

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号

特許第7252426号

(P7252426)

(45)発行日 令和5年4月4日(2023.4.4)

(24)登録日 令和5年3月27日(2023.3.27)

(51)国際特許分類

F I

B 2 3 Q 15/00 (2006.01)

B 2 3 Q 15/00

C

G 0 5 B 19/4093(2006.01)

G 0 5 B 19/4093

M

B 2 3 B 1/00 (2006.01)

B 2 3 B 1/00

A

B 2 3 Q 17/00 (2006.01)

B 2 3 Q 17/00

D

請求項の数 5 (全14頁)

(21)出願番号 特願2022-580018(P2022-580018)

(86)(22)出願日 令和4年9月30日(2022.9.30)

(86)国際出願番号 PCT/JP2022/036751

審査請求日 令和4年12月23日(2022.12.23)

早期審査対象出願

(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

(74)代理人 100106002

弁理士 正林 真之

(74)代理人 100165157

弁理士 芝 哲央

(74)代理人 100160794

弁理士 星野 寛明

(72)発明者 安田 将司

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5

8 0 番地 ファナック株式会社内

審査官 亀田 貴志

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 工作機械の制御装置及び工作機械の表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

切削工具とワークを相対的に揺動させながら加工する工作機械の制御装置であって、

前記切削工具と前記ワークの相対的な1回転あたりの送り量に関する情報と、前記切削工具と前記ワークの相対的な1回転あたりの揺動数に関する情報と、前記切削工具と前記ワークの相対的な1回転あたりの送り量に対する揺動振幅に関する情報と、の3つの情報のうち、1又は2つの情報を前提条件として取得する条件取得部と、

揺動する方向のエアカットの程度を示す指定エアカット量を取得するエアカット量取得部と、

n回転のパスとn回転よりも後の回転のパスとの間に基づくエアカット量が、前記指定エアカット量になるように、3つの情報のうち前記条件取得部が取得していない情報を前記前提条件に基づいて決定し、加工制御を行う加工制御部と、を備える工作機械の制御装置。

【請求項2】

前記条件取得部は、3つの情報のうち、前記送り量に関する情報と前記揺動数に関する情報を前記前提条件として取得し、

前記加工制御部は、n回転のパスとn回転よりも後の回転のパスとの間に基づくエアカット量が、前記指定エアカット量になるように、前記送り量に関する情報と前記揺動数に関する情報に基づいて前記揺動振幅に関する情報を決定する、請求項1に記載の工作機械の制御装置。

【請求項 3】

前記条件取得部は、3つの情報のうち、いずれか1つの情報を前記前提条件として取得するとともに、残りの2つに関する情報を特定する条件を示す特定情報を取得し、

前記加工制御部は、n回転のパスとn回転よりも後の回転のパスとの間に基づくエアカット量が、前記指定エアカット量になるように、前記いずれか1つの情報と前記特定情報に基づいて前記残りの2つの情報を決定する、請求項1に記載の工作機械の制御装置。

【請求項 4】

前記条件取得部は、前記切削工具の移動方向及び移動角度に関するテーパ情報を取得し、

前記加工制御部は、前記テーパ情報を用いて前記送り量を決定する、請求項1から3のいずれかに記載の工作機械の制御装置。

【請求項 5】

切削工具とワークを相対的に揺動させながら加工する工作機械の表示装置であって、

前記切削工具と前記ワークの相対的な1回転あたりの送り量に関する情報と、前記切削工具と前記ワークの相対的な1回転あたりの揺動数に関する情報と、前記切削工具と前記ワークの相対的な1回転あたりの送り量に対する揺動振幅に関する情報と、の3つの情報のうち、1又は2つの情報を前提条件として入力を受け付ける条件入力部と、

揺動する方向のエアカットの程度を示す指定エアカット量の入力を受け付けるエアカット量入力部と、

n回転のパスとn回転よりも後の回転のパスとの間に基づくエアカット量が、前記指定エアカット量になるように、3つの情報のうち前記条件入力部が受け付けていない情報を前記前提条件に基づいて算出する情報算出部と、

前記情報算出部で算出された情報を表示する表示部と、を備える工作機械の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、工作機械の制御装置及び工作機械の表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、加工時に連続して発生する切り屑がワークや切削工具に絡まる等して加工不良や機械故障等の原因となるのを回避するべく、工具とワークを相対的に揺動させながらワークを加工する。

【0003】

この種の揺動加工において、工具の軌跡である工具経路を前回の工具経路に一部重なるように設定することにより、工具がワークの表面から離れるエアカットと呼ばれる空振りを発生させて切り屑を細断する技術が知られている（例えば、特許文献1及び特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2018-094690号公報
特開2020-009248号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、切削加工では、主軸1回転あたりの工具の送り量に対する振幅の比率である振幅倍率によって決定することが多かった。振幅倍率の設定では、確実にエアカットを発生させるため、エアカットが生じる限界の設定では無く、少しマージンを持たせた値とすることが行われている。例えば、理論値では振幅倍率1.0倍でエアカットが発生する場合であっても、マージンを持たせて振幅倍率1.2倍で加工を行っていた。

【0006】

しかしながら、振幅倍率に基づいて揺動振幅を決定する方法では、同一の振幅倍率でも、送り速度の違いによって切屑細断の可否が変わってしまう。また、テーパ加工においては、送り速度が一定であってもテーパ角度が大きいケースでは、揺動する方向の送り速度が低くなるため切屑細断の可否が変わってしまうことから、加工条件の調整が難しかった。

【0007】

また、そもそも、主軸1回転あたりの揺動回数である周波数倍率の設定値によって、切屑細断を実現するために必要な振幅倍率の値は変化するため、振幅倍率の設定方法そのものが切屑細断の可否との関係において分かり難く、加工条件の調整が難しかった。

【0008】

本開示は上記課題に鑑みてなされたものであり、揺動切削加工において加工条件が変わっても、切屑細断の可否を正確に判定でき、かつ加工条件の調整も容易になる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本開示は、切削工具とワークを相対的に揺動させながら加工する工作機械の制御装置であって、前記切削工具と前記ワークの相対的な1回転あたりの送り量に関する情報と、前記切削工具と前記ワークの相対的な1回転あたりの揺動数に関する情報と、前記切削工具と前記ワークの相対的な1回転あたりの送り量に対する揺動振幅に関する情報と、の3つの情報のうち、1又は2つの情報を前提条件として取得する条件取得部と、揺動する方向のエアカットの程度を示す指定エアカット量を取得するエアカット量取得部と、n回転のパスとn回転よりも後の回転のパスとの間に基づくエアカット量が、前記指定エアカット量になるように、3つの情報のうち前記条件取得部が取得していない情報を前記前提条件に基づいて決定し、加工制御を行う加工制御部と、を備える工作機械の制御装置である。

【0010】

また本開示は、切削工具とワークを相対的に揺動させながら加工する工作機械の表示装置であって、前記切削工具と前記ワークの相対的な1回転あたりの送り量に関する情報と、前記切削工具と前記ワークの相対的な1回転あたりの揺動数に関する情報と、前記切削工具と前記ワークの相対的な1回転あたりの送り量に対する揺動振幅に関する情報と、の3つの情報のうち、1又は2つの情報を前提条件として入力を受け付ける条件入力部と、揺動する方向のエアカットの程度を示す指定エアカット量の入力を受け付けるエアカット量入力部と、n回転のパスとn回転よりも後の回転のパスとの間に基づくエアカット量が、前記指定エアカット量になるように、3つの情報のうち前記条件取得部が取得していない情報を前記前提条件に基づいて算出する情報算出部と、算出された前記情報算出部の情報を表示する表示部と、を備える工作機械の表示装置である。

【発明の効果】

【0011】

本開示によれば、揺動切削加工において加工条件が変わっても、切屑細断の可否を正確に判定でき、かつ加工条件の調整も容易になる技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】揺動切削を説明するための図である。

【図2】第1実施形態に係る工作機械の制御装置の機能ブロック図である。

【図3】第1実施形態の条件取得部が取得する条件を示すブロック図である。

【図4】加工プログラムの例を示す図である。

【図5】ワークと切削工具の位置関係を模式的に示す図である。

【図6】第2実施形態の条件取得部が取得する条件を示すブロック図である。

【図7】テーパ角度が小さい場合のワークと切削工具の位置関係を模式的に示す図である。

【図8】テーパ角度が大きい場合のワークと切削工具の位置関係を模式的に示す図である。

【図9】第3実施形態の条件取得部が取得する条件を示すブロック図である。

【図10】変形例に係る工作機械の表示装置の機能ブロック図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本開示の実施形態について、図面を参照して詳しく説明する。

【0014】

[第1実施形態]

本発明の第1実施形態に係る工作機械の制御装置1は、切削工具とワークを相対的に揺動させながらワークを切削加工（旋削加工）する揺動切削を実行するためのものである。まず、図1を参照して揺動切削について説明する。

【0015】

図1は、揺動切削を説明するための図である。図1に示される揺動切削の一例では、切削工具TとワークWとを相対的に回転させる少なくとも1つの主軸Sと、切削工具TをワークWに対して相対移動させる少なくとも1つの送り軸（不図示）と、を動作させて、切削工具TとワークWとを相対的に回転させるとともに、切削工具TとワークWとを相対的に送り方向に揺動させながら切削加工する。このとき、切削工具Tの軌跡である工具経路は、前回経路に対して今回経路が部分的に重なるように設定される。即ち、前回経路で加工済の部分が今回経路に部分的に含まれることで、切削工具Tの刃先がワークWの表面から離れるエアカットと呼ばれる空振りが発生することにより、切屑が細断される。

【0016】

なお、本実施形態で実行される揺動切削では、ワークの形状は限定されない。即ち、ワークが加工面にテーパ部や円弧状部を有することで複数の送り軸（Z軸及びX軸）が必要となる場合でも、ワークが円柱状や円筒状で送り軸が特定の1軸（Z軸）で足りる場合であっても、適用可能である。

【0017】

次に、工作機械の制御装置1の構成について説明する。図2は、本発明の一実施形態に係る工作機械の制御装置1の機能ブロック図である。本実施形態の工作機械の制御装置1は、例えば、バスを介して互いに接続された、ROM（read only memory）やRAM（random access memory）等のメモリ、CPU（control processing unit）、及び通信制御部を備えたコンピュータを用いて構成される。上記各機能部の機能及び動作は、上記コンピュータに搭載されたCPU、メモリ、及び該メモリに記憶された制御プログラムが協働することにより達成される。また、工作機械の制御装置1は、CNC（Computer Numerical Controller）やPLC（Programmable Logic Controller）等で構成されてもよいし、加工プログラムの他、回転速度等の加工条件等を入力する上位のコンピュータに接続されていてもよい。なお、図2では、便宜上、1つの送り軸を駆動するモータ3のみを示している。

【0018】

図2に示されるように、工作機械の制御装置1は、条件取得部11と、エアカット量取得部12と、加工制御部13と、記憶部14と、入力部15と、表示部16と、を備える。

【0019】

条件取得部11は、ワークWを揺動加工するための加工条件及び揺動条件を取得する。加工条件及び揺動条件は、例えば、記憶部14に記憶されるものを利用してよいし、外部のコンピュータから出力されたものでもよい。

【0020】

ここで、加工条件としては、切削工具とワークの相対的な1回転あたりの送り量に関する情報と、切削工具の刃先の形状に関する情報が少なくとも含まれる他、例えば、主軸の回転数 S （ $1/\text{min}$ ）、切削工具の送り速度（ mm/min ）、ワーク径（ mm ）、切削工具の逃げ角（ $^{\circ}$ ）等に関する情報が含まれる。なお、切削工具とワークの相対的な1回転あたりの送り量に関する情報としては、毎回転送り量 F （ mm/rev ）や、主軸の回転数 S （ $1/\text{min}$ ）と切削工具の送り速度（ mm/min ）の組合せ等が挙げられ、切削工具の刃先の形状に関する情報としては、刃先の R （ mm ）が挙げられる。

【0021】

また、揺動条件としては、切削工具とワークの相対的な1回転あたりの揺動数に関する情報と、切削工具とワークの相対的な1回転あたりの送り量に対する揺動振幅に関する情報が含まれる。切削工具とワークの相対的な1回転あたりの揺動数に関する情報としては、主軸の1回転あたりの揺動周波数を示す揺動周波数倍率 I （倍）が挙げられる。また、切削工具とワークの相対的な1回転あたりの送り量に対する揺動振幅に関する情報としては、主軸の1回転あたりの送り量の大きさに対する揺動振幅の大きさを示す揺動振幅倍率 K （倍）が挙げられる。揺動周波数倍率 I （倍）は直接指定してもよいし、揺動周波数（ Hz ）を指定した上で揺動周波数（ Hz ）と主軸の回転数 S （ $1/\text{min}$ ）から算出してもよい。また揺動振幅倍率 K （倍）も同様に直接指定してもよいし、揺動振幅（ mm ）を指定した上で揺動振幅（ mm ）と送り速度（ mm/min ）と主軸の回転数 S （ $1/\text{min}$ ）から算出してもよい。

10

【0022】

エアカット量取得部12は、オペレータ等によって予め指定された指定エアカット量を取得する。エアカット量は、例えば、記憶部14に記憶されたものであってもよいし、外部のコンピュータから取得されたものでもよいし、入力部15を通じて入力されたものであってもよい。

【0023】

ここでいうエアカット量は、 n 回転におけるパスと、この n 回転よりも後の回転（ $n+1$ 以降の回転）におけるパスと、の間のエアカット量である。本実施形態では、 n 回転目のパスと $n+1$ 回転目のパスとの間のエアカット量が加工条件の決定のために用いられるが、これに限定されるわけではない。例えば、 n 回転目のパスと $n+2$ 回転目のパスとの間のエアカット量を加工条件の決定のために用いてもよい。

20

【0024】

本実施形態のエアカット量は、揺動方向の距離が用いられる。本実施形態では、送り軸による送り方向に揺動するので、エアカット量は、送り方向におけるエアカットの程度を示す数値となる。エアカット量は、エアカットの大きさを示す指標であればよく、揺動方向の距離であってもよいし、揺動方向を含む面積、あるいは予めテーブルで定められたエアカット量に紐づくレベル、あるいは任意の基準値（例えばワーク径や送り量等）に対する倍率で表現されてもよい。

【0025】

加工制御部13は、加工開始後のエアカット量が指定エアカット量になるように、条件取得部11が取得した条件に基づいて加工制御を行う。加工制御部13による加工制御の詳細については後述する。

30

【0026】

記憶部14は、工作機械の制御や加工のための種々の情報を記憶する。本実施形態では、記憶部14は、加工条件、揺動条件及びオペレータに指定されたエアカット量を記憶する。加工条件、揺動条件及びエアカット量は、例えば、オペレータによって加工プログラムに入力されたものや工作機械のパラメータとして指定されるものである。なお、記憶部14は、制御装置1の内部ではなく、外部に配置される構成であってもよい。

【0027】

入力部15は、例えばキーボードやタッチパネル等の入力手段（不図示）に対するオペレータの入力操作に応じて、加工に関する情報を入力する。入力部15により入力された加工に関する情報は、記憶部10等に記憶されたり、制御装置1の各部に入力されたりする。

40

【0028】

表示部16は、工作機械、制御装置1及び加工に関する各種の情報を表示する。

【0029】

次に、図3を参照して条件取得部11が取得する条件及び加工制御部13による加工制御について説明する。図3は、第1実施形態の条件取得部11が取得する条件を示すブロック図である。

50

【0030】

図3に示されるように、条件取得部11は、周波数倍率取得部21と、送り量取得部22と、を備える。周波数倍率取得部21は、切削工具とワークの相対的な1回転あたりの揺動数に関する情報を取得する揺動数取得部であり、揺動数に関する情報として揺動周波数倍率 I （倍）を取得する。送り量取得部22は、切削工具とワークの相対的な1回転あたりの送り量に関する情報として、主軸の毎回転送り量 F （mm／rev）を取得する。

【0031】

図4は、加工プログラムの例を示す図である。図4に示す加工プログラムは、入力部15等を通じて各種の情報がオペレータによって指定されたものである。

図4の加工プログラムのうち、「S2000 M03」のブロックは、主軸を正回転させることを示す記述である。「G8.5 P2 I0.5 L0.02」のブロックには、周波数倍率を示す「I0.5」と、指定エアカット量を示す「L0.02」が記述される。「G01 Z20. F0.1」のブロックにおける「F0.1」は、送り量を示す記述である。

【0032】

加工運転が開始されると、制御装置1の条件取得部11が、加工プログラムから周波数倍率、送り量を取得するとともに、エアカット量取得部12が指定エアカット量を取得する。図4の例では、条件取得部11は、「I0.5」から周波数倍率0.5[倍]と、「F0.1」から毎回転送り量0.1[mm／rev]と、を取得する。また、エアカット量取得部12は、「L0.02」から指定エアカット量0.02[mm]を取得する。

【0033】

加工制御部13は、条件取得部11が取得した条件である周波数倍率及び送り量と、エアカット量取得部12が取得した指定エアカット量と、に基づいて下記の式を利用して揺動切削加工を行うための揺動振幅を決定する。この例では、周波数倍率0.5[倍]、毎回転送り量0.1[mm／rev]、指定エアカット量＝0.02[mm]が代入される。

【0034】

【数1】

$$\left(F \left(\frac{\theta - 2\pi}{2\pi} \right) + (A \cdot (\cos(I(\theta - 2\pi)) - 1)) \right) - \left(F \left(\frac{\theta}{2\pi} \right) + (A \cdot (\cos(I\theta) - 1)) \right) = L[\text{mm}]$$

【0035】

数式（1）中、 I は周波数倍率[倍]、 F は毎回転送り量[mm／rev]、 L は指定エアカット量[mm]、 A は揺動振幅[mm]、 θ はエアカット量が L となるワークの位相[°]、を表している。

【0036】

図5は、ワーク W と切削工具 T の位置関係を模式的に示す図である。図5に示されるように、加工制御部13は、 n 回目の切削パスである前回パスと $n+1$ 回目の切削パスである今回パスの間のエアカット量が、指定エアカット量になるように数式（1）を用いて算出した揺動振幅 A に基づいて揺動切削加工を行う。

【0037】

加工制御部13は、算出された揺動振幅を示す情報を表示部16に出力する。表示部16は、揺動振幅を示す文字情報、図形情報又はその組合せ等により、揺動振幅をオペレータに伝達する。

【0038】

以上説明した第1実施形態に係る切削工具 T とワーク W を相対的に揺動させながら加工する工作機械の制御装置1によれば、以下の効果が奏される。

【0039】

本実施形態に係る工作機械の制御装置1では、切削工具 T とワーク W の相対的な1回転あたりの送り量に関する情報（例えば、送り量 F ）と、切削工具 T とワーク W の相対的な

10

20

30

40

50

1回転あたりの揺動数に関する情報（例えば、揺動周波数倍率I）と、切削工具Tと前記ワークの相対的な1回転あたりの送り量に対する揺動振幅（例えば、揺動振幅倍率K）に関する情報と、の3つの情報のうち、1又は2つの情報を前提条件として取得する条件取得部11と、揺動する方向のエアカットの程度を示す指定エアカット量を取得するエアカット量取得部12と、n回転のパスとn回転よりも後の回転のパスとの間に基づくエアカット量が、指定エアカット量になるように、3つの情報のうち条件取得部11が取得していない情報を前提条件に基づいて決定し、加工制御を行う加工制御部13と、を備えた。これによって、目標とする指定エアカット量が設定されているので、揺動切削加工において加工条件が変わっても、切屑細断の可否を正確に判定でき、かつ加工条件の調整も容易になる。

10

【0040】

また、本実施形態の条件取得部11は、3つの情報のうち、送り量に関する情報と揺動数に関する情報を前提条件として取得し、加工制御部13は、n回転のパスとn回転よりも後の回転（n+1回転）のパスとの間に基づくエアカット量が、指定エアカット量になるように、送り量に関する情報と揺動数に関する情報に基づいて揺動振幅に関する情報を決定する。従来技術のように、揺動振幅倍率の設定で揺動振幅を決める方法では、同一の振幅倍率でも、送り速度の違いによって切屑細断の可否が変わってしまう。例えば、周波数倍率0.5[倍]、振幅倍率1.2[倍]、送り量0.04[mm/rev]の場合、理論エアカット量8.0[μm]となる。一方、周波数倍率0.5[倍]、振幅倍率1.2[倍]であったとしても、送り量0.01[mm/rev]の場合は理論エアカット量2.0[μm]となってしまうのである。この点、本実施形態の制御装置1では、送り量が増加したとしても、指定エアカット量に基づいて揺動振幅を算出するので、送り量の変化に起因して切屑細断の判定結果が異なる事態を回避できる。

20

【0041】

また、本実施形態の制御装置1は、加工制御部13が決定した情報を出力する表示部16をさらに備える。これにより、揺動振幅等の加工制御部13の算出結果に基づいて安全性や生産計画の確認をオペレータが容易に行うことができる。

【0042】

次に、第1実施形態とは異なる実施形態について説明する。なお、以下の説明において上記実施形態と共通の構成については、同じ符号を付してその詳細な説明を省略する場合がある。

30

【0043】

[第2実施形態]

図6は、第2実施形態の条件取得部11aが取得する条件を示すブロック図である。第2実施形態に係る制御装置1は、第1実施形態に係る工作機械の制御装置1と比べて、条件取得部11aが取得する条件と、加工制御部13aの制御方法と、が相違し、その他の構成は第1実施形態と共通である。

【0044】

図6に示すように、条件取得部11aは、周波数倍率取得部21と、送り量取得部22と、テーパ情報取得部23と、を備える。

40

【0045】

テーパ情報取得部23は、記憶部14からワークWのテーパに関するテーパ情報を取得する。テーパ情報は、例えば、切削工具Tの移動方向及び移動角度であるテーパ角等のテーパ加工に関する情報が含まれる。テーパ角は、例えば、中心軸とワークWの表面がなす角度とする。また、テーパ情報は、オペレータによって指定されることによって加工プログラムに記述されるものであってもよいし、工作機械のパラメータとして保持されていてもよい。

【0046】

第2実施形態の加工制御部13aは、テーパ加工を行う場合は、テーパ角の大きさを加味して揺動振幅の算出を変更する。より具体的には、送り量FのZ軸方向の速度成分であ

50

る F_z に基づいて揺動振幅を算出する。テーパ角の影響は、角度の程度によって異なる。以下、送り量 F の Z 軸方向の速度成分である F_z の算出について、テーパ角が小さい場合と大きい場合とに分けて説明する。

【0047】

図7は、テーパ角 θ_1 が小さい場合のワークと切削工具の位置関係を模式的に示す図である。図7に示す例では、テーパ角 θ_1 が小さいため、幾何学計算を利用して送り量 F の Z 軸方向の速度成分である F_z を算出したとしても、 $F = F_z$ が成立するため送り量 F の Z 軸方向の速度成分 F_z は F と略一致することになる。例えば、 $F = \text{送り量 } 0.1 [\text{mm}/\text{rev}]$ の場合であっても、 $F_z = 0.1 [\text{mm}/\text{rev}]$ とすることができる。この場合、 $F_z = 0.1$ を F として数式(1)に代入して揺動振幅 A を算出することになる。

10

【0048】

図8はテーパ角が小さい場合のワークと切削工具の位置関係を模式的に示す図である。図7に示す例では、テーパ角 θ_2 が大きいいため、幾何学計算を利用して F_z を算出しても $F = F_z$ が成立するとはいえない。例えば、 $F = \text{送り量 } 0.1 [\text{mm}/\text{rev}]$ の場合、 $F_z = 0.01 [\text{mm}/\text{rev}]$ となる。この場合、 $F_z = 0.01$ を F として数式(1)に代入して揺動振幅 A を算出することになる。

【0049】

以上説明した第2実施形態に係る切削工具 T とワーク W を相対的に揺動させながら加工する工作機械の制御装置1によれば、以下の効果が奏される。

【0050】

20

第2実施形態の条件取得部11aは、切削工具 T の移動方向及び移動角度に関するテーパ情報を取得し、加工制御部13aは、テーパ情報と送り量に関する情報に基づいて揺動方向における送り量(送り量 F_z)を取得し、当該揺動方向における送り量を用いて条件取得部11が取得していない情報(揺動振幅 A)を決定する。従来の技術では、図6及び図7の何れの場合においても、指定エアカット量が指定されていないため、送り速度が一定であっても、 Z 軸方向での送り速度が変わってしまい、切屑細断の判定結果が変わってしまう。この点、第2実施形態の制御装置1では、テーパ角が大きく Z 軸方向の速度成分が大きく異なる場合であっても、指定エアカット量に基づいて揺動振幅を算出するので、テーパ角の違いに起因して切屑細断の判定結果が異なる事態を回避できる。

【0051】

30

[第3実施形態]

図9は、第3実施形態の条件取得部11bが取得する条件を示すブロック図である。第3実施形態に係る制御装置1は、第1実施形態に係る工作機械の制御装置1と比べて、条件取得部11bが取得する条件と、加工制御部13bの制御方法と、が相違し、その他の構成は第1実施形態と共通である。

【0052】

図9に示すように、条件取得部11bは、送り量取得部22と、特定情報取得部24とを備える。

【0053】

特定情報取得部24は、切削工具 T とワーク W の相対的な1回転あたりの揺動数に関する情報(揺動周波数倍率 I)と、切削工具 T と前記ワークの相対的な1回転あたりの送り量に対する揺動振幅(揺動振幅倍率 K)と、を加工制御部13bが特定するための特定情報を記憶部14から取得する。揺動周波数倍率 I 又は揺動振幅倍率 K のどちらか一方を一意に決めることができれば、もう一方を数式(1)により算出することが可能となる。

40

【0054】

特定情報取得部24が取得する特定情報の例について説明する。特定情報は、オペレータによって指定された切り屑長さを示す指定切り屑長さであってもよい。指定切り屑長さが設定されることにより、揺動周波数倍率 I を一意に決めることができる。また、特定情報は、周波数の上限値とすることもできる。例えば、揺動周波数を必ず周波数上限値近くにとすると設定し、周波数上限値を越えなければ主軸1回転あたりの揺動回数を0.5回で

50

固定し、上限値を越えるような場合は上限値以下になるまで主軸 1 回転あたりの揺動回数を下げるように構成することもできる。これによって揺動周波数倍率 I を特定できる。また、特定情報は、揺動周波数の推奨値とし、当該推奨値で運転する設定としても揺動周波数倍率 I を一意に決めることができる。

【0055】

また、特定情報は、揺動振幅の上限値とし、揺動振幅は必ず上限値にすると設定すれば、揺動振幅倍率 K が一意に特定できる。また、特定情報として、揺動振幅倍率 K を特定した上で、揺動周波数倍率 I の選択肢が複数ある場合は小さい数値の揺動周波数倍率 I を選択する設定とすることで加工制御を行うための揺動周波数倍率 I を一意に特定できる。また、特定情報は、揺動振幅の下限値とし、揺動周波数倍率 I が 1.0 や I が 0.99 で揺動振幅上限値に引っかかる場合は、揺動周波数倍率 I を小さい方向にずらす設定とすることで揺動周波数倍率 I を一意に特定することができる。また、指定された速度上限値、加速度上限値、加加速度上限値等を特定情報としてもよい。あるいは、加速度が最低となるように制御してもよい。さらに、これらの例示した特定情報を複数組み合わせてもよい。このように、特定情報は、工作機械に設定されるルールであり、加工制御部 13 が情報を特定できる情報であればよい。

【0056】

上述の例では、送り量と揺動周波数倍率 I と揺動振幅倍率 K の 3 つの情報のうち、送り量の情報を取得し、さらに指定エアカット量と特定情報に基づいて揺動周波数倍率 I と揺動振幅倍率 K を決定したが、送り量の代わりに揺動周波数倍率 I 又は揺動振幅倍率 K の情報を取得し、残りの 2 つを指定エアカット量と特定情報に基づいて決定する構成でも良い。

【0057】

その場合は、特定情報は、サイクルタイムに関する指標や面粗さに関する指標によって、送り速度を一意に特定することが可能である。

【0058】

第 3 実施形態の加工制御部 13 b は、送り量と指定エアカット量と特定情報に基づいて揺動周波数倍率 I と揺動振幅倍率 K を決定する。

【0059】

以上説明した第 3 実施形態に係る切削工具 T とワーク W を相対的に揺動させながら加工する工作機械の制御装置 1 によれば、以下の効果が奏される。

【0060】

第 3 実施形態の条件取得部 11 b は、3 つの情報のうち、送り量に関する情報を前提条件として取得するとともに、揺動数に関する情報又は揺動振幅に関する情報を特定する条件を示す特定情報を取得し、加工制御部 13 b は、 n 回転のパスと n 回転よりも後の回転のパスとの間に基づくエアカット量が、指定エアカット量になるように、送り量に関する情報と特定情報に基づいて揺動数に関する情報と揺動振幅に関する情報を決定する。これにより、条件取得部 11 b が送り量を取得する構成において、特定情報を利用することで揺動周波数倍率 I と揺動振幅倍率 K を容易に特定することができる。

【0061】

また、上記実施形態の制御装置 1 の構成も、一部の機能を省略したり、別の機能を追加したりする等、事情に応じて適宜変更することができる。

【0062】

上記実施形態では、加工制御部 13、13 a、13 b は、何れも揺動振幅を算出しているが、揺動振幅に替えて振幅倍率を決定する構成としてもよい。この場合、制御の段階において、主軸 1 回転あたりの送り量と振幅倍率から振幅を決定し、その振幅で制御することになる。

【0063】

また、加工制御部は、条件取得部が取得した条件によっては揺動振幅に関する情報とは異なる情報を決定する構成としてもよい。例えば、条件取得部が、揺動数に関する情報と揺動振幅に関する情報を取得し、加工制御部が揺動数に関する情報と揺動振幅に関する情

10

20

30

40

50

報に基づいて送り量に関する情報を決定してもよい。また、条件取得部が、揺動数に関する情報と、工作機械に設定される送り量に関する情報と揺動振幅に関する情報を特定する特定情報と、を取得し、加工制御部が揺動数に関する情報と特定情報に基づいて送り量に関する情報と揺動振幅に関する情報を決定してもよい。また、条件取得部が、揺動振幅に関する情報と、工作機械に設定される送り量に関する情報と揺動数に関する情報を特定する特定情報と、を取得し、加工制御部が揺動振幅に関する情報と特定情報に基づいて送り量に関する情報と揺動数に関する情報を決定してもよい。具体的な数値の算出は、数式（1）を利用することもできる。

【0064】

また、上述した判定方法及び算出方法は、一例であり、上述した数式を用いた方法とは異なる方法で加工制御に必要な情報を算出してもよい。

【0065】

なお、本開示は上記実施形態に限定されるものではなく、本開示の目的を達成できる範囲での変形、改良は本開示に含まれる。

【0066】

上記実施形態では、本開示を工作機械の制御装置に適用したが、これに限定されない。本開示を工作機械の表示装置に適用してもよい。

【0067】

ここで、図10は、変形例に係る工作機械の表示装置9の機能ブロック図である。図10に示されるように、工作機械の表示装置9は、条件入力部91と、エアカット量入力部92と、情報算出部93と、表示部96と、を備える。

【0068】

条件入力部91は、上記実施形態の条件取得部11，11a，11bに相当する。即ち、条件入力部91は、切削工具とワークの相対的な1回転あたりの送り量に関する情報と、切削工具とワークの相対的な1回転あたりの揺動数に関する情報と、切削工具とワークの相対的な1回転あたりの送り量に対する揺動振幅に関する情報と、の3つの情報のうち、1又は2つの情報を前提条件として入力を受け付ける。

【0069】

エアカット量入力部92は、上記実施形態のエアカット量取得部12に相当する。即ち、エアカット量入力部92は、揺動する方向のエアカットの程度を示す指定エアカット量の入力を受け付ける。

【0070】

情報算出部93は、上記実施形態の加工制御部13，13a，13bの一部に相当する。即ち、情報算出部93は、n回転のパスとn回転よりも後の回転のパスとの間に基づくエアカット量が、指定エアカット量になるように、3つの情報のうち条件入力部が受け付けていない情報を前提条件に基づいて算出する。

【0071】

表示部96は、上記実施形態の表示部16に相当する。即ち、表示部96は、情報算出部93で算出された情報を表示する。

【0072】

上記の構成を備える工作機械の表示装置9によれば、上記実施形態に係る工作機械の制御装置1と同様の効果が奏される。

【符号の説明】

【0073】

1 工作機械の制御装置

11，11a，11b 条件取得部

12 エアカット量取得部

13，13a，13b 加工制御部

16 表示部

9 工作機械の表示装置

10

20

30

40

50

- 9 1 条件入力部
- 9 2 エアカット量入力部
- 9 3 情報算出部
- 9 6 表示部

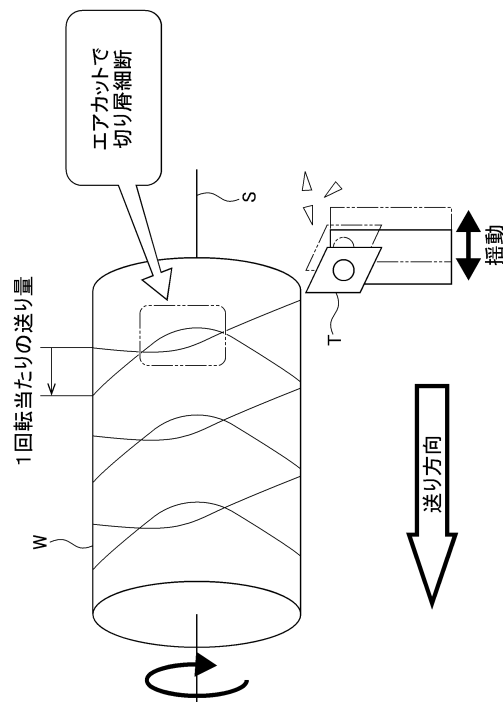
【要約】

揺動切削加工において加工条件が変わっても、切屑細断の可否を正確に判定でき、かつ加工条件の調整も容易になる技術を提供する。工作機械の制御装置1は、送り量Fと、揺動周波数倍率Iと、揺動振幅倍率Kと、の3つの情報のうち、1又は2つの情報を前提条件として取得する条件取得部11と、揺動する方向のエアカットの程度を示す指定エアカット量を取得するエアカット量取得部12と、n回転のパスとn回転よりも後の回転のパスとの間に基づくエアカット量が、指定エアカット量になるように、3つの情報のうち条件取得部11が取得していない情報を前提条件に基づいて決定し、加工制御を行う加工制御部13と、を備える。

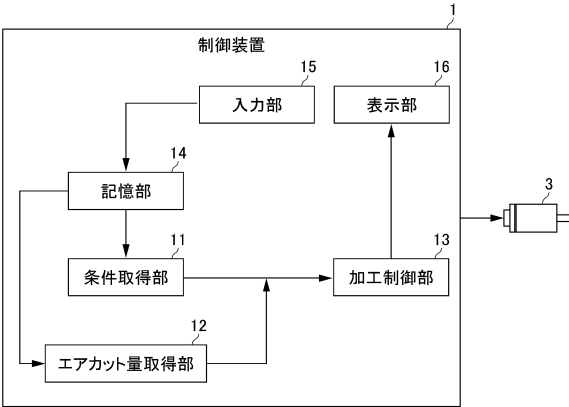
10

【図面】

【図1】



【図2】



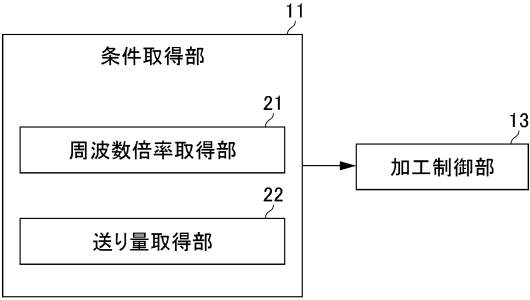
20

30

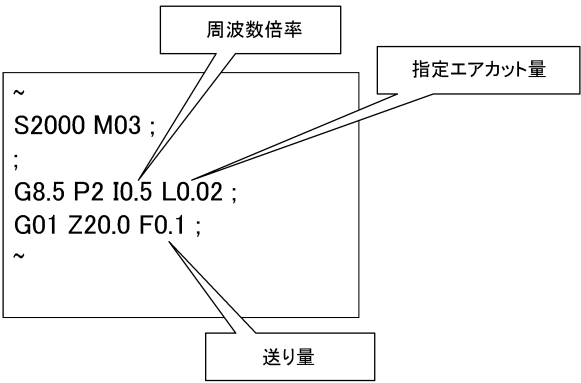
40

50

【図 3】

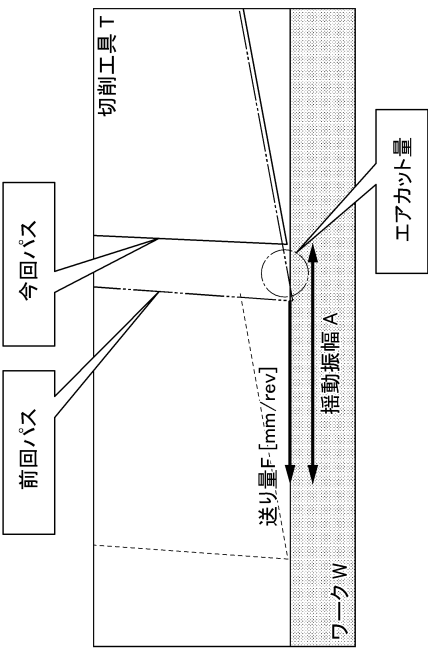


【図 4】

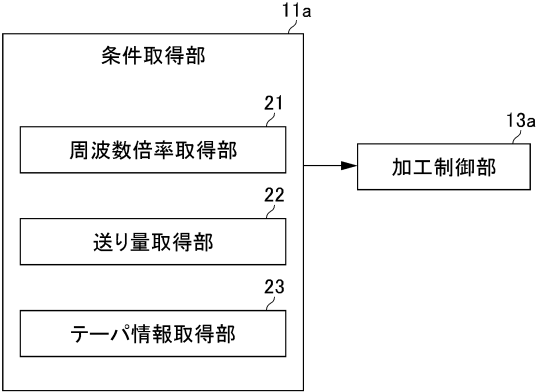


10

【図 5】



【図 6】



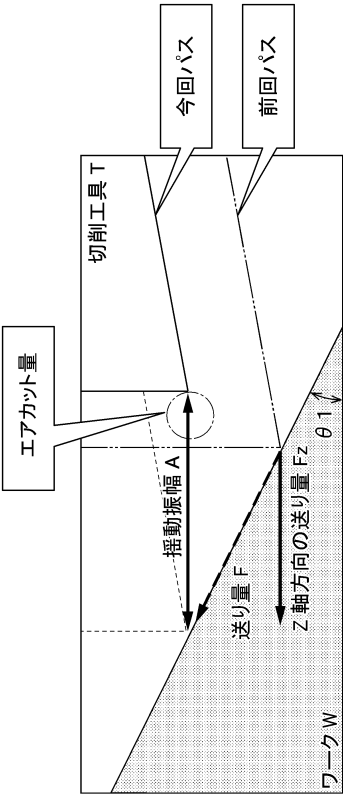
20

30

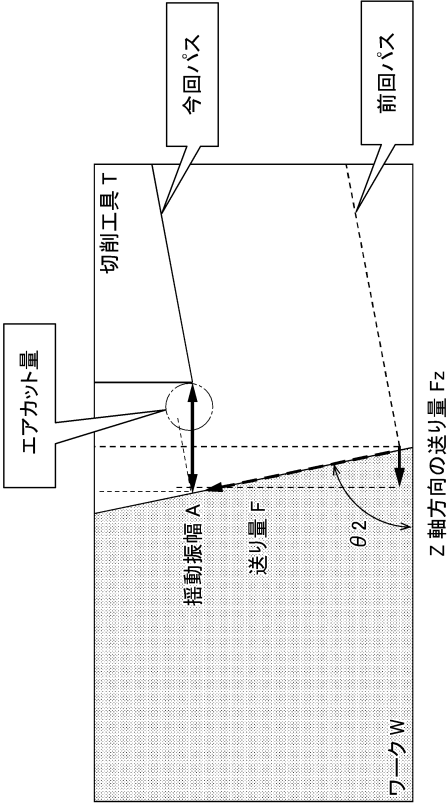
40

50

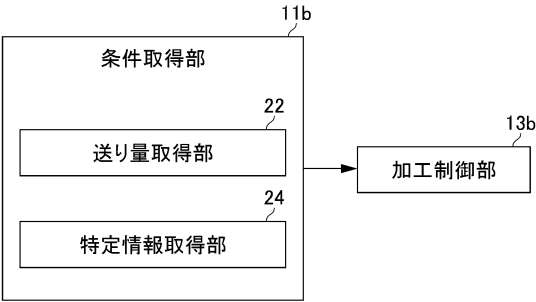
【図 7】



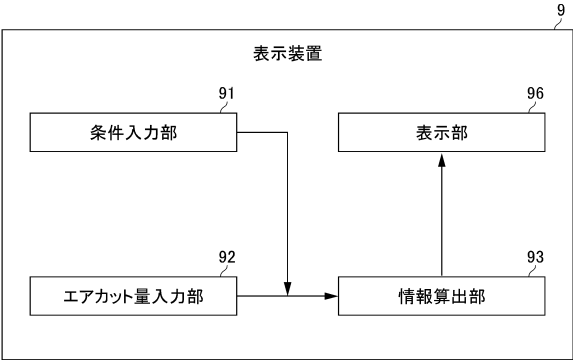
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2021/241552 (WO, A1)
特開2021-194721 (JP, A)
国際公開第2022/181594 (WO, A1)
国際公開第2019/026768 (WO, A1)
特開2020-163487 (JP, A)
米国特許出願公開第2009/0107308 (US, A1)
特表2014-523348 (JP, A)
国際公開第2022/085114 (WO, A1)
特許第7158604 (JP, B1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B23Q 15/00
G05B 19/18 - 19/46
B23B 1/00
B23Q 17/00