

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7652899号
(P7652899)

(45)発行日 令和7年3月27日(2025.3.27)

(24)登録日 令和7年3月18日(2025.3.18)

(51)国際特許分類	F I			
B 2 3 B 1/00 (2006.01)	B 2 3 B 1/00	A		
B 2 3 B 5/38 (2006.01)	B 2 3 B 5/38			
B 2 3 Q 15/013 (2006.01)	B 2 3 Q 15/013			
G 0 5 B 19/4093(2006.01)	G 0 5 B 19/4093	M		

請求項の数 3 (全10頁)

(21)出願番号	特願2023-529271(P2023-529271)	(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6月22日(2021.6.22)	(74)代理人	100106002 弁理士 正林 真之
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/023589	(74)代理人	100165157 弁理士 芝 哲央
(87)国際公開番号	WO2022/269751	(74)代理人	100160794 弁理士 星野 寛明
(87)国際公開日	令和4年12月29日(2022.12.29)	(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
審査請求日	令和6年1月12日(2024.1.12)	審査官	大屋 静男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 工作機械の制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】
工具とワークを相対的に揺動させて揺動切削を行う工作機械の制御装置であって、
前記工具の切込み角を取得する切込み角取得部と、
前記工具の切込み角に基づいて、任意の揺動方向における切屑の細断に必要な揺動振幅を算出する揺動振幅算出部と、
前記揺動振幅算出部において算出した前記揺動振幅に基づいて、揺動方向を決定する揺動方向決定部と、
加工条件に基づいて、前記揺動方向決定部で決定された前記揺動方向の揺動動作を制御する揺動動作制御部と、を備え、
前記揺動方向決定部は、切屑の細断が可能な揺動方向の範囲の中で、加工経路に沿う方向の揺動動作の揺動振幅よりも小さい揺動振幅となる揺動方向を決定する、工作機械の制御装置。

【請求項 2】
工具とワークを相対的に揺動させて揺動切削を行う工作機械の制御装置であって、
前記工具の切込み角を取得する切込み角取得部と、
前記工具の切込み角に基づいて、任意の揺動方向における切屑の細断に必要な揺動振幅を算出する揺動振幅算出部と、
前記揺動振幅算出部において算出した前記揺動振幅に基づいて、揺動方向を決定する揺動方向決定部と、

加工条件に基づいて、前記揺動方向決定部で決定された前記揺動方向の揺動動作を制御する揺動動作制御部と、を備え、

前記揺動方向決定部は、前記工具の刃先における前記ワーク側の面で且つ加工方向側の面である前記工具の逃げ面に対して垂直な方向を前記揺動方向として決定する、工作機械の制御装置。

【請求項 3】

前記揺動動作制御部は、複数の送り軸のうち特定の 1 軸のみを揺動させる揺動動作から、前記揺動方向決定部で決定された前記揺動方向の揺動動作へと変更する、請求項 1 又は 2 に記載の工作機械の制御装置。

【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に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、切削工具を用いてワークを切削加工する際に、連続して発生する切屑が切削工具に絡まる等して加工不良や工作機械の故障等の原因となることが知られている。これに対して、切削工具とワークを相対的に揺動させながら切削加工することにより、切屑を細断する揺動切削が提案されている。通常、揺動切削では、切削工具とワークとを加工経路に沿った方向に相対的に揺動させる。

【0003】

例えば、ワークがテーパ形状や円弧形状を有する場合には、加工経路に沿った方向に切削工具又はワークを送るための送り軸は複数軸（例えば、Z 軸及び X 軸）となる。この場合、複数軸を同時に揺動させるため、工作機械の負荷が大きくなる。そこで、ワークのテーパ部等において、加工経路に沿った方向からこれとは異なる方向に揺動方向を変更することで、切屑細断を実現しながらも工作機械の負荷を軽減できる技術が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

図 7 は、従来の揺動切削の一例を示す図である。この例では、主軸 S により回転するワーク W の外周面の母線に沿う送り方向に、送り軸により工具 T を移動させて切削加工する例を示している。図 7 に示されるようにワーク W のテーパ部 W1 を工具 T により切削する場合において、前回パスに対して今回パスは、加工経路に沿った方向から、これとは異なる方向に揺動方向が変更される。例えば、図 7 中に黒矢印で示される加工経路に沿った揺動方向から、これとは異なり白矢印で示される方向であって、Z 軸方向の揺動成分が増加する一方で X 軸方向の振動成分が減少する揺動方向に変更される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特許第 6 7 6 3 9 1 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、図 7 に示す例では、揺動方向の変更によって Z 軸方向の揺動成分が増加している一方で X 軸方向の揺動成分が減少しており、工作機械の負荷を十分軽減できるのは、工作機械の X 軸方向のイナーシャが Z 軸方向のイナーシャよりも非常に大きい場合である。即ち、上記従来の揺動切削では、工作機械の負荷軽減の効果は工作機械の構成に依存している。

【0007】

従って、揺動切削を実行する工作機械の制御装置において、工作機械の構成に依存することなく、汎用的に工作機械の負荷を軽減できる技術が望まれる。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】**【0008】**

本開示の一態様は、工具とワークを相対的に揺動させて揺動切削を行う工作機械の制御装置であって、前記工具の切込み角を取得する切込み角取得部と、前記工具の切込み角に基づいて、任意の揺動方向における切屑の細断に必要な揺動振幅を算出する揺動振幅算出部と、前記揺動振幅算出部の算出結果に基づいて、揺動方向を決定する揺動方向決定部と、加工条件に基づいて、前記揺動方向決定部で決定された前記揺動方向の揺動動作を制御する揺動動作制御部と、を備える、工作機械の制御装置である。

【発明の効果】**【0009】**

本開示によれば、揺動切削を実行する工作機械の制御装置において、工作機械の構成に依存することなく、汎用的に工作機械の負荷を軽減できる。

【図面の簡単な説明】**【0010】**

【図1】本開示の実施形態に係る工作機械の制御装置を示す図である。

【図2】工具の切込み角を示す図である。

【図3】揺動振幅の算出方法を示す図である。

【図4】本実施形態に係る揺動切削の第1の例を示す図である。

【図5】本実施形態に係る揺動切削の第2の例を示す図である。

【図6】本実施形態に係る揺動切削の第3の例を示す図である。

【図7】従来の揺動切削の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】**【0011】**

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。

【0012】

図1は、本実施形態に係る工作機械の制御装置1を示す図である。本実施形態に係る工作機械の制御装置1は、切削工具（以下、工具）とワークとを相対的に回転させる少なくとも一つの主軸と、工具をワークに対して相対移動させる少なくとも一つの送り軸と、を動作させることで、工具によりワークを切削加工するものである。なお図1では、便宜上、一つの送り軸を駆動するモータ3のみを示している。

【0013】

本実施形態に係る工作機械の制御装置1は、主軸及び送り軸を動作させることにより揺動切削を実行する。即ち、工作機械の制御装置1は、工具とワークとを相対的に回転させるとともに、工具とワークとを相対的に揺動させながら切削加工を実行する。工具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、前回経路で加工済の部分が今回経路に含まれる。そのため、工具の刃先がワークの表面から離れる空振り（エアカット）が発生することにより、切削加工によって連続的に生じる切屑が確実に細断される。

【0014】

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。図1に示されるように、工作機械の制御装置1は、第1記憶部11と、切込み角取得部12と、揺動振幅算出部13と、揺動方向決定部14と、揺動動作制御部15と、第2記憶部16と、を備え、それら各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うる。

【0015】

また、工作機械の制御装置1には、CNC (Computer Numerical Controller)、PLC (Programmable Logic Controller) 等の上位コンピュータ（不図示）が接続されている。これらの上位コンピュータから、加工プログラムの他、回転速度及び送り速度

10

20

30

40

50

等の加工条件や、揺動周波数等の揺動条件が工作機械の制御装置 1 に入力される。

【 0 0 1 6 】

第 1 記憶部 1 1 は、工具の切込み角を記憶している。ここで、図 2 は、工具 T の切込み角 $\theta 1$ を示す図である。なお、この図 2 から後述する図 6 まではいずれも、主軸 S により回転するワーク W の外周面の母線に沿う送り方向に、送り軸により工具 T を移動させて切削加工する例を示している。ただし本実施形態は、このような外径加工に限定されず、内径加工にも適用可能である。また本実施形態は、工具 T がワーク W の中心軸線まわりに回転するとともに、ワーク W が工具 T に対して送り方向に移動する構成にも適用可能である。なお、図 2 ~ 図 7 では、ワーク W の中心軸を Z 軸とし、Z 軸に直交する方向を X 軸としている。

10

【 0 0 1 7 】

図 2 に示されるように、工具 T の切込み角 $\theta 1$ は、ワーク W の中心軸方向である Z 軸方向から工具 T の逃げ面 T 1 までの角を意味する。また、工具 T の逃げ面 T 1 は、工具 T の刃先におけるワーク W 側の面で且つ加工方向（図 2 中の黒矢印参照）側の面を意味する。この切込み角 $\theta 1$ は、複数ある工具 T 毎に、予め所望の角度にそれぞれ設定され、加工面のテーパ角度には依存しない。より詳しくは、工具 T 毎に予め設定された切込み角 $\theta 1$ は、各工具 T と対応付けされて第 1 記憶部に記憶されている。

【 0 0 1 8 】

切込み角取得部 1 2 は、工具 T の切込み角 $\theta 1$ を取得する。具体的に、切込み角取得部 1 2 は、工作機械の制御装置 1 に入力される加工プログラムから取得される工具データに基づいて、該工具に対応する切込み角 $\theta 1$ を、第 1 記憶部 1 1 から読み出して取得する。取得された工具 T の切込み角 $\theta 1$ は、後述の揺動振幅算出部 1 3 に出力される。

20

【 0 0 1 9 】

揺動振幅算出部 1 3 は、切込み角取得部 1 2 で取得された工具 T の切込み角 $\theta 1$ に基づいて、任意の揺動方向における切屑の細断に必要な揺動振幅を算出する。算出された各揺動方向の揺動振幅は、後述の揺動方向決定部 1 4 及び揺動動作制御部 1 5 に出力される。なお、本実施形態における揺動振幅には、揺動振幅自体のみならず、揺動振幅倍率も含まれる。

【 0 0 2 0 】

図 3 は、揺動振幅算出部 1 3 における揺動振幅の算出方法を示す図である。図 3 では、説明の便宜上、従来の加工経路に沿う方向に揺動させる態様を「変更前」とし、加工経路に沿う方向とは異なる任意の揺動方向に揺動させる態様を「変更後」としている（図 4 ~ 図 7 も同様）。図 3 に示されるように、揺動方向変更後の揺動方向における切屑の細断に必要な揺動振幅 A' は、変更前の従来の加工経路に沿う方向の揺動方向における切屑の細断に必要な揺動振幅 A 、変更前後における揺動方向のシフト角度 θ 、工具 T の切込み角 $\theta 1$ 、及び変更前の従来の加工経路に沿う方向の揺動方向と Z 軸方向とのなす角 $\theta 2$ を用いて、以下の数式（1）により算出される。

30

〔数 1〕

$$A' = A \times (\cos \theta - \sin \theta / \tan(\theta + \theta 1 - \theta 2)) \quad \cdots \text{数式 (1)}$$

【 0 0 2 1 】

なお、本実施形態における揺動振幅は、Z 軸方向の揺動振幅成分と X 軸方向の揺動振幅成分との合成揺動振幅を意味する。即ち、本実施形態における揺動振幅は、以下の数式（2）により算出される合成揺動振幅である。

40

〔数 2〕

$$\text{合成揺動振幅} = ((Z \text{ 軸振幅})^2 + (X \text{ 軸振幅})^2)^{1/2} \quad \cdots \text{数式 (2)}$$

【 0 0 2 2 】

図 1 に戻って、揺動方向決定部 1 4 は、揺動振幅算出部 1 3 で算出された揺動振幅に基づいて、揺動方向を決定する。好ましくは、揺動方向決定部 1 4 は、切屑の細断が可能な揺動方向の範囲の中で、加工経路に沿う方向の揺動動作の揺動振幅 A よりも小さい揺動振幅 A' となる揺動方向を決定する。これにより、汎用的に揺動動作による工作機械の負荷が

50

軽減される。

【 0 0 2 3 】

より詳しくは、揺動方向決定部 1 4 は、図 3 に示されるように、Z 軸方向の揺動振幅成分と X 軸方向の揺動振幅成分との合成揺動振幅がより小さくなるような方向を、揺動方向として決定する。

【 0 0 2 4 】

より好ましくは、揺動方向決定部 1 4 は、工具 T の逃げ面 T 1 に垂直な方向を、揺動方向として決定する。この場合、切屑を細断可能な最小の揺動振幅とすることができ、切屑を細断しながら工作機械の負荷が最小限化される。

【 0 0 2 5 】

第 2 記憶部 1 6 は、ワーク W の加工条件等を記憶している。ワーク W の加工条件には、ワーク W の中心軸線まわりにおけるワーク W 及び工具 T の相対的な回転速度、工具 T 及びワーク W の相対的な送り速度、及び、送り軸の位置指令等が含まれる。第 2 記憶部 1 6 は、工作機械に実行させる加工プログラムを記憶し、工作機械の制御装置 1 内の CPU がその加工プログラムから回転速度及び送り速度を加工条件として読み出して揺動動作制御部 1 5 に出力するように構成されてもよい。また、第 2 記憶部 1 6 や後述する揺動動作制御部 1 5 内の位置指令作成部等は上記の上位コンピュータに設けられていてもよい。

【 0 0 2 6 】

揺動動作制御部 1 5 は、加工条件に基づいて、揺動方向決定部 1 4 で決定された揺動方向の揺動動作を制御する。揺動動作制御部 1 5 は揺動動作を制御するために、例えば、位置指令生成部、揺動指令生成部、重畳指令生成部、学習制御部、及び位置速度制御部等の各種機能部（いずれも不図示）を備える。

【 0 0 2 7 】

位置指令生成部は、第 2 記憶部 1 6 に記憶された加工条件を読み出し、該加工条件に基づいてモータ 3 に対する移動指令としての位置指令を生成する。具体的に、位置指令作成部は、ワーク W の中心軸線まわりにおけるワーク W 及び工具 T の相対的な回転速度並びに工具 T 及びワーク W の相対的な送り速度に基づいて、各送り軸の位置指令（移動指令）を生成する。

【 0 0 2 8 】

揺動指令生成部は、揺動指令を生成する。揺動指令生成部は、揺動振幅倍率及び揺動周波数倍率という揺動条件と加工条件から揺動指令を生成してもよく、揺動振幅及び揺動周波数という揺動条件から揺動指令を生成してもよい。具体的に、揺動指令生成部は、揺動振幅算出部 1 3 で算出された揺動振幅、及び例えば上位コンピュータから入力されて第 2 記憶部に記憶された揺動周波数等の揺動条件に基づいて、揺動指令を生成する。

【 0 0 2 9 】

重畳指令生成部は、送り軸のモータ 3 のエンコーダによる位置検出に基づいた位置フィードバックと位置指令との差分である位置偏差を算出し、算出された位置偏差に対して、揺動指令生成部で生成された揺動指令を重畳することにより、重畳指令を生成する。あるいは、位置偏差に代えて位置指令に揺動指令を重畳してもよい。

【 0 0 3 0 】

学習制御部は、重畳指令に基づいて重畳指令の補正量を算出し、算出された補正量を重畳指令に加算することにより、重畳指令を補正する。学習制御部は、メモリを有し、揺動の 1 周期もしくは複数周期内において揺動位相及び補正量を関係付けてメモリに記憶し、モータ 3 の応答性に応じた揺動動作の位相遅れを補償できるタイミングにメモリに記憶された重畳指令を読み出して補正量として出力する。補正量を出力する揺動位相がメモリに記憶された揺動位相に存在しない場合、揺動位相の近い補正量から出力する補正量を算出しても良い。一般的に、揺動周波数が高くなるほど揺動指令に対する位置偏差は大きくなるため、この学習制御部による補正を行うことで、周期的な揺動指令に対する追従性を向上させることが可能である。

【 0 0 3 1 】

10

20

30

40

50

位置速度制御部は、補正量加算後の重畳指令に基づいて、送り軸を駆動するモータ 3 に対するトルク指令を生成し、生成したトルク指令によりモータ 3 を制御する。これにより、工具 T とワーク W とを相対的に揺動させながら加工が行われる。

【 0 0 3 2 】

次に、本実施形態に係る工作機械の制御装置 1 により実行される揺動切削について、具体例を挙げてさらに詳しく説明する。

【 0 0 3 3 】

図 4 は、本実施形態に係る揺動切削の第 1 の例を示す図である。この第 1 の例は、切屑の細断が可能な揺動方向の範囲の中で、加工経路に沿う方向の揺動動作の揺動振幅 A よりも小さい揺動振幅 A' となる揺動方向に決定したときの例である。図 4 から明らかであるように、変更後の揺動方向の切屑細断可能な揺動振幅 A' は、加工経路に沿う方向の揺動動作の揺動振幅 A よりも小さいため、工作機械の負荷の軽減が可能である。

10

【 0 0 3 4 】

図 5 は、本実施形態に係る揺動切削の第 2 の例を示す図である。この第 2 の例は、切屑の細断が可能な揺動方向の範囲の中で、工具 T の逃げ面 T 1 に垂直な方向を揺動方向として決定したときの例である。図 5 から明らかであるように、工具 T の逃げ面 T 1 に垂直な方向を揺動方向としたときの切屑細断可能な揺動振幅 A' は、加工経路に沿う方向の揺動動作の揺動振幅 A よりもかなり小さく、工作機械の負荷の最小限化が可能である。

【 0 0 3 5 】

また、図 6 は、本実施形態に係る揺動切削の第 3 の例を示す図である。この第 3 の例は、ワーク W として円柱状又は円筒状のものを用いるとともに、切屑の細断が可能な揺動方向の範囲の中で、工具 T の逃げ面 T 1 に垂直な方向を揺動方向として決定したときの例である。図 6 から明らかであるように、ワーク W の形状がテーパ部や円弧状部を有しておらず、送り軸が特定の 1 軸（図 6 では Z 軸）である場合においても、工具 T の逃げ面 T 1 に垂直な方向を揺動方向としたときの切屑細断可能な揺動振幅 A' は、加工経路に沿う方向の揺動動作の揺動振幅 A よりもかなり小さく、工作機械の負荷の最小限化が可能である。

20

【 0 0 3 6 】

このように、本実施形態に係る揺動切削では、ワーク W の形状は限定されない。即ち、ワーク W 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 W 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。従って、本実施形態に係る揺動動作制御部 1 5 は、複数の送り軸を揺動させる揺動動作から、又は複数の送り軸のうち特定の 1 軸のみを揺動させる揺動動作から、揺動方向決定部 1 4 で決定された揺動方向の揺動動作へと変更するように構成されている。

30

【 0 0 3 7 】

本実施形態によれば、以下の効果が奏される。

【 0 0 3 8 】

本実施形態では、工具 T の切込み角を取得する切込み角取得部 1 2 と、工具 T の切込み角に基づいて任意の揺動方向における切屑の細断に必要な揺動振幅を算出する揺動振幅算出部 1 3 と、揺動振幅算出部 1 3 の算出結果に基づいて揺動方向を決定する揺動方向決定部 1 4 と、加工条件に基づいて揺動方向決定部 1 4 で決定された揺動方向の揺動動作を制御する揺動動作制御部 1 5 と、を含んで工作機械の制御装置 1 を構成した。

40

【 0 0 3 9 】

従来の揺動切削では、揺動方向を決定した後に、切屑の細断が可能な揺動振幅を算出するのに対して、本実施形態では、任意の複数の揺動方向で切屑の細断が可能な揺動振幅を算出した後に、算出された揺動振幅に基づいて揺動方向を決定する点において、両者は大きく相違している。従って本実施形態によれば、加工経路に沿う方向の揺動動作の揺動振幅よりも小さい揺動振幅となる揺動方向を選択して決定することが可能となり、工作機械の負荷の軽減が可能である。ひいては本実施形態によれば、工作機械の構成に依存することなく、汎用的に工作機械の負荷を軽減することができる。

50

【 0 0 4 0 】

また本実施形態では、切屑の細断が可能な揺動方向の範囲の中で、加工経路に沿う方向の揺動動作の揺動振幅よりも小さい揺動振幅となる揺動方向に揺動させる構成とした。これにより、従来の加工経路に沿う方向の揺動動作と比べて、切屑を細断しつつ、より確実に工作機械の負荷を軽減することができる。

【 0 0 4 1 】

また本実施形態では、工具 T の逃げ面 T 1 に垂直な方向に揺動させる構成とした。これにより、従来の加工経路に沿う方向の揺動動作と比べて、切屑を細断しつつ、さらに確実に工作機械の負荷を軽減することができ、工作機械の負荷を最小限化することができる。

【 0 0 4 2 】

また本実施形態では、揺動動作制御部 1 5 により、複数の送り軸のうち特定の 1 軸のみを揺動させる揺動動作から、揺動方向決定部 1 4 で決定された揺動方向の揺動動作へと変更する構成とした。このように、本実施形態によれば、ワーク W 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）が必要となる場合だけでなく、ワーク W 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り、上述の効果を奏することが可能である。

【 0 0 4 3 】

なお、本開示は上記態様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变形、改良は本開示に含まれる。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 4 】

- 1 工作機械の制御装置
- 1 1 第 1 記憶部
- 1 2 切込み角取得部
- 1 3 揺動振幅算出部
- 1 4 揺動方向決定部
- 1 5 揺動動作制御部
- 1 6 第 2 記憶部
- 3 モータ
- S 主軸
- T 工具
- W ワーク
- W 1 テーパ部
- θ 1 切込み角

10

20

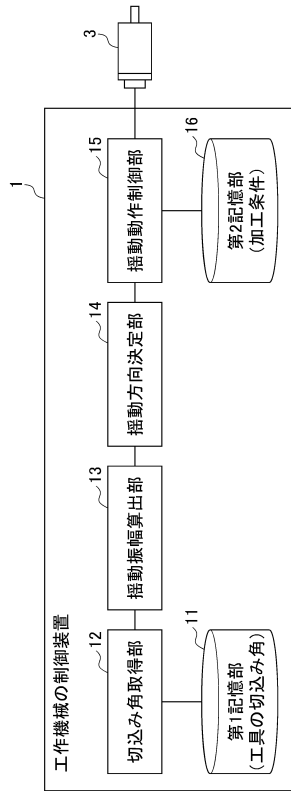
30

40

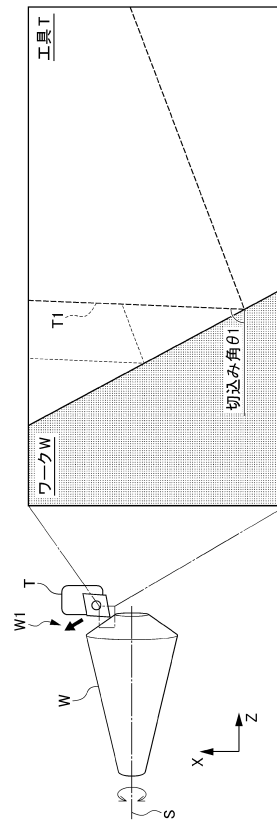
50

【図面】

【図 1】



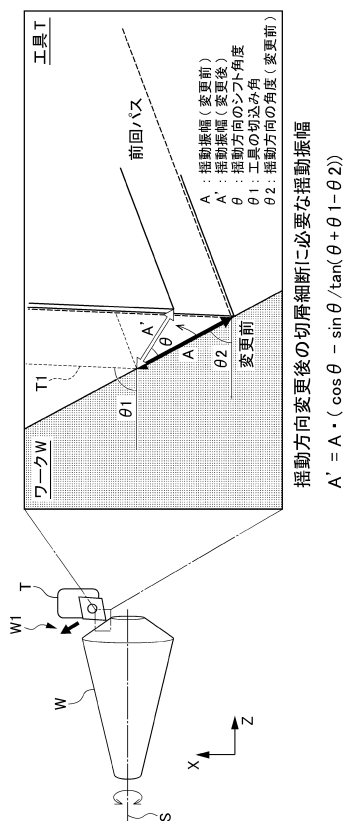
【図 2】



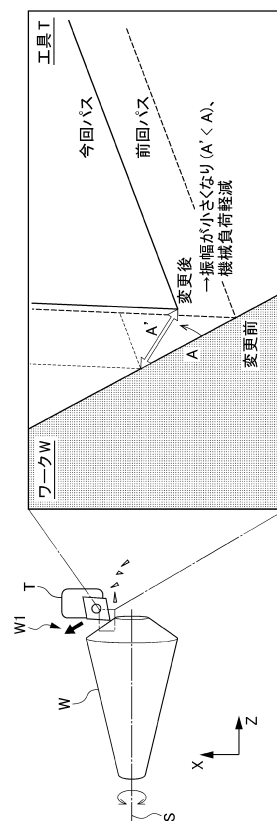
10

20

【図 3】



【図 4】

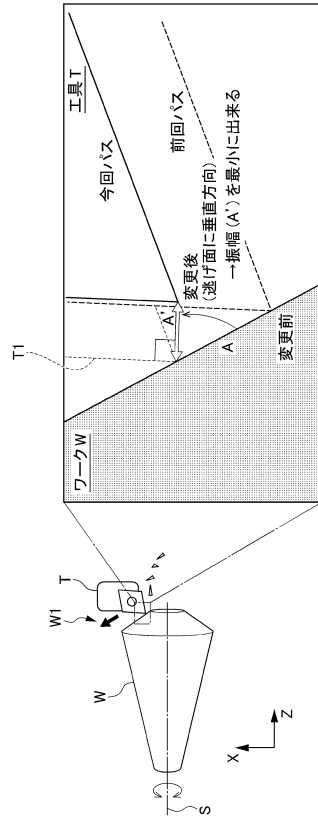


30

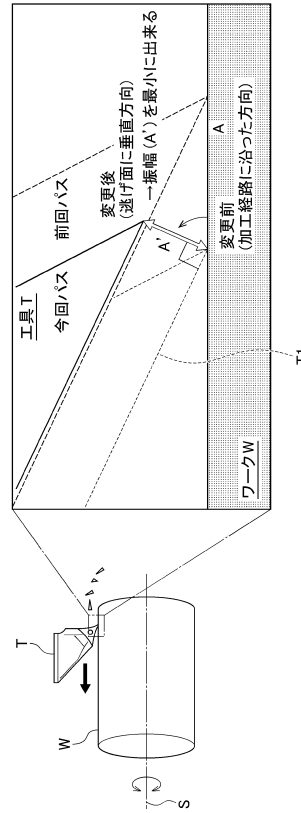
40

50

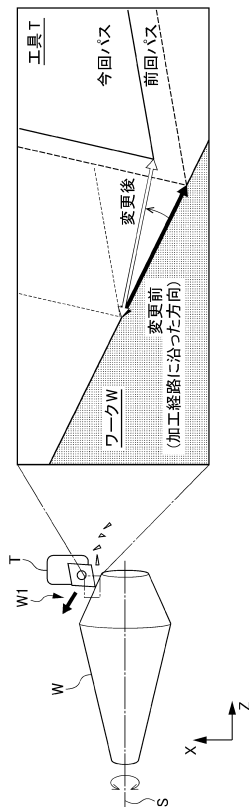
【図 5】



【図 6】



【図 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 2 0 - 0 0 9 2 4 8 (J P , A)
特公昭 6 2 - 0 4 0 1 2 1 (J P , B 2)
特開 2 0 1 7 - 2 1 7 7 2 0 (J P , A)
特公昭 6 1 - 0 4 7 6 4 1 (J P , B 2)
特開 2 0 1 9 - 1 8 5 3 5 5 (J P , A)
国際公開第 2 0 2 0 / 2 4 1 5 2 4 (W O , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|---------------|
| B 2 3 B | 1 / 0 0 |
| B 2 3 B | 5 / 3 8 |
| B 2 3 Q | 1 5 / 0 1 3 |
| G 0 5 B | 1 9 / 4 0 9 3 |