送り軸を駆動したときに、工作機械 200 が振動し易い部位として工作機械 200 の先端部分に取付けられる。一例として、図 3 に示す実施形態では、加速度検出器 20 は工作機械の先端部分である主軸頭 210 の内部に取付けられている。図 3 とは異なるワークを載置するテーブルと送り軸で駆動する方式の工作機械の場合は、工作機械の先端部分としてテーブルが選択されることもある。

[0021] 次に、図 2 を参照して加工振動制御部 150 を一層詳細に説明する。

振動解析部 30 は、高速フーリエ変換器 31 と、制振周波数決定部 32 とを具備している。高速フーリエ変換器 31 は加速度検出器 20 からの振動加速度を高速フーリエ変換する。制振周波数決定部 32 は、高速フーリエ変換器 31 における振動解析の結果に基づいて、加速度検出器 20 からの振動加速度のピーク値を与える周波数を特定し、その周波数を低減すべき制振周波数として決定する。

[0022] BPF調整部 40 は、BPF調整器 41 と、BPF処理部 42 とを具備する。BPF調整器 41 は、制振周波数決定部が決定した制振周波数を中心として所定の範囲の周波数を加速度検出器 20 からの振動加速度を通過させるための周波数帯域として調整、決定する。BPF処理部 42 は、加速度検出器 20 からの振動加速度のうち BPF調整器 41 によって調整された周波数帯域の振動加速度を出力し、フィードバックする振動加速度の周波数帯域を絞る。

[0023] 位相調整部 50 は、位相特性格納部 51 と、位相調整器 52 と、位相処理部 53 とを具備する。位相特性格納部 51 は、予め測定しておいた伝達関数に基づき、周波数毎の位相特性（位相線図）を格納している。位相調整器 52 は、制振周波数に基づき、位相特性格納部 51 に格納されている位相特性を参照して、低減（制振）すべき振動に対して逆位相となるように、加速度検出器 20 からの振動加速度の位相を調整、決定する。位相処理部 53 は、位相調整器 52 の決定に従い、BPF処理部 42 を通過した振動加速度の位相を調整する（変化させる）。

[0024] ゲイン調整部 60 は、ゲイン特性格納部 61 と、ゲイン調整器 62 と、ゲ

イン処理部 6 3 とを具備する。ゲイン特性格納部 6 1 は、予め測定しておいた伝達関数に基づき、周波数毎のゲイン特性（ゲイン線図）を格納している。ゲイン調整器 6 2 は、制振周波数に基づきゲイン特性格納部 6 1 に格納されているゲイン特性を参照して、フィードバックする振動加速度のためのゲインを調整、決定する。ゲイン処理部 6 3 は、BPF処理部 4 2 および位相処理部 5 3 を通過した振動加速度にゲイン調整器 6 2 が調整、決定したゲインを乗算する。

[0025] こうして、BPF処理部 4 2、位相処理部 5 3 およびゲイン処理部 6 3 を通過した加速度検出器 2 0 からの振動加速度が加算器 8 にフィードバックされる。これによって、ワークの切削加工による発生する振動が低減され、切削加工の切込み深さを大きくすることが可能となり、工作機械 2 0 0 の切削能力を高めることが可能となる。

[0026] なお、伝達関数は予め測定して、位相特性およびゲイン特性を位相特性格納部 5 1 およびゲイン特性格納部 6 1 に格納しておくことができる。図 2 の例では、加工振動制御部 1 5 0 は、伝達関数演算回路として、伝達関数演算部 7 0、第 1 のスイッチ 7 1、第 2 のスイッチ 7 2 および第 2 の高速フーリエ変換器 7 3 を具備している。第 1 のスイッチ 7 1 は、高速フーリエ変換器 3 1 と伝達関数演算部 7 0 との間に配置されており、第 1 の接点 C 1 と第 2 の接点 C 2 とを有している。第 1 のスイッチは、伝達関数を演算する場合は接点 C 1 側になっており、通常の切削加工を行う場合は接点 C 2 側になっている。

[0027] 伝達関数を演算する場合には、第 1 のスイッチ 7 1 を第 1 の接点 C 1 側にするとともに、第 2 のスイッチ 7 2 を閉成する。この状態で、ワークを試験的に加工することによって、加速度検出器 2 0 からの振動加速度は、高速フーリエ変換器 3 1 で周波数解析されたのちに伝達関数演算部 7 0 に出力され、サーボアンプ 9 からの出力が第 2 の高速フーリエ変換器 7 3 で周波数解析されたのちに伝達関数演算部 7 0 に出力される。こうして、伝達関数演算部 7 0 は、高速フーリエ変換されたのちの加速度検出器 2 0 からの振動加速度

およびサーボアンプ 9 からのトルク指令  $\tau$  に基づいて、この技術分野で公知の方法を用いて位相特性およびゲイン特性を演算する。演算結果は、位相特性格納部 5 1 およびゲイン特性格納部 6 1 にそれぞれ格納される。

### 符号の説明

|        |       |         |
|--------|-------|---------|
| [0028] | 2     | 読取解釈部   |
|        | 3     | 補間部     |
|        | 5     | 位置制御部   |
|        | 7     | 速度制御部   |
|        | 9     | サーボアンプ  |
|        | 1 0   | サーボモータ  |
|        | 1 2   | 位置検出器   |
|        | 1 3   | 速度検出器   |
|        | 2 0   | 加速度検出器  |
|        | 3 0   | 振動解析部   |
|        | 4 0   | BPF調整部  |
|        | 5 0   | 位相調整部   |
|        | 6 0   | ゲイン調整部  |
|        | 1 0 0 | 制御装置    |
|        | 1 5 0 | 加工振動制御部 |
|        | 2 0 0 | 工作機械    |
|        | 2 1 0 | 主軸頭     |

## 請求の範囲

- [請求項1] 位置指令が入力される位置制御部と、該位置制御部から速度指令が入力される速度制御部と、該速度制御部から入力されるトルク指令に基づいて、工作機械の送り軸を駆動する電流を生成するサーボアンプとを有する工作機械の送り軸の制御方法において、  
前記工作機械の先端部分の振動加速度を検出し、  
前記振動加速度を周波数解析して振動の中心周波数を特定し、  
前記中心周波数に基づいて帯域通過フィルタの周波数を設定し、  
前記帯域通過フィルタに設定した周波数の振動加速度を前記サーボアンプにフィードバックすることを特徴とした工作機械の送り軸制御方法。
- [請求項2] 周波数解析した振動加速度に基づいて、前記帯域通過フィルタを通過した振動加速度の位相を調整し、  
周波数解析した振動加速度に基づいて設定されたゲインを前記帯域通過フィルタを通過した振動加速度に乗算して前記サーボアンプにフィードバックすることを更に含む請求項1に記載の工作機械の送り軸制御方法。
- [請求項3] 前記振動加速度を検出する加速度検出器が前記工作機械の主軸頭に取り付けられている請求項1に記載の工作機械の送り軸の制御方法。
- [請求項4] 高速フーリエ変換によって周波数解析する請求項1に記載の工作機械の送り軸の制御方法。
- [請求項5] 位置指令が入力される位置制御部と、該位置制御部から速度指令が入力される速度制御部と、該速度制御部から入力されるトルク指令に基づいて、工作機械の送り軸を駆動する電流を生成するサーボアンプとを有する工作機械の送り軸の制御装置において、  
前記工作機械の先端部分の振動加速度を検出する加速度検出器と、  
前記振動加速度を周波数解析して振動の中心周波数を特定する振動解析部と、

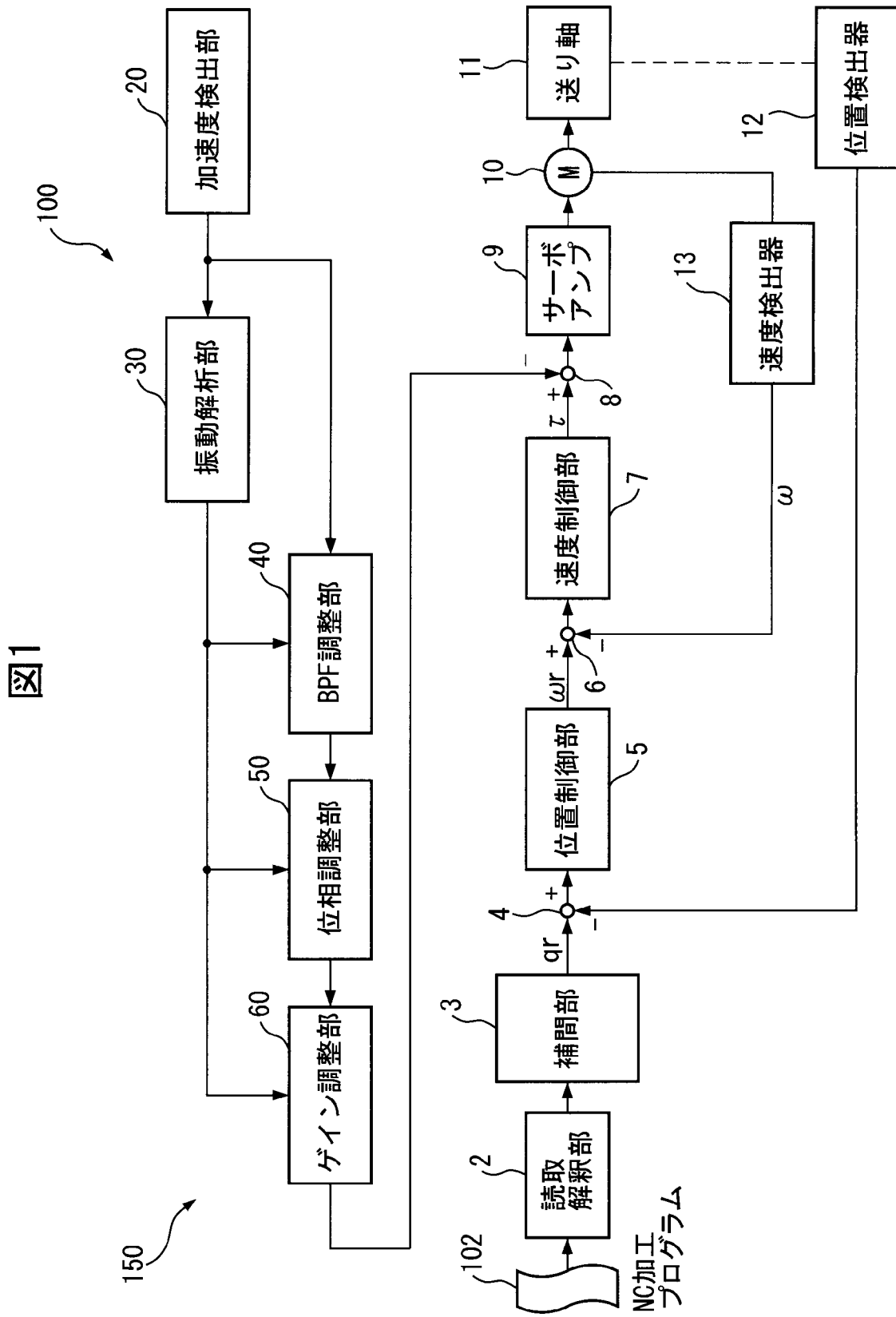
前記中心周波数に基づいて設定された周波数の前記振動加速度を通過させる帯域通過フィルタと、

を具備し、前記帯域通過フィルタに設定した周波数の振動加速度を前記サーボアンプにフィードバックすることを特徴とした工作機械の送り軸制御装置。

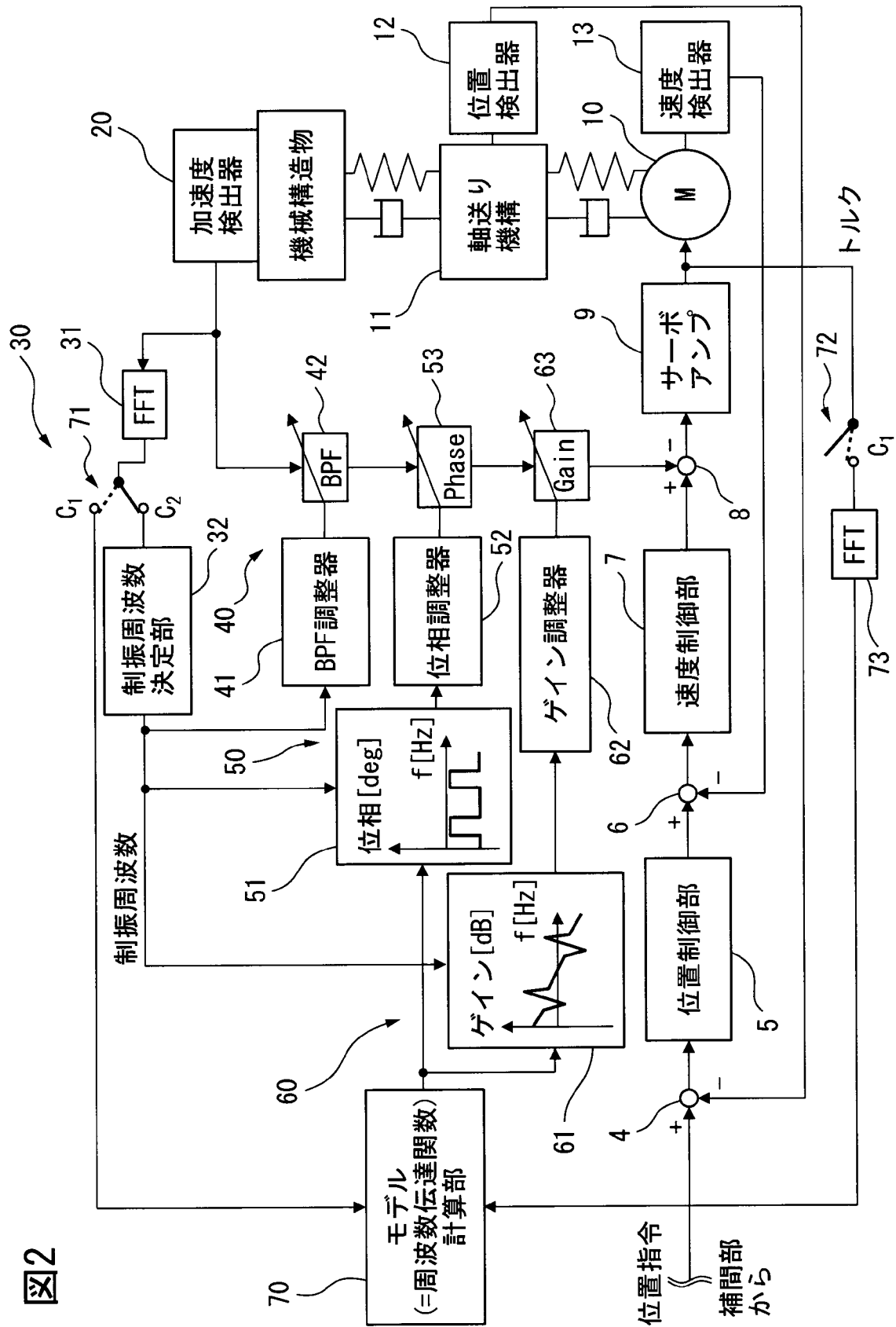
[請求項6] 周波数解析した振動加速度に基づいて、前記帯域通過フィルタを通過した振動加速度の位相を調整する位相調整部と、

周波数解析した振動加速度に基づいて設定されたゲインを前記帯域通過フィルタを通過した振動加速度に乗算するゲイン調整部とを更に具備する請求項5に記載の工作機械の送り軸制御装置。

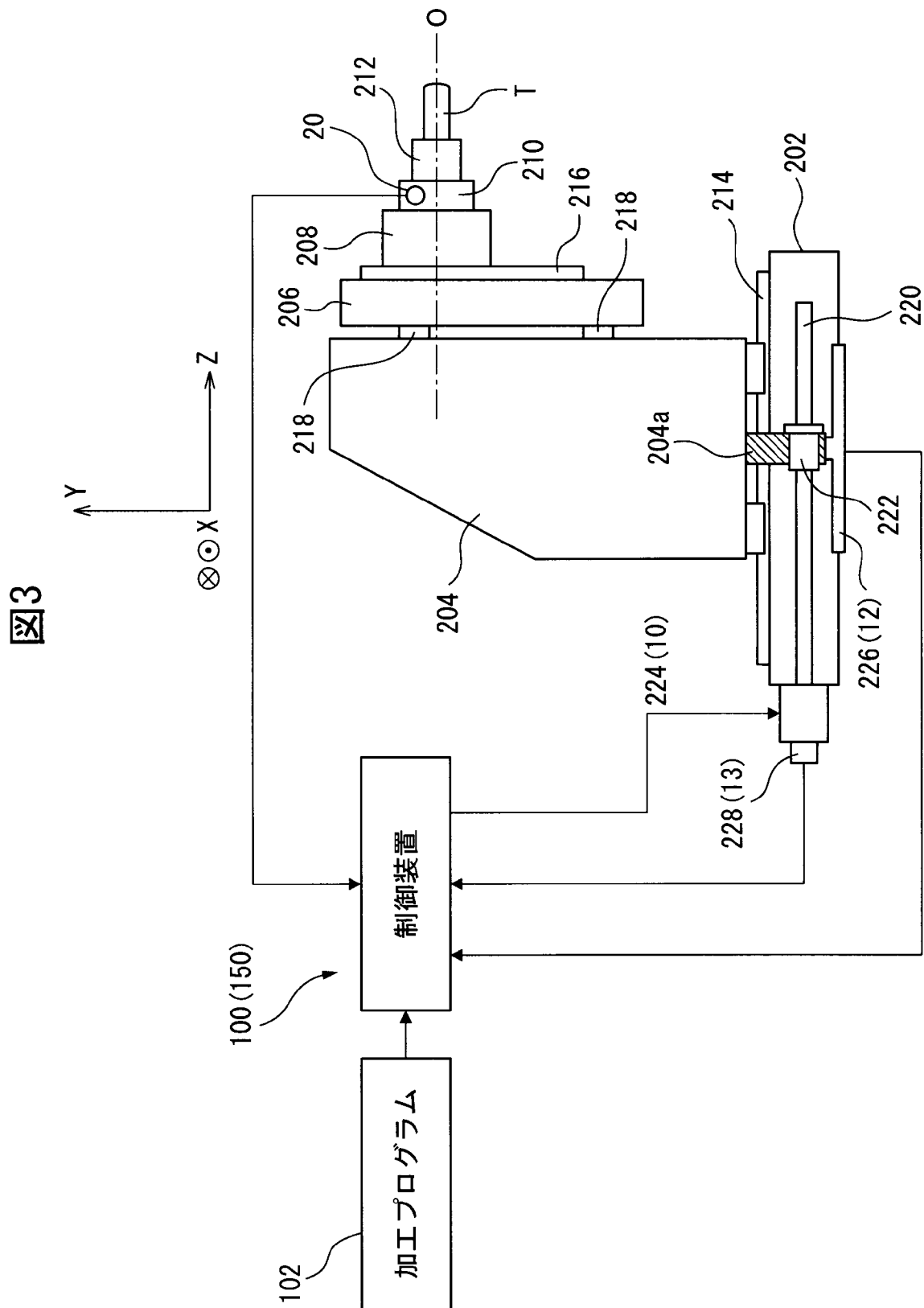
[図1]



[図2]



[図3]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084000

| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br>B23Q15/12(2006.01) i                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>B23Q15/12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017<br>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                           | Relevant to claim No.                                                             |
| Y<br>A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | JP 2003-53643 A (Mori Seiki Co., Ltd.),<br>26 February 2003 (26.02.2003),<br>paragraphs [0025] to [0052]; fig. 1 to 3<br>& US 2003/0029240 A1<br>paragraphs [0032] to [0058]; fig. 1 to 3<br>& EP 1288745 A1 | 1, 3-5<br>2, 6                                                                    |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 62-34788 A (Hitachi Construction Machinery Co., Ltd.),<br>14 February 1987 (14.02.1987),<br>page 3, lower left column, line 19 to page 4,<br>lower right column, line 3; fig. 1, 3<br>(Family: none)      | 1, 3-5                                                                            |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                   |
| Date of the actual completion of the international search<br>26 January 2017 (26.01.17)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                              | Date of mailing of the international search report<br>07 February 2017 (07.02.17) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japan Patent Office<br>3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,<br>Tokyo 100-8915, Japan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                              | Authorized officer<br><br>Telephone No.                                           |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/084000

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                      | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2014-534084 A (Korea Institute of Machinery & Materials),<br>18 December 2014 (18.12.2014),<br>entire text; all drawings<br>& US 2015/0217379 A1<br>entire text; all drawings<br>& WO 2014/054858 A1 | 1-6                   |
| A         | JP 6-106456 A (Toyoda Machine Works, Ltd.),<br>19 April 1994 (19.04.1994),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                               | 1-6                   |
| A         | JP 2008-290186 A (Okuma Corp.),<br>04 December 2008 (04.12.2008),<br>entire text; all drawings<br>& US 2008/0289923 A1<br>entire text; all drawings<br>& DE 102008024773 A1 & CN 101310921 A            | 1-6                   |
| A         | JP 2002-188630 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.),<br>05 July 2002 (05.07.2002),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                               | 1-6                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23Q15/12(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23Q15/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |            |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2017年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2017年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2017年 |

国際調査で利用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                          | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y<br>A          | JP 2003-53643 A（株式会社森精機製作所）2003.02.26,<br>[0025]-[0052], 図1-3 & US 2003/0029240 A1, [0032]-[0058], 図1-3<br>& EP 1288745 A1 | 1, 3-5<br>2, 6 |
| Y               | JP 62-34788 A（日立建機株式会社）1987.02.14, 3頁左下欄19行-4<br>頁右下欄3行, 第1, 3図（ファミリーなし）                                                   | 1, 3-5         |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26.01.2017

国際調査報告の発送日

07.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

木原 裕二

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

3U

4650

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                            |                |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                                                          | 関連する<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2014-534084 A (コリア・インスティテュート・オブ・マシナリー・アンド・マテリアルズ) 2014. 12. 18, 全文, 全図 & US 2015/0217379 A1, 全文, 全図 & WO 2014/054858 A1 | 1-6            |
| A                     | JP 6-106456 A (豊田工機株式会社) 1994. 04. 19, 全文, 全図 (ファミリーなし)                                                                    | 1-6            |
| A                     | JP 2008-290186 A (オークマ株式会社) 2008. 12. 04, 全文, 全図 & US 2008/0289923 A1, 全文, 全図 & DE 102008024773 A1 & CN 101310921 A        | 1-6            |
| A                     | JP 2002-188630 A (松下電器産業株式会社) 2002. 07. 05, 全文, 全図 (ファミリーなし)                                                               | 1-6            |