

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6470085号  
(P6470085)

(45) 発行日 平成31年2月13日(2019.2.13)

(24) 登録日 平成31年1月25日(2019.1.25)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>B 2 3 Q</b>	<b>15/013</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 Q 15/013
<b>G 0 5 B</b>	<b>19/4093</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 5 B 19/4093 M
<b>B 2 3 B</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 B 1/00 A

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2015-64469 (P2015-64469)	(73) 特許権者	000001960
(22) 出願日	平成27年3月26日 (2015.3.26)		シチズン時計株式会社
(65) 公開番号	特開2016-182655 (P2016-182655A)		東京都西東京市田無町六丁目1番12号
(43) 公開日	平成28年10月20日 (2016.10.20)	(74) 代理人	100111372
審査請求日	平成29年11月13日 (2017.11.13)		弁理士 津野 孝
		(74) 代理人	100168538
			弁理士 加藤 来
		(74) 代理人	100186495
			弁理士 平林 岳治
		(74) 代理人	100191640
			弁理士 星 睦
		(72) 発明者	北風 絢子
			東京都西東京市田無町六丁目1番12号
			シチズンホールディングス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 工作機械及びこの工作機械の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワークを保持するワーク保持手段と、前記ワークを切削加工する切削工具を保持する刃物台と、前記ワーク保持手段と刃物台との相対移動によってワークに対して前記切削工具を所定の加工送り方向に送り動作させる送り手段と、前記ワーク保持手段と前記刃物台とを相対的に前記加工送り方向に往復振動させ、該往復振動の往動時の切削加工部分と復動時の切削加工部分とを重複させる振動手段と、前記ワークと前記切削工具とを相対的に回転させる回転手段とを備え、

前記ワークと前記切削工具との相対回転と、前記ワークに対する前記切削工具の前記往復振動を伴う送り動作とによって、前記ワークの加工を実行する工作機械であって、

前記ワークの加工を実行する際の前記相対回転1回転当たりの往復振動の振動数を、前記切削工具の往動時と復動時との軌跡に応じて形成される前記ワーク表面における所定の高さの凹部及び凸部が各々前記ワークの異なる位相の位置に分散配置されるように、前記凹部と前記凸部との高さの差に基づいて設定する振動数設定手段を備えた工作機械。

【請求項2】

前記振動数設定手段が、ワーク加工面の粗さの最大値と最小値との差もしくは最大値に基づいて前記振動数を設定する構成とした請求項1に記載の工作機械。

【請求項3】

前記往復振動の振幅を設定する振幅設定手段を備えた請求項1または請求項2に記載の工作機械。

## 【請求項 4】

ワークを保持するワーク保持手段と、前記ワークを切削加工する切削工具を保持する刃物台と、前記ワーク保持手段と刃物台との相対移動によってワークに対して前記切削工具を所定の加工送り方向に送り動作させる送り手段と、前記ワーク保持手段と前記刃物台とを相対的に前記加工送り方向に往復振動させ、該往復振動の往動時の切削加工部分と復動時の切削加工部分とを重複させる振動手段と、前記ワークと前記切削工具とを相対的に回転させる回転手段とを備え、

前記ワークと前記切削工具との相対回転と、前記ワークに対する前記切削工具の前記往復振動を伴う送り動作とによって、前記ワークの加工を実行する工作機械の制御装置であって、

前記ワークの加工を実行する際の前記相対回転 1 回転当たりの往復振動の振動数を、前記切削工具の往動時と復動時との軌跡に応じて形成される前記ワーク表面における所定の高さの凹部及び凸部が各々前記ワークの異なる位相の位置に分散配置されるように、前記凹部と前記凸部との高さの差に基づいて設定する振動数設定手段を備えた工作機械の制御装置。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、切削加工時の切屑を順次分断しながらワークの加工を行う工作機械及びこの工作機械の制御装置に関する。

20

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、ワークを保持するワーク保持手段と、前記ワークを切削加工する切削工具を保持する刃物台と、前記ワーク保持手段と前記刃物台との相対移動によって、前記ワークに対して前記切削工具を所定の加工送り方向に送り動作させる送り手段と、前記切削工具が前記加工送り方向に沿って往復振動しながら加工送り方向に送られるように、前記ワーク保持手段と前記刃物台とを相対的に振動させる振動手段と、前記ワークと前記切削工具を相対的に回転させる回転手段とを備えた工作機械が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

30

この工作機械の制御装置は、前記回転手段と、前記送り手段と、前記振動手段とを駆動制御し、前記ワークと前記切削工具との相対回転と、前記ワークに対する前記切削工具の前記加工送り方向への前記往復振動を伴う送り動作とによって前記工作機械に、前記ワークの加工を実行させる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特許 5033929 号公報（段落 0049、段落 0053、図 7 参照）

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

40

## 【0004】

しかしながら、上述した従来の工作機械は、切削工具を振動させて切削工具で切屑を分断しているが、切削工具を振動させることによりワーク加工面に形成される微小凹凸について考慮されてなく、仕上がったワークの真円度が十分でないという問題やワーク加工面の見た目である外観や粗さがよくないという問題がある。

## 【0005】

そこで、本発明は、前述したような従来技術の問題を解決するものであって、すなわち、本発明の目的は、ワークから生じる切屑を順次確実に分断することに加えて仕上がったワークの真円度を向上させるとともにワーク加工面の見た目である外観や粗さをよくする工作機械及びこの工作機械の制御装置を提供することである。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本請求項1に係る発明は、ワークを保持するワーク保持手段と、前記ワークを切削加工する切削工具を保持する刃物台と、前記ワーク保持手段と刃物台との相対移動によってワークに対して前記切削工具を所定の加工送り方向に送り動作させる送り手段と、前記ワーク保持手段と前記刃物台とを相対的に前記加工送り方向に往復振動させ、該往復振動の往動時の切削加工部分と復動時の切削加工部分とを重複させる振動手段と、前記ワークと前記切削工具とを相対的に回転させる回転手段とを備え、前記ワークと前記切削工具との相対回転と、前記ワークに対する前記切削工具の前記往復振動を伴う送り動作とによって、前記ワークの加工を実行する工作機械であって、前記ワークの加工を実行する際の前記相対回転1回転当たりの往復振動の振動数を、前記切削工具の往動時と復動時との軌跡に応じて形成される前記ワーク表面における所定の高さの凹部及び凸部が各々前記ワークの異なる位相の位置に分散配置されるように、前記凹部と前記凸部との高さの差に基づいて設定する振動数設定手段を備えたことにより、前述した課題を解決するものである。

10

ここで、「分散配置される」とは、 $n$ 回転目の切削工具の軌跡と $n+1$ 回転目の切削工具の軌跡との交差部分と、 $n+2$ 回転目の切削工具の軌跡と $n+3$ 回転目の切削工具の軌跡との交差部分とが、相対回転方向にずれて配置されることをいう。

すなわち、相対回転方向における分布されている切削工具の軌跡の交差部分を特定の位相に集中させずに分散させるように配置されることをいう。

20

## 【0007】

本請求項2に係る発明は、請求項1に記載された工作機械の構成に加えて、前記振動数設定手段が、ワーク加工面の粗さの最大値と最小値との差もしくは最大値に基づいて前記振動数を設定する構成としたことにより、前述した課題をさらに解決するものである。

## 【0008】

本請求項3に係る発明は、請求項1または請求項2に記載された工作機械の構成に加えて、前記往復振動の振幅を設定する振幅設定手段を備えたことにより、前述した課題をさらに解決するものである。

## 【0009】

本請求項4に係る発明は、ワークを保持するワーク保持手段と、前記ワークを切削加工する切削工具を保持する刃物台と、前記ワーク保持手段と刃物台との相対移動によってワークに対して前記切削工具を所定の加工送り方向に送り動作させる送り手段と、前記ワーク保持手段と前記刃物台とを相対的に前記加工送り方向に往復振動させ、該往復振動の往動時の切削加工部分と復動時の切削加工部分とを重複させる振動手段と、前記ワークと前記切削工具とを相対的に回転させる回転手段とを備え、前記ワークと前記切削工具との相対回転と、前記ワークに対する前記切削工具の前記往復振動を伴う送り動作とによって、前記ワークの加工を実行する工作機械の制御装置であって、前記ワークの加工を実行する際の前記相対回転1回転当たりの往復振動の振動数を、前記切削工具の往動時と復動時との軌跡に応じて形成される前記ワーク表面における所定の高さの凹部及び凸部が各々前記ワークの異なる位相の位置に分散配置されるように、前記凹部と前記凸部との高さの差に基づいて設定する振動数設定手段を備えたことにより、前述した課題を解決するものである。

30

40

## 【発明の効果】

## 【0010】

本請求項1に係る発明の工作機械によれば、切削工具の軌跡の交差部分が相対回転方向において分散配置されてワーク加工面の微小凹凸が相対回転方向において均一に分散された配置となるため、仕上がったワークの真円度を向上させるとともにワーク加工面の見た目である外観や粗さをよくすることができる。

## 【0011】

50

本請求項 2 に係る発明の工作機械によれば、請求項 1 に係る発明が奏する効果に加えて、ワーク加工面の粗さに基づいて振動数の値が設定されるため、振動数の変更によるワーク加工面の粗さについてユーザの想定外の悪化を回避することができる。

【0012】

本請求項 3 に係る発明の工作機械によれば、請求項 1 または請求項 2 に係る発明が奏する効果に加えて、加工送り方向における切削工具の軌跡の交差部分が分散配置されてワーク加工面の微小凹凸が加工送り方向において均一に分散された配置となるため、ワーク加工面の見た目である外観や粗さをより確実によくすることができる。

【0013】

本請求項 4 に係る発明の工作機械の制御装置によれば、工作機械の制御装置において、請求項 1 に係る発明が奏する効果と同様の効果を得ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1】本発明の実施例の工作機械の概略を示す図。

【図 2】本発明の実施例の切削工具とワークとの関係を示す概略図。

【図 3】本発明の実施例の切削工具の Z 軸方向の往復振動および位置を示す図。

【図 4】振動数 1.5 の場合の主軸 1 回転目、2 回転目、3 回転目... の切削工具の軌跡の関係を示す図。

【図 5】(A) は図 4 に示す符号 5A - 5A の箇所の断面図であり、(B) は図 4 に示す符号 5B - 5B の箇所の断面図であり、(C) は図 4 に示す符号 5C - 5C の箇所の断面図。

20

【図 6】主軸 1 回転当たりの往復振動の振動数から算出されるワーク外周加工面の算術平均粗さ Ra と振動数との関係を示す図。

【図 7】振動数 1.44、振幅送り比率 1.0 の場合の主軸 1 回転目、2 回転目、3 回転目... の切削工具の軌跡の関係を示す図。

【図 8】振動数 1.44、振幅送り比率 2.0 の場合の主軸 1 回転目、2 回転目、3 回転目... の切削工具の軌跡の関係を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の工作機械及びこの工作機械の制御装置は、ワークの加工を実行する際の前記相対回転 1 回転当たりの往復振動の振動数を、切削工具の往動時と復動時との軌跡に応じて形成されるワーク表面における所定の高さの凹部及び凸部が各々ワークの異なる位相の位置に分散配置されるように、凹部と凸部との高さの差に基づいて設定する振動数設定手段を備えたことにより、仕上がったワークの真円度を向上させるとともにワーク加工面の見た目である外観や粗さをよくするものであれば、その具体的な実施態様は、如何なるものであっても構わない。

30

【実施例】

【0016】

図 1 は、本発明の実施例の制御装置 C を備えた工作機械 100 の概略を示す図である。

工作機械 100 は、回転手段としての主軸 110 と、刃物台としての切削工具台 130 A とを備えている。

40

主軸 110 の先端にはワーク保持手段としてのチャック 120 が設けられている。

チャック 120 を介して主軸 110 にワーク W が保持される。

主軸 110 は、図示しない主軸モータの動力によって回転駆動されるように主軸台 110 A に支持されている。

【0017】

主軸台 110 A は、工作機械 100 のベッド側に、Z 軸方向送り機構 160 によって主軸 110 の軸線方向となる Z 軸方向に移動自在に搭載されている。

主軸 110 は、主軸台 110 A を介して Z 軸方向送り機構 160 によって、前記 Z 軸方向に移動する。

50

Z軸方向送り機構160は、主軸110をZ軸方向に移動させる主軸移動機構を構成している。

【0018】

Z軸方向送り機構160は、前記ベッド等のZ軸方向送り機構160の固定側と一体的なベース161と、ベース161に設けられたZ軸方向に延びるZ軸方向ガイドレール162とを備えている。

Z軸方向ガイドレール162に、Z軸方向ガイド164を介してZ軸方向送りテーブル163がスライド自在に支持されている。

Z軸方向送りテーブル163側にリニアサーボモータ165の可動子165aが設けられ、ベース161側にリニアサーボモータ165の固定子165bが設けられている。

10

【0019】

Z軸方向送りテーブル163に主軸台110Aが搭載され、リニアサーボモータ165の駆動によってZ軸方向送りテーブル163が、Z軸方向に移動駆動される。

Z軸方向送りテーブル163の移動によって主軸台110AがZ軸方向に移動し、主軸110のZ軸方向への移動が行われる。

【0020】

切削工具台130Aには、ワークWを旋削加工するバイト等の切削工具130が装着されている。

切削工具台130Aは、工作機械100のベッド側に、X軸方向送り機構150及び図示しないY軸方向送り機構によって、前記Z軸方向に直交するX軸方向と、前記Z軸方向及びX軸方向に直交するY軸方向とに移動自在に設けられている。

20

X軸方向送り機構150とY軸方向送り機構とによって、切削工具台130Aを主軸110に対して前記X軸方向及びY軸方向に移動させる刃物台移動機構が構成されている。

【0021】

X軸方向送り機構150は、X軸方向送り機構150の固定側と一体的なベース151と、ベース151に設けられたX軸方向に延びるX軸方向ガイドレール152とを備えている。

X軸方向ガイドレール152に、X軸方向ガイド154を介してX軸方向送りテーブル153がスライド自在に支持されている。

【0022】

30

X軸方向送りテーブル153側にリニアサーボモータ155の可動子155aが設けられ、ベース151側にリニアサーボモータ155の固定子155bが設けられている。

リニアサーボモータ155の駆動によってX軸方向送りテーブル153が、X軸方向に移動駆動される。

なおY軸方向送り機構は、X軸方向送り機構150をY軸方向に配置したものであり、X軸方向送り機構150と同様の構造であるため、構造についての詳細な説明は割愛する。

【0023】

図1においては、図示しないY軸方向送り機構を介してX軸方向送り機構150を前記ベッド側に搭載し、X軸方向送りテーブル153に切削工具台130Aが搭載されている。

40

切削工具台130Aは、X軸方向送りテーブル153の移動駆動によってX軸方向に移動し、Y軸方向送り機構が、Y軸方向に対して、X軸方向送り機構150と同様の動作をすることによって、Y軸方向に移動する。

【0024】

なお図示しないY軸方向送り機構を、X軸方向送り機構150を介して前記ベッド側に搭載し、Y軸方向送り機構側に切削工具台130Aを搭載してもよく、Y軸方向送り機構とX軸方向送り機構150とによって切削工具台130AをX軸方向及びY軸方向に移動させる構造は従来公知であるため、詳細な説明及び図示は割愛する。

【0025】

50

前記刃物台移動機構（X軸方向送り機構150とY軸方向送り機構）と前記主軸移動機構（Z軸方向送り機構160）とが協働し、X軸方向送り機構150とY軸方向送り機構によるX軸方向とY軸方向への切削工具台130Aの移動と、Z軸方向送り機構160による主軸台110A（主軸110）のZ軸方向への移動によって、切削工具台130Aに装着されている切削工具130は、ワークWに対して相対的に任意の加工送り方向に送られる。

【0026】

前記主軸移動機構と前記刃物台移動機構とから構成される送り手段により、切削工具130を、ワークWに対して相対的に任意の加工送り方向に送ることによって、図2に示すように、ワークWは、前記切削工具130により任意の形状に切削加工される。

10

【0027】

なお本実施形態においては、主軸台110Aと切削工具台130Aの両方を移動するように構成しているが、主軸台110Aを工作機械100のベッド側に移動しないように固定し、刃物台移動機構を、切削工具台130AをX軸方向、Y軸方向、Z軸方向に移動させるように構成してもよい。

この場合、前記送り手段が、切削工具台130AをX軸方向、Y軸方向、Z軸方向に移動させる刃物台移動機構から構成され、固定的に位置決めされて回転駆動される主軸110に対して、切削工具台130Aを移動させることによって、前記切削工具130をワークWに対して加工送り動作させることができる。

【0028】

20

また切削工具台130Aを工作機械100のベッド側に移動しないように固定し、主軸移動機構を、主軸台110AをX軸方向、Y軸方向、Z軸方向に移動させるように構成してもよい。

この場合、前記送り手段が、主軸台110AをX軸方向、Y軸方向、Z軸方向に移動させる主軸移動機構から構成され、固定的に位置決めされる切削工具台130Aに対して、主軸台110Aを移動させることによって、前記切削工具130をワークWに対して加工送り動作させることができる。

また、本実施例では、切削工具130に対してワークWを回転させる構成としたが、ワークWに対して切削工具130を回転させる構成としてもよい。

【0029】

30

主軸110の回転、Z軸方向送り機構160、X軸方向送り機構150、Y軸方向送り機構は、制御装置Cが有する制御部C1によって駆動制御される。

制御部C1は、各送り機構を振動手段として、各々対応する移動方向に沿って往復振動させながら、主軸台110A又は切削工具台130Aを各々の方向に移動させるように制御する振動制御手段を備えている。

【0030】

各送り機構は、制御部C1の制御により、図3に示すように、主軸110又は切削工具台130Aを、1回の往復振動において、所定の前進量だけ前進（往動）移動してから所定の後退量だけ後退（復動）移動し、その差の進行量だけ各移動方向に移動させ、協働してワークWに対して前記切削工具130を前記加工送り方向としてZ軸方向に送る。

40

【0031】

工作機械100は、Z軸方向送り機構160、X軸方向送り機構150、Y軸方向送り機構により、切削工具130が前記加工送り方向に沿った往復振動しながら、主軸1回転分、すなわち、主軸位相0°から360°まで変化したときの前記進行量の合計を送り量として、加工送り方向に送られることによって、ワークWの加工を行う。

【0032】

ワークWが回転した状態で、主軸台110A（主軸110）又は切削工具台130A（切削工具130）が、往復振動しながら移動し、切削工具130によって、ワークWを所定の形状に外形切削加工する場合、ワークWの周面は、図4に示すように、正弦曲線状に切削される。

50

なお正弦曲線状の波形の谷を通過する仮想線（1点鎖線）において、主軸位相 $0^\circ$ から $360^\circ$ まで変化したときの位置の変化量が、前記送り量を示す。

図4に示されるように、ワークWの1回転当たりの主軸台110A（主軸110）又は切削工具台130Aの振動数Nが、1.5回（振動数 $N = 1.5$ ）を例に説明する。

【0033】

この場合、1回転目（ $n$ 回転目： $n$ は1以上の整数）の切削工具130により旋削された形状の位相の谷の最低点（実線波形グラフの山の頂点）の位置に対して、2回転目（ $n + 1$ 回転目）の切削工具130により旋削されるワーク周面形状の位相の谷の最低点（切削工具130によって送り方向に最も切削された点となる点線波形グラフの山の頂点）の位置が、主軸位相方向（グラフの横軸方向）でずれる。

10

【0034】

これにより、切削工具130の往動時の切削加工部分と、復動時の切削加工部分とが一部重複し、ワーク周面の $n + 1$ 回転目の切削部分に、 $n$ 回転目に切削済みの部分が含まれ、振動切削中に加工送り方向において切削工具130がワークWを切削しない所謂、空振り動作が生じる。

切削加工時にワークWから生じる切屑は、前記空振り動作によって順次分断される。

工作機械100は、切削工具130の切削送り方向に沿った前記往復振動によって切屑を分断しながら、ワークWの外形切削加工を円滑に行うことができる。

【0035】

切削工具130の前記往復振動によって切屑を順次分断する場合、ワーク周面の $n + 1$ 回転目の切削部分に、 $n$ 回転目に切削済みの部分が含まれていればよい。

20

言い換えると、ワーク周面の $n + 1$ 回転目（ $n$ は1以上の整数）における復動時の切削工具130の軌跡が、ワーク周面の $n$ 回転目における切削工具130の軌跡まで到達すればよい。

つまり図4に示されるように、 $n + 1$ 回転目と $n$ 回転目のワークWにおける切削工具130の軌跡の位相が一致（同位相）しなければよい。

【0036】

ところで、例えば、図4に示されるように、振動数 $N = 1.5$ の場合、ワークWにおける切削工具130の軌跡の交差部分CRが、主軸位相のいくつかの所定位相で加工送り方向に揃う。

30

図5(A)は図4における5A - 5A断面、図5(B)は図4における5B - 5B断面、図5(C)は図4における5C - C断面を現しており、いずれもワークWの加工面の起伏を示している。

図5(A)乃至図5(C)に示されるように、切削工具130がワークWに対してワーク径方向に振動せずに加工送り方向であるZ軸方向に振動している場合、ワークWにおいて、切削工具130の先端が通過した箇所が凹となり（ワークWの表面を切削しているため）、切削工具130の軌跡と軌跡との間が凸となる（ワークWの表面で切削した箇所と切削した箇所の間で切削されていないため）。

図5(A)に示されるように、交差部分CRが揃った所定位相（図4の5A - 5A）では、切削工具130の軌跡と軌跡との間が、図5(B)および図5(C)と比べて広いため、凸と凹との差が、図5(B)および図5(C)と比べて大きくなる。

40

【0037】

さらに、凸の高さが、図5(B)および図5(C)と比べて高くなる。

つまり、ワークWの加工面の表面粗さの要因になる凹と凸とが、いろいろな高さで主軸位相方向において配置されることになる。

つまり凹と凸との差が均一に配置されず偏在して配置されることになる。

ここで、図6に示されるように、振動数から算出されるワークWの加工面の粗さの規格の1つである算術平均粗さ $R_a$ は、振動数に応じて変化する。

【0038】

本実施例の工作機械100では、制御装置Cの制御部C1および数値設定部C2が、主

50

軸 1 回転当たりの往復振動の振動数をパラメータとして設定する設定手段を構成し、ユーザによって、送り量 F、主軸回転数、振動数 N を、数値設定部 C 2 等を介して制御部 C 1 に設定するように構成されている。

また、制御部 C 1 が、設定手段によって設定されたパラメータを後述する振動切削の所定条件に基づいて設定する振動数設定手段を備えている。

#### 【 0 0 3 9 】

制御部 C 1 が、設定手段によって設定されたパラメータ等に基づいて計算し、所定条件として算術平均粗さ R a が所定許容値未満となるか否かを判定する。

例えば、算術平均粗さ R a の最大値と最小値との差が、設定された第 1 所定許容値未満となるか否かを判定するとともに、算術平均粗さ R a の最大値が、設定された第 2 所定許容値未満となるか否かを判定する。

両者のどちらかが所定許容値以上のとき、制御部 C 1 が、振動数 N を設定して両者を所定許容値未満にするように構成されている。

#### 【 0 0 4 0 】

図 6 はワーク加工面の粗さを、粗さの規格として算術平均粗さ R a を 1 回転当たりの振動数を横軸にしてプロットした結果である。

一例として振動数 N = 1 . 5 の場合には、ワークの周面の R a の中で最大値 ( R a 最大 : 実線 ) と最小値 ( R a 最小 : 点線 ) の差が大きくなっている。

つまりこの振動数 N = 1 . 5 の振動条件のときの R a の最大値を示す箇所は、図 5 ( A ) のような凸と凹との差が大きいワーク加工面の状態になっている。

逆に R a の最小値を示す箇所は、図 5 ( C ) のような凸と凹との差が小さいワーク加工面の状態になっている。

そこで制御部 C 1 は、例えば振動数 N = 1 . 5 から算術平均粗さ R a の最大値と最小値との差が減少する側 ( 例えば図 6 における振動数 N = 1 . 5 から左側の位置にある少し小さい振動数 ) へ振動数を変化させて、この差が最小となる値 N = 1 . 4 4 に変更する振動数の設定を行う。

制御部 C 1 の振動数の設定により、図 7 に示されるように、切削工具 1 3 0 の軌跡の交差部分 C R が主軸位相方向 ( つまりワークの周面 ) に分散配置され、すなわち、主軸位相方向に互いにずれて配置され、切削工具 1 3 0 の軌跡の交差部分 C R のワークの周面における粗密分布が主軸位相方向において均一化される。

つまりワーク加工面の凸と凹との差が小さくなる。

この振動数の設定によれば、振動数の設定前後で振動数 N の値の変化量が比較的小さいため、振動数 N の大きな変更を伴わずにワーク加工面の粗さを改善できる。

#### 【 0 0 4 1 】

またワーク加工面の粗さについては算術平均粗さ R a を使用したが、他の粗さ規格 ( 最大粗さ R z 等 ) を使用しても良い。

#### 【 0 0 4 2 】

制御部 C 1 の振動数の設定に加えて、往復振動の振幅の設定を行う振幅設定手段を備えていることにより、図 8 に示されるように、切削工具 1 3 0 の軌跡の交差部分 C R が加工送り方向にも分散配置され、切削工具 1 3 0 の軌跡の粗密も加工送り方向に分散される。

すなわち加工送り方向へも切削工具 1 3 0 の軌跡の交差部分 C R がずれて配置され、主軸位相方向への交差部分 C R の粗密分布の均一化に加え加工送り方向への粗密分布の均一化が図れ、加工送り方向で切削工具 1 3 0 の軌跡の間隔の差を減少させることができる。

具体的には制御部 C 1 が、振幅を送り量で割った値である振幅送り比率を変更して 1 . 0 から 2 . 0 に変更してもよい。

これにより、切削工具 1 3 0 の軌跡の交差部分 C R が主軸位相方向と加工送り方向の両方向において分散され、ワーク加工面上の所定方向 ( 例えば図 8 に示す線 L の方向 ) で切削工具 1 3 0 の軌跡の間隔の差が減少して前述した凸の高い部分が減るとともに凸の配置の粗密が分散されるため、より一層ワーク加工面の粗さが改善できる。

#### 【 符号の説明 】

10

20

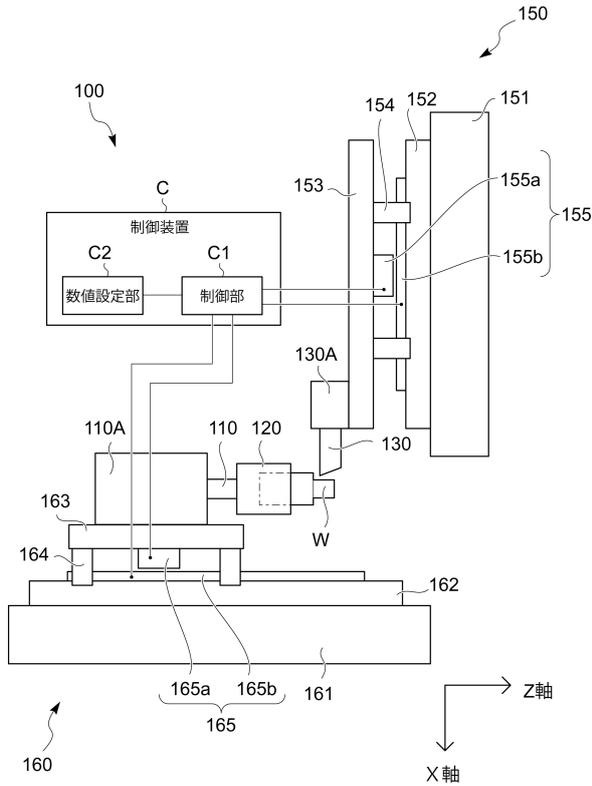
30

40

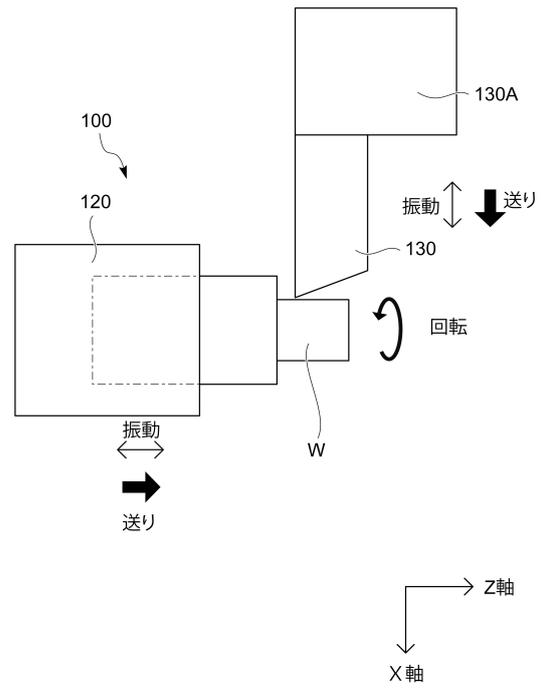
50

【 0 0 4 3 】	
1 0 0	・・・ 工作機械
1 1 0	・・・ 主軸
1 1 0 A	・・・ 主軸台
1 2 0	・・・ チャック
1 3 0	・・・ 切削工具
1 3 0 A	・・・ 切削工具台
1 5 0	・・・ X 軸方向送り機構
1 5 1	・・・ ベース
1 5 2	・・・ X 軸方向ガイドレール
1 5 3	・・・ X 軸方向送りテーブル
1 5 4	・・・ X 軸方向ガイド
1 5 5	・・・ リニアサーボモータ
1 5 5 a	・・・ 可動子
1 5 5 b	・・・ 固定子
1 6 0	・・・ Z 軸方向送り機構
1 6 1	・・・ ベース
1 6 2	・・・ Z 軸方向ガイドレール
1 6 3	・・・ Z 軸方向送りテーブル
1 6 4	・・・ Z 軸方向ガイド
1 6 5	・・・ リニアサーボモータ
1 6 5 a	・・・ 可動子
1 6 5 b	・・・ 固定子
C	・・・ 制御装置
C 1	・・・ 制御部
C 2	・・・ 数値設定部
W	・・・ ワーク

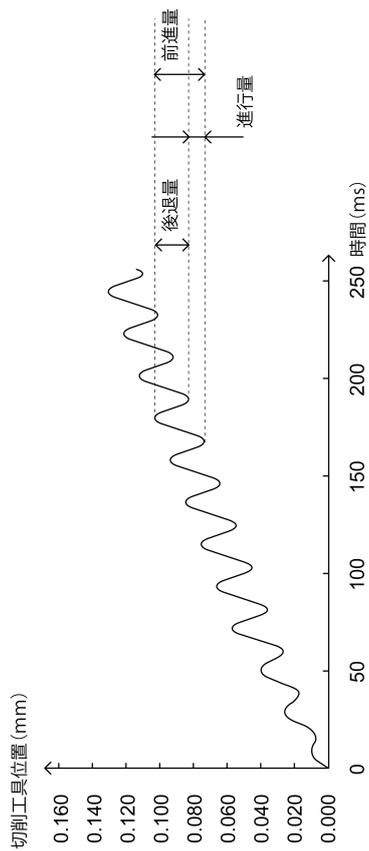
【図1】



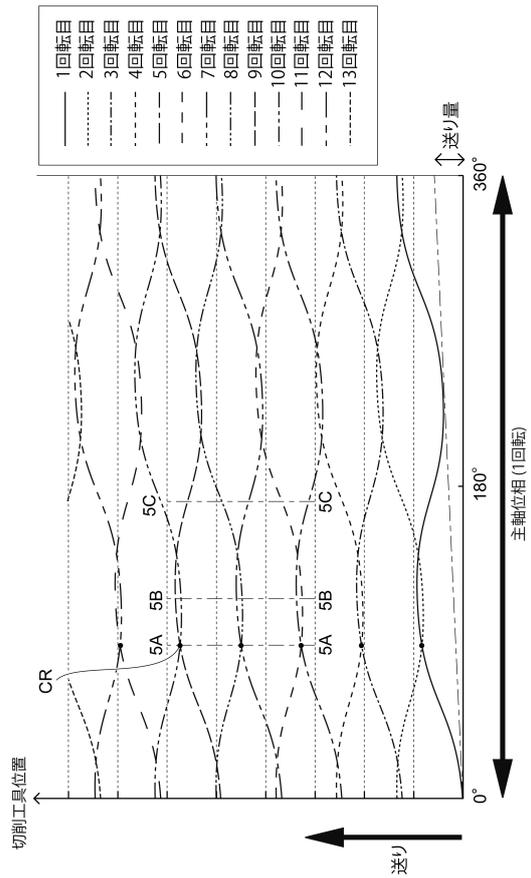
【図2】



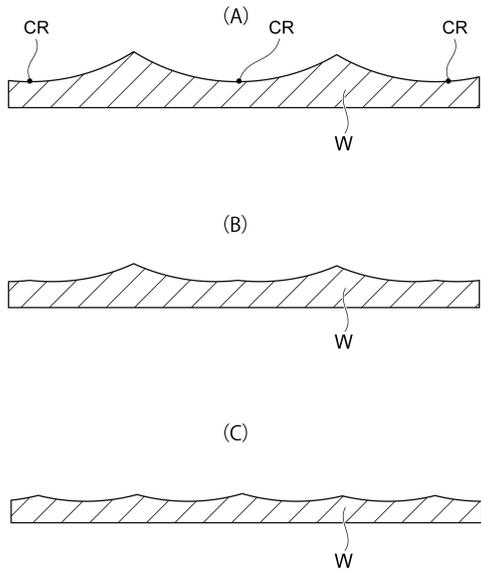
【図3】



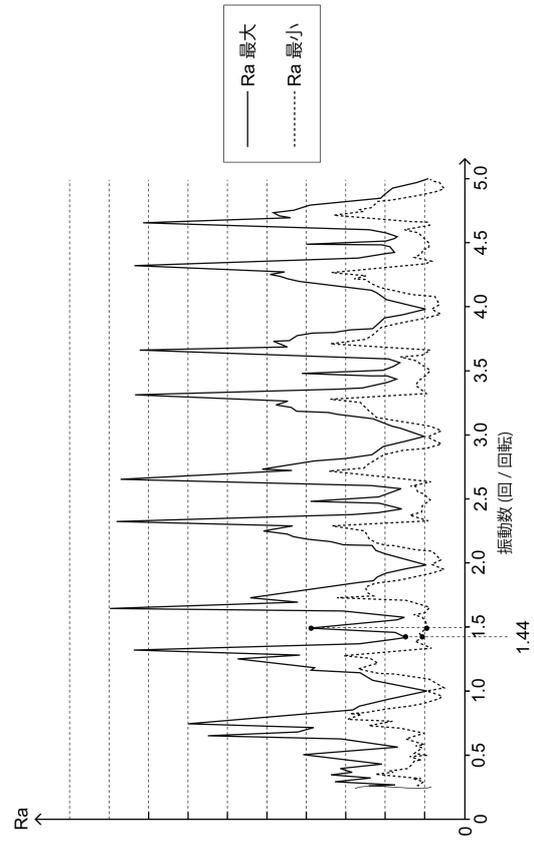
【図4】



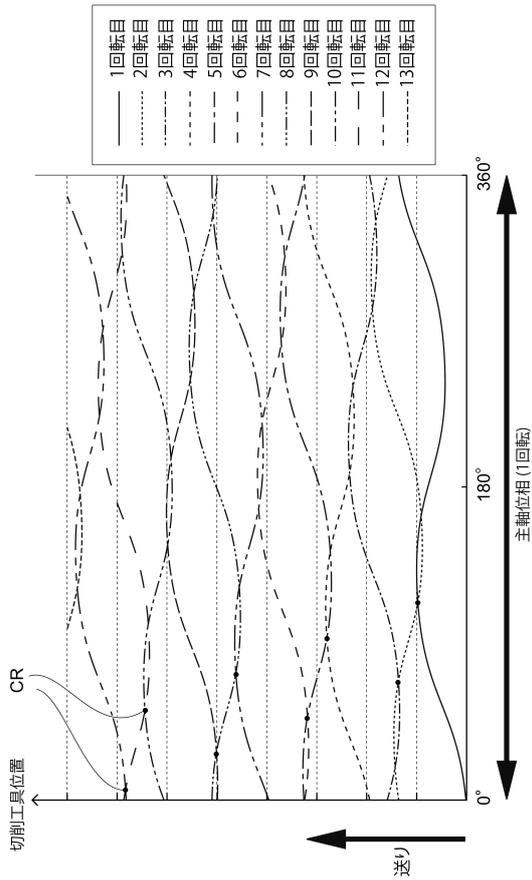
【 図 5 】



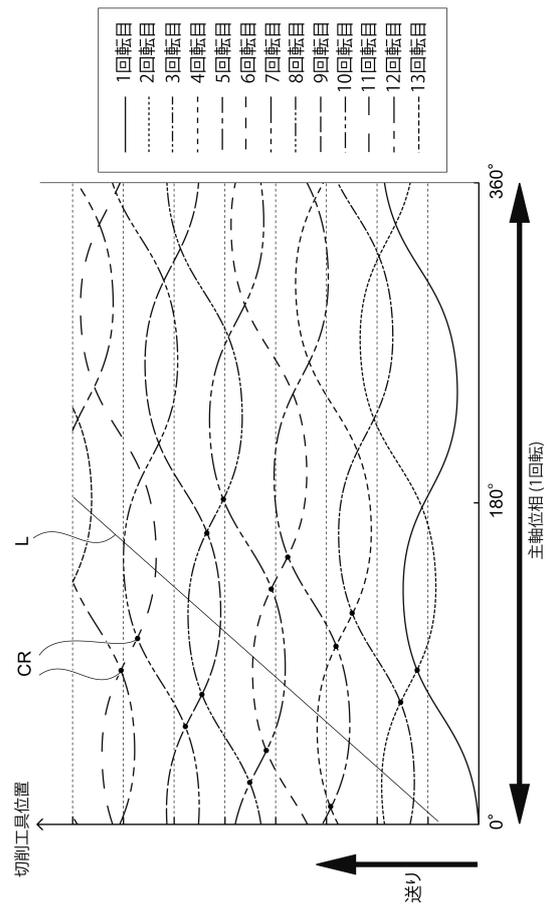
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

審査官 藤井 浩介

- (56)参考文献 特開平10-015701(JP,A)  
特開2012-045693(JP,A)  
特開2002-301601(JP,A)  
特開2006-312223(JP,A)  
特開昭49-006573(JP,A)  
特開2001-150201(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B23B 1/00  
B23Q 15/013  
G05B 19/4093