

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6603104号
(P6603104)

(45) 発行日 令和1年11月6日(2019.11.6)

(24) 登録日 令和1年10月18日(2019.10.18)

(51) Int.Cl.	F 1
B23Q 15/12 (2006.01)	B23Q 15/12 A
B23Q 15/013 (2006.01)	B23Q 15/013
G05B 19/416 (2006.01)	G05B 19/416 F
B23G 3/00 (2006.01)	B23G 3/00 B

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2015-219763 (P2015-219763)
 (22) 出願日 平成27年11月9日 (2015.11.9)
 (65) 公開番号 特開2017-87338 (P2017-87338A)
 (43) 公開日 平成29年5月25日 (2017.5.25)
 審査請求日 平成30年5月9日 (2018.5.9)

(73) 特許権者 000149066
 オークマ株式会社
 愛知県丹羽郡大口町下小口五丁目25番地
 の1
 (74) 代理人 100078721
 弁理士 石田 喜樹
 (74) 代理人 100124420
 弁理士 園田 清隆
 (72) 発明者 西村 浩平
 愛知県丹羽郡大口町下小口5丁目25番地
 の1 オークマ株式会社内
 審査官 藤井 浩介

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】

軸状のワークを把持する把持手段と、
 前記ワークに対してその径方向及び軸方向へ移動可能な工具と、
 前記ワークと前記工具とを相対的に前記ワークの軸線周りに回転させながら、前記ワークに対して前記工具を径方向へ切り込ませて前記軸方向へ移動させた後、前記工具を径方向へ逃がすといった工具パスを繰り返してねじ切り加工を行う加工制御手段と、
 前記ワークと前記工具の相対的な回転速度を前記工具パス単位で変更可能な回転速度制御手段と、

前記工具パス毎の前記回転速度を演算する回転速度演算手段と、
表示を行う表示部と

を備えた工作機械であって、

前記回転速度制御手段は、

前記回転速度を、基準回転速度の設定値である基準回転速度設定値から変更幅の設定値である変更幅設定値分高い速度である変更最大速度と、前記変更幅設定値分低い速度である変更最小速度とで変更するか、又は複数の回転速度候補値の何れかに変更すると共に、

びびり振動が抑制されるものとして予め記憶された前記基準回転速度と前記変更幅又は前記回転速度候補値の条件を示す速度条件情報を参照して、前記基準回転速度設定値及び前記変更幅設定値の少なくとも一方又は前記回転速度候補値が前記条件を満たさない場合には、前記条件を満たすように前記基準回転速度設定値及び前記変更幅設定値の少なくと

10

20

も一方の変更、又は前記回転速度候補値の変更を行い、あるいは変更を促す表示を前記表示部において行い、

前記表示部は、前記変更最大速度又は前記回転速度候補値が予め決定された回転速度の上限値である回転上限速度以下となるような、前記変更幅と前記基準回転速度との関係又は前記回転速度候補値を表示する

ことを特徴とする工作機械。

【請求項 2】

前記速度条件情報は、予め決定された回転速度の上限値である回転上限速度を前記変更最大速度が超えないような、前記基準回転速度と前記変更幅の前記条件、又は前記回転速度候補値の前記条件を示す

ことを特徴とする請求項 1 に記載の工作機械。

【請求項 3】

前記回転速度制御手段は、前記変更最大速度又は前記回転速度候補値が前記回転上限速度と一致するように前記基準回転速度設定値の変更又は前記回転速度候補値の変更を行い、あるいは変更を促す表示を行う

ことを特徴とする請求項 2 に記載の工作機械。

【請求項 4】

前記速度条件情報は、びびり振動が抑制されるものとして予め決定された前記変更幅の推奨値である推奨変更幅を含み、

前記回転速度制御手段は、前記推奨変更幅と一致するように前記変更幅設定値の変更を行い、あるいは変更を促す表示を行う

ことを特徴とする請求項 1 ないしは請求項 3 の何れかに記載の工作機械。

【請求項 5】

前記速度条件情報は、前記変更最小速度又は前記回転速度候補値が、予め決定された回転速度の下限値である回転下限速度以上となるような、前記基準回転速度と前記変更幅の前記条件、又は前記回転速度候補値の前記条件を示す

ことを特徴とする請求項 1 ないしは請求項 4 の何れかに記載の工作機械。

【請求項 6】

前記表示部は、前記変更最大速度又は前記回転速度候補値と予め決定された回転速度の上限値である回転上限速度とが等しくなる前記条件を満たす前記変更幅と前記基準回転速度又は前記回転速度候補値を表示する

ことを特徴とする請求項 1 ないしは請求項 5 の何れかに記載の工作機械。

【請求項 7】

更に、びびり振動を検出する振動検出部を備えており、

前記回転速度制御手段は、前記振動検出部で検出した振動が予め記憶されたしきい値以上であると、前記基準回転速度設定値を小さくする変更、及び前記変更幅設定値を推奨変更幅に近づける変更の少なくとも一方、又は前記回転速度候補値の変更を行い、あるいは変更を促す表示を行う

ことを特徴とする請求項 1 ないしは請求項 6 の何れかに記載の工作機械。

【請求項 8】

前記回転速度制御手段は、前記変更幅と前記基準回転速度について、前記変更最大速度と予め決定された回転速度の上限値である回転上限速度とが等しくなる状態で変更を行うことを特徴とする請求項 7 に記載の工作機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばねじ切り加工が可能な旋盤等の工作機械に関する。

【背景技術】

【0002】

軸状のワークに対してその径方向及び軸方向へ移動可能な工具によってねじ切り加工す

10

20

30

40

50

る際のびびり振動を抑制する工作機械として、下記特許文献 1 に記載のものが知られている。この工作機械では、軸線周りで回転するワークに対して工具を径方向へ切り込ませて軸方向へ移動させた後径方向へ逃がす工具パスが繰り返され、ワークの回転速度は工具パス毎に所定の高速回転速度（変更最大速度）と所定の低速回転速度（変更最小速度）とで変更され、特定回数目（最終）の工具パスが高速回転速度で行われるように、1 回目の工具パスにおける回転速度が決定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2014 - 87888 号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 の工作機械では、各種のワークに対してびびり振動を効率的に抑制するための高速回転速度と低速回転速度の差（変更幅）は必ずしも明確ではなく、作業者がワーク毎に適切な変更幅を探して設定することが比較的困難である。又、工具パス毎に回転速度の変更幅を設定したにもかかわらず、びびり振動が抑制できなかった場合の対応が明確でない。更に、ワークの回転速度の上限（回転上限速度）を超える変更幅が指令可能であり、指令に係る回転速度（回転上限速度より速い速度の指令）と実際の回転速度（回転上限速度）が相違してしまう可能性がある。

20

【0005】

そこで、請求項 1 に記載の発明は、びびり振動を効率的に抑制可能な回転速度やその変更幅等を容易に設定し得る工作機械を提供することを目的としたものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、軸状のワークを把持する把持手段と、前記ワークに対してその径方向及び軸方向へ移動可能な工具と、前記ワークと前記工具とを相対的に前記ワークの軸線周りに回転させながら、前記ワークに対して前記工具を径方向へ切り込ませて前記軸方向へ移動させた後、前記工具を径方向へ逃がすといった工具パスを繰り返してねじ切り加工を行う加工制御手段と、前記ワークと前記工具の相対的な回転速度を前記工具パス単位で変更可能な回転速度制御手段と、前記工具パス毎の前記回転速度を演算する回転速度演算手段と、表示を行う表示部とを備えた工作機械であって、前記回転速度制御手段は、前記回転速度を、基準回転速度の設定値である基準回転速度設定値から変更幅の設定値である変更幅設定値分高い速度である変更最大速度と、前記変更幅設定値分低い速度である変更最小速度とで変更するか、又は複数の回転速度候補値の何れかに変更すると共に、びびり振動が抑制されるものとして予め記憶された前記基準回転速度と前記変更幅又は前記回転速度候補値の条件を示す速度条件情報を参照して、前記基準回転速度設定値及び前記変更幅設定値の少なくとも一方又は前記回転速度候補値が前記条件を満たさない場合には、前記条件を満たすように前記基準回転速度設定値及び前記変更幅設定値の少なくとも一方の変更、又は前記回転速度候補値の変更を行い、あるいは変更を促す表示を前記表示部において行い、前記表示部は、前記変更最大速度又は前記回転速度候補値が予め決定された回転速度の上限値である回転上限速度以下となるようないし、前記変更幅と前記基準回転速度との関係又は前記回転速度候補値を表示することを特徴とするものである。

30

【0007】

請求項 2 に記載の発明は、上記発明にあって、前記速度条件情報は、予め決定された回転速度の上限値である回転上限速度を前記変更最大速度が超えないような、前記基準回転速度と前記変更幅の前記条件、又は前記回転速度候補値の前記条件を示すことを特徴とするものである。

請求項 3 に記載の発明は、上記発明にあって、前記回転速度制御手段は、前記変更最大

40

50

速度又は前記回転速度候補値が前記回転上限速度と一致するように前記基準回転速度設定値の変更又は前記回転速度候補値の変更を行い、あるいは変更を促す表示を行うことを特徴とするものである。

請求項 4 に記載の発明は、上記発明にあって、前記速度条件情報は、びびり振動が抑制されるものとして予め決定された前記変更幅の推奨値である推奨変更幅を含み、前記回転速度制御手段は、前記推奨変更幅と一致するように前記変更幅設定値の変更を行い、あるいは変更を促す表示を行うことを特徴とするものである。

請求項 5 に記載の発明は、上記発明にあって、前記速度条件情報は、前記変更最小速度又は前記回転速度候補値が、予め決定された回転速度の下限値である回転下限速度以上となるような、前記基準回転速度と前記変更幅の前記条件、又は前記回転速度候補値の前記条件を示すことを特徴とするものである。 10

請求項 6 に記載の発明は、上記発明にあって、前記表示部は、前記変更最大速度又は前記回転速度候補値と予め決定された回転速度の上限値である回転上限速度とが等しくなる前記条件を満たす前記変更幅と前記基準回転速度又は前記回転速度候補値を表示することを特徴とするものである。

請求項 7 に記載の発明は、上記発明にあって、更に、びびり振動を検出する振動検出部を備えており、前記回転速度制御手段は、前記振動検出部で検出した振動が予め記憶されたしきい値以上であると、前記基準回転速度設定値を小さくする変更、及び前記変更幅設定値を推奨変更幅に近づける変更の少なくとも一方、又は前記回転速度候補値の変更を行い、あるいは変更を促す表示を行うことを特徴とするものである。 20

請求項 8 に記載の発明は、上記発明にあって、前記回転速度制御手段は、前記変更幅と前記基準回転速度について、前記変更最大速度と予め決定された回転速度の上限値である回転上限速度とが等しくなる状態で変更を行うことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、びびり振動を効率的に抑制可能な回転速度やその変更幅等を容易に設定し得る工作機械を提供することができる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明に係る工作機械の概略図である。

【図2】図1の工作機械に係る、主軸回転速度が工具パス(パス)単位で変更される場合の、主軸回転速度とパスの関係の例が示される説明図である。

【図3】図1の工作機械に係る、変更最大速度が回転上限速度を超えない変更幅と基準回転速度との関係の表示例が示される説明図である。

【図4】図1の工作機械に係る、よりびびり振動を抑制し易い変更幅設定値と基準回転速度設定値とを案内する表示例が示される説明図であって、(a)は基準回転速度設定値 S_0 が推奨回転速度 S_1 以下である($S_0 < S_1$)場合の図であり、(b)は基準回転速度設定値 S_0 が推奨回転速度 S_1 を超えて回転上限速度 S_{max} 未満である($S_1 < S_0 < S_{max}$)場合の図であり、(c)は、基準回転速度設定値 S_0 が回転上限速度 S_{max} 以上である($S_0 > S_{max}$)場合の図である。 30

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態の例が、適宜図面に基づいて説明される。尚、本発明の実施形態は、以下の例に限定されない。

【0011】

図1は当該例に係る工作機械17の概略図である。工作機械17は、主軸1の先端に把持手段としてのチャック2を備え、チャック2により軸状のワーク3を持続可能となっている。主軸1を回転自在に支持する主軸台4内には、主軸1を回転させるためのモータ5、及び主軸1の回転速度を検出するためのエンコーダ6が内蔵されている。回転速度制御手段としての主軸制御部9は、エンコーダ6によって、主軸1の回転速度を監視するととも 40

10

20

30

40

50

もに、主軸 1 の回転速度を制御する。工具 8 は、ワーク 3 の径方向および長手方向に動作可能な刃物台 7 に固定されている。

【0012】

又、工作機械 17 は、工作機械 17 全体の挙動を制御する工作機械制御部 10 を備えている。工作機械制御部 10 は、回転速度制御手段としての主軸制御部 9、及び刃物台 7 の動作を制御する図示しない送り軸制御部（加工制御手段）と接続されている。又、工作機械制御部 10 には、入力部 11 と、記憶部 12 と、演算部 13 と、表示部 14 と、パラメータ自動調整部 15 と、振動検出部 16 とがそれぞれ接続されている。工作機械制御部 10 は、振動検出部 16 からの情報に基づいて、びびり振動の有無を判断できるようになっている。工作機械 17 は、工作機械制御部 10 を介して主軸 1 に支持されたワーク 3 の回転速度を制御すると共に（回転速度演算手段）、工具 8 をワーク 3 の径方向に切込み、長手方向に送るといった加工動作を周知の構成により制御する（加工制御手段の制御手段）ようになっている。尚、工作機械制御部 10 単独、あるいは送り軸制御部との組合せについて加工制御手段と捉えることも可能である。

【0013】

図 2 は、ねじ切り加工において、主軸 1 の回転速度である主軸回転速度が工具パス（パス）単位で変更される例が示される説明図である。1つのパスは、主軸 1（チャック 2）によって回転しているワーク 3 に対して工具 8 を径方向へ切り込ませてワーク 3 の軸方向へ移動させた後、径方向へ逃がすといったものであり、工作機械 17 にあってはかようなパスが適宜繰り返される。図 2 では、最初の（加工開始から数えて 1 番目の）パスが 1 と表示され、次のパスが 2 と表示され、同様にそれ以降のパスが示されている。演算部 13 は、主軸回転速度の基準回転速度 S_0 の現在の設定値である基準回転速度設定値 S_0 や、基準回転速度設定値 S_0 からの変更度合を示す変更幅 W (%) の現在の設定値である変更幅設定値 W_0 といったパラメータに基づいて、記憶部 12 に記憶された下記 [数 1] を参照し、主軸回転速度を変更した場合の主軸回転速度の最大値である変更最大速度 S_H と、主軸回転速度の最小値である変更最小速度 S_L とを算出する。そして、工作機械制御部 10 は、主軸回転速度を、パス単位で、算出された変更最大速度 S_H と変更最小速度 S_L の何れかに変更するよう主軸制御部 9 に指令を送るようになっている。

【0014】

【数 1】

10

20

30

$$S_H = \left(1 + \frac{W_0}{200} \right) S_0$$

$$S_L = \left(1 - \frac{W_0}{200} \right) S_0$$

【0015】

次に、本発明の要部となる、変更最大速度 S_H が主軸回転速度の上限（回転上限速度 S_{max} ）を超えない変更幅 W と基準回転速度 S との関係の表示例、及び、よりびびり振動を抑制しやすい変更幅 W と基準回転速度 S とを案内する表示例について説明される。図 3 は、前者の表示例が示される説明図である。図 3 に示される例では、パラメータが変更幅 W および基準回転速度 S とされており、演算部 13 から演算結果を受信した工作機械制御部 10 は、変更幅 W を縦軸に、基準回転速度 S を横軸にそれぞれとった平面上に、基準回転速度設定値 S_0 がプロットされたものを、表示部 14 において表示するよう制御している。ここで、変更幅 W の上限値である変更幅上限値 W_{max} は予め決定される値であって記憶部 12 で記憶されており、回転下限速度 S_{min} はねじ切り加工における（びびり振動の発生しないものとして経験的に定められた）主軸回転速度の下限を示す予め決定された値であって記憶部 12 に記憶されており、回転上限速度 S_{max} は、主軸回転速度の上限を示す値であって記憶部 12 に記憶されている。横軸は、ここでは回転下限速度 S_{min} から始まり、回転上限速度 S_{max} を中央付近で含むように設定されている。又、線 A、

40

50

線Bはそれぞれ次の【数2】、【数3】により演算部13で演算されて描かれたものである。更に、線A、Bや縦軸と横軸で囲まれる(図3、4で影(ハッチング)付で示される)領域Cは、変更最大速度 S_H が回転上限速度 S_{max} を超えない変更幅Wと基準回転速度Sとの関係を示し、次の【数4】、【数5】を満たす。

【0016】

【数2】

$$W = W_{max}$$

【数3】

10

$$S_H = S_{max}$$

【数4】

$$W \leq W_{max}$$

【数5】

$$S_H \leq S_{max}$$

20

【0017】

図4は、よりびびり振動を抑制し易い変更幅Wと基準回転速度Sとを案内する表示例が示される説明図である。図4において、推奨変更幅 W_r は経験等に基づき予め設定される推奨の変更幅Wであり、線Rは次の【数6】により表示される。又、推奨回転速度 S_1 は線Rと線Bとの交点として表される回転速度である。図4(a)、(b)、(c)は、基準回転速度設定値 S_0 が、推奨回転速度 S_1 や回転上限速度 S_{max} に対してそれぞれ次の【数7】、【数8】、【数9】の関係を満たす場合の表示例である。

【0018】

【数6】

30

$$W = W_r$$

【数7】

$$S_0 \leq S_1$$

【数8】

$$S_1 < S_0 < S_{max}$$

40

【数9】

$$S_{max} \leq S_0$$

【0019】

工作機械制御部10は、【数7】～【数9】の何れの関係を満たしている場合であるかを判断し、表示部14は、工作機械制御部10の制御により、それぞれの場合に応じ、図4(a)、(b)、(c)に示されるように、領域Cの範囲内で変更幅設定値 W_0 を推奨変更幅 W_r に向かって上げるように促す案内を表示するようになっている。図4(a)に

50

示されるように、[数7]の関係を満たしており、変更幅設定値 W_0 を推奨変更幅 W_r と同値に維持可能である((基準回転速度設定値 S_0 , 推奨変更幅 W_r)の点が領域C内にあるという条件を充足している)場合は、(基準回転速度設定値 S_0 , 0)の点から縦軸に平行な方向に(基準回転速度設定値 S_0 , 推奨変更幅 W_r)の点まで延びる矢印と、(基準回転速度設定値 S_0 , 推奨変更幅 W_r)の点から(0, 推奨変更幅 W_r)の点まで延びる矢印の組からなる矢印群D1により、パラメータを現在の(基準回転速度設定値 S_0 , 推奨変更幅 W_r)に維持する旨の案内がなされる。

【0020】

一方、図4(b)に示されるように、[数8]の関係を満たしており、変更幅設定値 W_0 を推奨変更幅 W_r まで上げる前に線Bに達する場合は、基準回転速度設定値 S_0 を推奨回転速度 S_1 まで下げ、変更幅設定値 W_0 を推奨変更幅 W_r に向かって上げよう促す案内(基準回転速度設定値 S_0 が推奨回転速度 S_1 と等しいという条件を満たし、変更幅設定値 W_0 が推奨変更幅 W_r と等しいという条件を満たす案内)を矢印群D2として表示するようになっている。尚、工作機械制御部10は、低減する基準回転速度設定値 S_0 の値について、変更幅設定値 W_0 を推奨変更幅 W_r に設定することができる範囲で最も加工能率の高い推奨回転速度 S_1 の値として演算している。

10

【0021】

他方、図4(c)に示されるように、[数9]の関係を満たしており、基準回転速度設定値 S_0 が領域Cの範囲外である場合、表示部14は、まず領域Cの範囲内になるまで基準回転速度設定値 S_0 を下げて推奨回転速度 S_1 とするような案内(基準回転速度設定値 S_0 が推奨回転速度 S_1 と等しいという条件を充足するための案内)を矢印群D3によって表示するようになっている。

20

【0022】

又、表示部14は、びびり振動が抑制されない場合のために、変更幅設定値 W_0 を推奨変更幅 W_r に向かって上げた後に基準回転速度設定値 S_0 を低減するよう促す案内も表示するようになっている。即ち、工作機械制御部10は、振動検出部16からの情報に基づきびびり振動の発生を把握すると(振動検出部16で検出された振動が予め決定され記憶されたしきい値以上であると)、変更幅 W が推奨変更幅 W_r になつていなければ、変更幅 W が推奨変更幅 W_r となるように促す案内を、上向きの矢印の描画によって表示する。又、変更幅 W が推奨変更幅 W_r であったとしても、基準回転速度設定値 S_0 を更に低減するよう促す案内を、例えば現在の基準回転速度設定値 S_0 から左向きの矢印を表示部14において描画することで表示する。工作機械制御部10は、変更幅 W が推奨変更幅 W_r とされ、あるいは基準回転速度設定値 S_0 が下げられていった場合において、振動検出部16で検出された振動が予め決定されたしきい値未満となると、基準回転速度設定値 S_0 の降下を停止することができる。

30

【0023】

図3に示される回転上限速度 S_{max} と変更幅 W との関係の情報や、図4に示されるパラメータの変更に関する情報は、速度条件情報として、記憶部12によって保持されている。オペレータは、表示部14に表示された内容に基づいて、入力部11を介して変更幅設定値 W_0 、基準回転速度設定値 S_0 を変更することができる。

40

【0024】

上記工作機械17は、軸状のワーク3を持する主軸1のチャック2と、ワーク3に対してその径方向及び軸方向へ移動可能な工具8と、ワーク3と工具8とを相対的にワーク3の軸線周りに回転させながら、ワーク3に対して工具8を径方向へ切り込ませてワーク3の軸方向へ移動させた後、工具8を径方向へ逃がすといった工具パスを繰り返してねじ切り加工を行う送り軸制御部と、ワーク3と工具8の相対的な回転速度に相当する主軸回転速度を工具バス単位で変更可能な主軸制御部9と、工具バス毎の主軸回転速度を演算する工作機械制御部10とを備えており、主軸制御部9は、主軸回転速度を、基準回転速度 S の設定値である基準回転速度設定値 S_0 から変更幅 W の設定値である変更幅設定値 W_0 分高い速度である変更最大速度 S_H と、変更幅設定値 W_0 分低い速度である変更最小速度

50

S_L とで変更すると共に、びびり振動が抑制されるものとして予め記憶された基準回転速度 S と変更幅 W の条件を示す速度条件情報を参照して、基準回転速度設定値 S_0 及び前記変更幅設定値 W_0 の少なくとも一方が速度条件情報の条件を満たさない場合には、条件を満たすように基準回転速度設定値 S_0 及び変更幅設定値 W_0 の少なくとも一方の変更を促す表示を表示部 14 において行う。よって、びびり振動を効率的に抑制可能な回転速度やその変更幅等を容易に設定し得る工作機械 17 を提供することができる。

【0025】

又、速度条件情報は、予め決定された主軸回転速度の上限値である回転上限速度 S_{max} を変更最大速度 S_H が超えないような、基準回転速度 S と変更幅 W の条件を示す。よって、びびり振動を確実に抑制することができる。加えて、主軸制御部 9 は、変更最大速度 S_H が回転上限速度 S_{max} と一致するように基準回転速度設定値 S_0 の変更を促す表示を行うので、びびり振動を抑制しながら加工能率を十分に確保することができる。10

【0026】

更に、速度条件情報は、びびり振動が抑制されるものとして予め決定された変更幅 W の推奨値である推奨変更幅 W_r を含み、主軸制御部 9 は、推奨変更幅 W_r と一致するように変更幅設定値 W_0 の変更を促す表示を行う。よって、びびり振動をより効率的に抑制することができる。

【0027】

又更に、表示部 14 は、変更最大速度 S_H が回転上限速度 S_{max} 以下となるような変更幅 W と基準回転速度 S との関係（領域 C）を表示するので、びびり振動抑制のために変更すべき基準回転速度設定値 S_0 や変更幅設定値 W_0 が分かり易く、変更最大速度 S_H と回転上限速度 S_{max} が等しくなる条件を満たす変更幅 W と基準回転速度 S （線 B）の表示により、びびり振動を抑制しながら優れた加工能率を確保するために変更すべき基準回転速度設定値 S_0 や変更幅設定値 W_0 が分かり易い。20

【0028】

尚、本発明に係る工作機械は、上記実施形態の態様に何ら限定されるものではなく、表示部や工作機械全体に係る構成等を、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、必要に応じて適宜変更することができる。例えば、表示部に表示された情報に基づいて、オペレータがパラメータを手動で変更することに代えて、記憶部に保持された情報に基づいてパラメータ自動調整部（工作機械制御部や主軸制御部やこれらの組合せでも良い）が自動的に上述のようにパラメータを連続的に変更し、振動検出部によって検出した振動が予め設定したしきい値を下回った場合にパラメータ変更を完了することも可能である。又、上記実施形態では、変更幅設定値や基準回転速度設定値の維持や変更の案内が連続線の矢印群によってなされたが、単独の矢印であっても良いし、他の線種が用いられても良いし、矢印の根元から先端へ点滅が順に送られる態様が用いられても良いし、維持の場合と変更の場合で表示態様が変えられても良い。加えて、領域 C への影（ハッティングや色塗り等）の付与は省略されても良い。30

【0029】

更に、上記実施形態では、変更幅が回転速度差と基準回転速度の比とされたが、変更幅は回転速度差とされて良いし、基準回転速度の代わりに主軸オーバーライドが用いられても良い。更に、上記実施形態では、図 4 (b) の場合において変更幅設定値を上げて線 B に達した後、基準回転速度設定値を下げてから変更幅設定値を上げるように案内することとしたが、線 B に達した後、線 B に沿って基準回転速度設定値と変更幅設定値を調整するように案内しても良いし、線 B に達する前に基準回転速度設定値を下げてから変更幅設定値を上げるように案内しても良い。又、上記実施形態では、高速側と低速側の 2 つの回転速度（変更最大速度と変更最小速度）をバス毎に変更する場合について説明したが、更に多くの回転速度をバス毎に変更する場合についても最大の回転速度（変更最大速度）と最小の回転速度（変更最小速度）との差を用いて変更幅を定義することにより同様に実施することが可能である。又、上記実施形態は、変更最大速度が回転上限速度を超えないように変更幅設定値と基準回転速度設定値との調整を案内するようになっているが、変更最小40

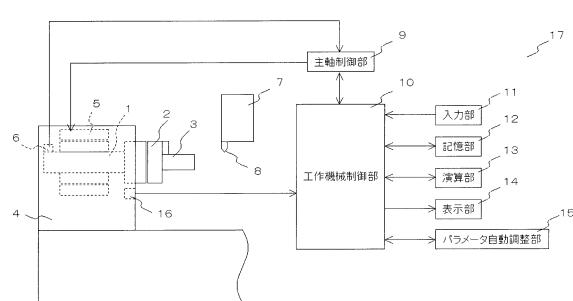
速度が主軸回転速度の下限値（回転下限速度）となる変更幅設定値や基準回転速度設定値を演算し、実際の主軸回転速度が予め決定された回転下限速度より小さくならないよう変更幅設定値と基準回転速度設定値との調整を案内するようにしても良い。又、上記実施形態では、主軸回転速度を変更するためのパラメータとして変更幅と基準回転速度とが用いられたが、変更前後の主軸回転速度を直接指定する複数の回転速度候補値が用いられてても良い。

【符号の説明】

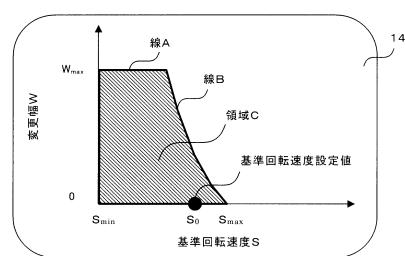
【0030】

1…主軸、2…チャック、3…ワーク、4…主軸台、5…モータ、6…エンコーダ、7…刃物台、8…工具、9…主軸制御部、10…工作機械制御部、11…入力部、12…記憶部、13…演算部、14…表示部、15…パラメータ自動調整部、16…振動検出部、17…工作機械。10

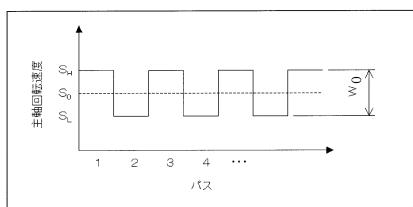
【図1】



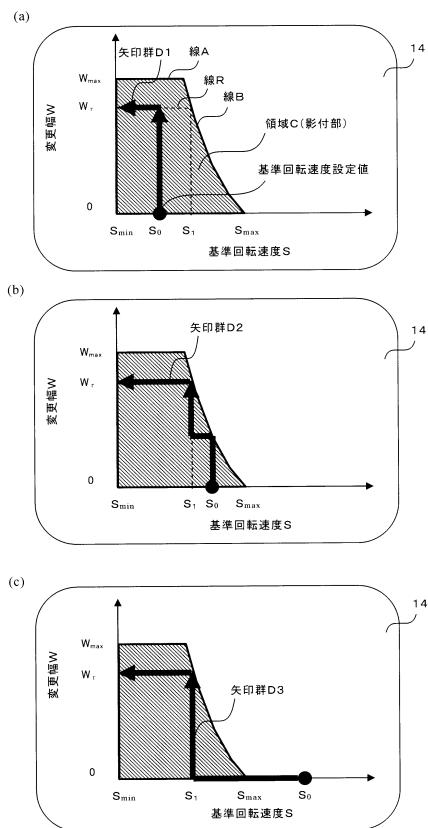
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2014-087888(JP,A)
特開2012-088968(JP,A)
特開2014-087887(JP,A)
特開2013-244576(JP,A)
特開2013-063497(JP,A)
特開2012-086347(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23Q 15/00 - 15/28
G05B 19/18 - 19/416 ; 19/42 - 19/427
B23G 1/00 - 11/00