

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5232313号
(P5232313)

(45) 発行日 平成25年7月10日 (2013. 7. 10)

(24) 登録日 平成25年3月29日 (2013. 3. 29)

(51) Int. Cl.		F I	
B 2 3 H	7/02	(2006. 01)	B 2 3 H 7/02 R
B 2 3 H	7/20	(2006. 01)	B 2 3 H 7/20
B 2 3 H	9/00	(2006. 01)	B 2 3 H 9/00 Z

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-27209 (P2012-27209)	(73) 特許権者	390008235
(22) 出願日	平成24年2月10日 (2012. 2. 10)		ファナック株式会社
審査請求日	平成24年11月22日 (2012. 11. 22)		山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地
早期審査対象出願		(74) 代理人	110001151 あいわ特許業務法人
		(72) 発明者	山根 光 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地 ファナック株式会社内
		(72) 発明者	荒川 靖雄 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地 ファナック株式会社内
		審査官	山崎 孔徳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バイト加工を行うワイヤ放電加工機、ワイヤ放電加工機によるバイト加工方法、およびバイト加工を行うワイヤ放電加工機用プログラム作成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

加工プログラムに従い、ワイヤ電極と、チップが取り付けられたバイトが載置されたテーブルとを相対移動させて前記バイトのエッジ部の加工を行うワイヤ放電加工機において、

前記加工プログラムの経路上の複数の点における基準面からの高さを測定する測定部と、前記測定部により測定した高さから、前記チップ表面のチップ取り付け誤差のない基準スクイ面に対する高さ誤差を算出する誤差算出部と、

前記算出された各測定点における誤差、および前記加工プログラムで指令された加工を行う際のワイヤ電極のテーパ角度から、前記バイトのエッジ部の水平面上の位置が基準スクイ面上のエッジ部の水平面上の位置と一致するように各測定点における補正量を算出する補正量算出部と、

前記算出された補正量に基づいて前記ワイヤ電極と前記バイトとの相対移動を制御する部とを有することを特徴とするバイト加工を行うワイヤ放電加工機。

【請求項2】

前記バイトの加工対象物が回転体である場合、前記補正量算出部は、前記誤差、前記加工プログラムで指令された加工を行う際のワイヤ電極のテーパ角度、および前記加工対象物の回転中心軸から前記バイトのエッジ部までの距離から、前記バイトのエッジ部の前記加工対象物の回転中心軸からの距離が、基準スクイ面上のエッジ部の前記加工対象物の回転中心軸からの距離と一致するように各測定点における補正量を算出することを特徴とす

る請求項 1 に記載のバイト加工を行うワイヤ放電加工機。

【請求項 3】

加工プログラムに従い、ワイヤ電極と、チップが取り付けられたバイトが載置されたテーブルとを相対移動させて前記バイトのエッジ部の加工を行うワイヤ放電加工機の加工方法であって、

前記加工プログラムの経路上の複数の点における、基準面からの高さを測定するステップと、

前記測定した高さから、前記チップ表面のチップ取り付け誤差のない基準スクイ面に対する高さの誤差を算出するステップと、

前記算出された各測定点における誤差、および前記加工プログラムで指令された加工を行う際のワイヤ電極のテーパ角度から、前記バイトのエッジ部の水平面上の位置が基準スクイ面上のエッジ部の水平面上の位置と一致するように各測定点における補正量を算出するステップと、

前記算出された補正量に基づいて前記ワイヤ電極と前記バイトとの相対位置を制御するステップからなることを特徴とするワイヤ放電加工機によるバイト加工方法。

【請求項 4】

前記バイトの加工対象物が回転体である場合、前記補正量を算出するステップは、前記誤差、前記加工プログラムで指令された加工を行う際のワイヤ電極のテーパ角度、および前記加工対象物の回転中心軸から前記バイトのエッジ部までの距離から、前記バイトのエッジ部の前記加工対象物の回転中心軸からの距離が、基準スクイ面上のエッジ部の前記加工対象物の回転中心軸からの距離に一致するように各測定点における補正量を算出することを特徴とする請求項 3 に記載のワイヤ放電加工機によるバイト加工方法。

【請求項 5】

バイトのエッジ部を加工するプログラムを作成するワイヤ放電加工機用プログラム作成装置において、

誤差のない基準スクイ面に対する加工経路を作成する部と、

前記加工経路上の複数の点における、基準面からの高さを測定した結果を入力する入力部と、

前記入力された値から、前記チップ表面のチップ取り付け誤差のない基準スクイ面に対する高さの誤差を算出する誤差算出部と、

前記算出された各測定点における誤差、および設計上決められたバイトのスクイ面と逃げ面とのなす角度から、前記バイトのエッジ部の水平面上の位置が基準スクイ面上のエッジ部の水平面上の位置と一致するように各測定点における補正量を算出する補正量算出部と

、

前記算出された補正量に基づいて前記加工経路を補正した新たな加工経路を算出する部と、

前記算出された新たな加工経路に対する加工プログラムを作成する部と、

を有することを特徴とするバイト加工を行うワイヤ放電加工機用プログラム作成装置。

【請求項 6】

バイトのエッジ部を加工するプログラムを作成するワイヤ放電加工機用プログラム作成装置において、

前記バイトを加工するための加工プログラムを記憶する記憶部と、

前記加工プログラムの経路上の複数の点における、基準面からの高さを測定した結果を入力する入力部と、

前記入力された値から、前記チップ表面のチップ取り付け誤差のない基準スクイ面に対する高さの誤差を算出する誤差算出部と、

前記算出された各測定点における誤差、および設計上決められたバイトのスクイ面と逃げ面とのなす角度から、前記バイトのエッジ部の水平面上の位置が基準スクイ面上のエッジ部の水平面上の位置と一致するように各測定点における補正量を算出する補正量算出部と

、

10

20

30

40

50

前記算出された補正量に基づいて前記加工プログラムを補正した新たな加工プログラムを作成する部と、
を有することを特徴とするバイト加工を行うワイヤ放電加工機用プログラム作成装置。

【請求項7】

前記バイトの加工対象物が回転体である場合、前記補正量算出部は前記誤差、設計上決められたバイトのスクイ面と逃げ面とのなす角度、および前記加工対象物の回転中心軸から前記バイトのエッジ部までの距離から、前記バイトのエッジ部の前記加工対象物の回転中心軸からの距離が、基準スクイ面上のエッジ部の前記加工対象物の回転中心軸からの距離に一致するように各測定点における補正量を算出することを特徴とする請求項5または6のいずれか1つに記載のワイヤ放電加工機用プログラム作成装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、バイト加工を行うワイヤ放電加工機、ワイヤ放電加工機によるバイト加工方法、およびバイト加工を行うワイヤ放電加工機用プログラム作成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ワイヤ放電加工機を用いてバイトを加工する例が増加している（特許文献1参照）。特に、PCD（多結晶ダイヤモンド）工具やPCBN（多結晶立方晶窒化硼素）工具のような硬度の高い材質の被加工物は放電が可能な材質であるから、従来の研磨機による加工に比べて高速で加工できることや単一形状の工具（つまり、「ワイヤ電極」）で複雑な加工も行えることから、ワイヤ放電加工機を用いてその加工を行うことが増加している。

20

【0003】

PCD工具やPCBN工具は、切削工具の材料としてPCD材やPCBN材をPCDやPCBN素材からチップとして切り出し、ロウ付け材を高周波誘導装置により溶融し、切り出したチップを切り刃としてシャンクにロウ付けし（以下、「半完成バイト」という）、それを最終形状に加工して完成品のバイトに仕上げる。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献1】特開平9-267219号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ロウ付け工程においては、溶融したロウを介在させた状態でチップを位置決めして固定するため、チップを誤差無く設計上の理想位置に固定することが困難である。また、ロウ付け時の熱の影響やチップ自体の厚みが不均一であることも影響してスクイ面にはうねりが生じることも多い。これらの結果、半完成バイトのスクイ面形状は設計上の理想形状と比べると少なからず誤差を持った形状（図5参照）となる場合が多い。

40

【0006】

スクイ面の形状が理想形状と異なる場合、理想形状を基に作成された加工経路をそのまま用いると、実際のスクイ面と理想的なスクイ面との高さ方向の誤差が加工物の形状精度に悪影響を及ぼし、高精度な加工物の制作において無視できない誤差が生じる。通常、このような誤差を解消するため、傾きを調整できる治具にシャンクを固定し、スクイ面が理想形状に最も近くなるように傾けてから加工を行う。

【0007】

このようにチップを傾けて調整するための治具、および傾きを調整するための工数が必要となる。また、スクイ面に「うねり」が生じるような場合では、スクイ面の傾きを調整しても誤差が完全には解消できないため、加工した刃物に誤差が生じてしまう。

50

【 0 0 0 8 】

さらには、チップ表面を傾けることでバイトの基準面（通常は底面）も傾いた状態となり、その状態で最終形状に加工するため、実際に旋盤等に固定して使用する際には、バイト加工時と同様に基準面を傾けて刃物台に固定するといった煩雑な作業が必要となり、バイトを交換する度に同様の調整が必要となる。

このように従来の加工方法ではバイトの製造と使用の両方において工数が増大するとともに、スクイ面の性状によっては精度の良い刃物を作成すること自体が困難であった。

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明は、加工前に計測装置を用いてチップ表面の傾きやうねりを測定し、本来の加工軌跡を測定したチップの実表面に合わせた軌跡に変換することで、高精度で使い易い刃物を作成することが可能なバイト加工を行うワイヤ放電加工機、ワイヤ放電加工機によるバイトの加工方法、およびバイト加工を行うワイヤ放電加工機用プログラム作成装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

本願の請求項 1 に係る発明は、加工プログラムに従い、ワイヤ電極と、チップが取り付けられたバイトが載置されたテーブルとを相対移動させて前記バイトのエッジ部の加工を行うワイヤ放電加工機において、前記加工プログラムの経路上の複数の点における基準面からの高さを測定する測定部と、前記測定部により測定した高さから、前記チップ表面のチップ取り付け誤差のない基準スクイ面に対する高さ誤差を算出する誤差算出部と、前記算出された各測定点における誤差、および前記加工プログラムで指令された加工を行う際のワイヤ電極のテーパ角度から、前記バイトのエッジ部の水平面上の位置が基準スクイ面上のエッジ部の水平面上の位置と一致するように各測定点における補正量を算出する補正量算出部と、前記算出された補正量に基づいて前記ワイヤ電極と前記バイトとの相対移動を制御する部とを有することを特徴とするバイト加工を行うワイヤ放電加工機である。

請求項 2 に係る発明は、前記バイトの加工対象物が回転体である場合、前記補正量算出部は前記誤差、前記加工プログラムで指令された加工を行う際のワイヤ電極のテーパ角度、および前記加工対象物の回転中心軸から前記バイトのエッジ部までの距離から、前記バイトのエッジ部の前記加工対象物の回転中心軸からの距離が、基準スクイ面上のエッジ部の前記加工対象物の回転中心軸からの距離と一致するように各測定点における補正量を算出することを特徴とする請求項 1 に記載のバイト加工を行うワイヤ放電加工機である。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 に係る発明は、加工プログラムに従い、ワイヤ電極と、チップが取り付けられたバイトが載置されたテーブルとを相対移動させて前記バイトのエッジ部の加工を行うワイヤ放電加工機の加工方法であって、前記加工プログラムの経路上の複数の点における、基準面からの高さを測定するステップと、前記測定した高さから、前記チップ表面のチップ取り付け誤差のない基準スクイ面に対する高さの誤差を算出するステップと、前記算出された各測定点における誤差、および前記加工プログラムで指令された加工を行う際のワイヤ電極のテーパ角度から、前記バイトのエッジ部の水平面上の位置が基準スクイ面上のエッジ部の水平面上の位置と一致するように各測定点における補正量を算出するステップと、前記算出された補正量に基づいて前記ワイヤ電極と前記バイトとの相対位置を制御するステップからなることを特徴とするワイヤ放電加工機によるバイト加工方法である。

請求項 4 に係る発明は、前記バイトの加工対象物が回転体である場合、前記補正量を算出するステップは前記誤差、前記加工プログラムで指令された加工を行う際のワイヤ電極のテーパ角度、および前記加工対象物の回転中心軸から前記バイトのエッジ部までの距離から、前記バイトのエッジ部の前記加工対象物の回転中心軸からの距離が、基準スクイ面上のエッジ部の前記加工対象物の回転中心軸からの距離に一致するように各測定点における補正量を算出することを特徴とする請求項 3 に記載のワイヤ放電加工機によるバイト加工方法である。

【 0 0 1 2 】

請求項 5 に係る発明は、バイトのエッジ部を加工するプログラムを作成するワイヤ放電加工機用プログラム作成装置において、誤差のない基準スクイ面に対する加工経路を作成する部と、前記加工経路上の複数の点における、基準面からの高さを測定した結果を入力する入力部と、前記入力された値から、前記チップ表面のチップ取り付け誤差のない基準スクイ面に対する高さの誤差を算出する誤差算出部と、前記算出された各測定点における誤差、および設計上決められたバイトのスクイ面と逃げ面とのなす角度から、前記バイトのエッジ部の水平面上の位置が基準スクイ面上のエッジ部の水平面上の位置と一致するように各測定点における補正量を算出する補正量算出部と、前記算出された補正量に基づいて前記加工経路を補正した新たな加工経路を算出する部と、前記算出された新たな加工経路に対する加工プログラムを作成する部と、を有することを特徴とするバイト加工を行うワイヤ放電加工機用プログラム作成装置である。

10

請求項 6 に係る発明は、バイトのエッジ部を加工するプログラムを作成するワイヤ放電加工機用プログラム作成装置において、前記バイトを加工するための加工プログラムを記憶する記憶部と、前記加工プログラムの経路上の複数の点における、基準面からの高さを測定した結果を入力する入力部と、前記入力された値から、前記チップ表面のチップ取り付け誤差のない基準スクイ面に対する高さの誤差を算出する誤差算出部と、前記算出された各測定点における誤差、および設計上決められたバイトのスクイ面と逃げ面とのなす角度から、前記バイトのエッジ部の水平面上の位置が基準スクイ面上のエッジ部の水平面上の位置と一致するように各測定点における補正量を算出する補正量算出部と、前記算出された補正量に基づいて前記加工プログラムを補正した新たな加工プログラムを作成する部と、を有することを特徴とするバイト加工を行うワイヤ放電加工機用プログラム作成装置である。

20

請求項 7 に係る発明は、前記バイトの加工対象物が回転体である場合、前記補正量算出部は前記誤差、設計上決められたバイトのスクイ面と逃げ面とのなす角度、および前記加工対象物の回転中心軸から前記バイトのエッジ部までの距離から、前記バイトのエッジ部の前記加工対象物の回転中心軸からの距離が、基準スクイ面上のエッジ部の前記加工対象物の回転中心軸からの距離に一致するように各測定点における補正量を算出することを特徴とする請求項 5 または 6 のいずれか 1 つに記載のワイヤ放電加工機用プログラム作成装置である。

【発明の効果】

30

【0013】

本発明により、加工前に計測装置を用いてチップ表面の傾きやうねりを測定し、本来の加工軌跡を測定したチップの実表面に合わせた軌跡に変換することで、高精度で使い易い刃物を作成することが可能なバイト加工を行うワイヤ放電加工機、ワイヤ放電加工機によるバイトの加工方法、およびバイト加工を行うワイヤ放電加工機用プログラム作成装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1】本発明に係るワイヤ放電加工機を模式的に説明する図である。

【図 2】本発明の適用が可能なワイヤ放電加工機の概略構成と動作について説明する図である。

40

【図 3】被加工物の加工経路を説明する図である（加工前）。

【図 4】被加工物の加工経路を説明する図である（加工後）。

【図 5】被加工物であるバイトの加工前の実際の形状を説明する図である。

【図 6】被加工物の座標系とバイトとの相対位置関係（バイトが X 軸方向を向いている場合）を説明する図である。

【図 7】被加工物の座標系とバイトとの相対位置関係（バイトが Y 軸方向を向いている場合）を説明する図である。

【図 8】XZ 平面における補正計算を説明する図である。

【図 9】YZ 平面における補正計算を説明する図である。

50

【図 10】バイトの具体的形状の一例を説明する図である。

【図 11】本発明に係る処理を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態を図面と共に説明する。

図 1 は本発明に係るワイヤ放電加工機を説明する概要図である。ワイヤ放電加工機はワイヤ放電加工機本体 40 とワイヤ放電加工機本体 40 を制御する数値制御装置 20 を備えている。

【0016】

タッチセンサ 49 は上ワイヤガイド部に取り付けられている。タッチセンサ 49 は図示省略した進退機能によって、ワイヤ電極 4 の走行方向に平行に上下動可能に取り付けられており、測定対象物に接触したときに接触を検知する信号を出力するセンサである。測定時以外には、タッチセンサ 49 は退避位置に引き上げられる。本発明の実施形態では、チップ表面のチップ取り付け誤差のない基準スクイ面に対する高さ誤差を算出するためのデータを取得するために、加工プログラムの経路上の複数の点における基準面からの高さを測定する測定手段として用いられる。

【0017】

図 2 は、本発明の適用が可能なワイヤカット放電加工機の概略構成と動作について説明する図である。図 2 に示されるワイヤカット放電加工機の概略構成は、従来のもと同様である。符号 1 は加工対象とされるワーク 3 を設置し固定するワーク置き台である。ワーク置き台 1 は、高精度の平坦度をもつ載置面 2 を有する。加工時に、ワーク 3 はその底面が載置面 2 に接するようにワーク置き台 1 に設置され固定される。加工時には、ワイヤ電極 4 は結線操作により上、下ワイヤガイド 11, 12 間に張架され、ワーク 3 との間に放電を起こさせるための電圧が印加される。

【0018】

通常、ワーク置き台 1 の載置面 2 は水平方向（XY 平面に平行な面上）に延在し、ワーク置き台 1 は X, Y 軸のサーボモータ 5, 6 により、X 軸および Y 軸を直交軸とする XY 平面に平行な面上で駆動可能となっている。また、上ワイヤガイド 11 は、U, V 軸のサーボモータ 8, 9 により、XY 平面に平行な面上で駆動可能である。また、Z 軸サーボモータ 7 により、XY 平面に垂直な方向に駆動可能となっている。通常、U 軸による移動方向と X 軸による移動方向は平行、また、V 軸による移動方向と Y 軸による移動方向は平行である。あるいは、ワーク 3 側を固定し X 軸サーボモータ 5, Y 軸サーボモータ 6 によってワイヤ電極 4 側を移動させるようにしてもよい。

【0019】

加工箇所 16 を変えるには、ワーク 3 とワイヤ電極 4 の相対的な位置を変えればよく、数値制御装置 20 から出力される各軸サーボモータへの指令（X 軸指令、Y 軸指令、U 軸指令、V 軸指令、Z 軸指令）により行われる。その指令内容は、加工プログラムで規定される。加工プログラムは、ワイヤ電極 4 の移動指令、つまり、各軸サーボモータへの移動指令などを規定するプログラムであり、前述の XY 平面に平行な平面に定義される。この定義される平面は Z 軸方向に任意位置に設定することができる。この任意に設定できる平面をプログラム面と称する。

【0020】

次に、図 3 に示す形状のバイトを加工する場合を説明する。なお、図中の座標軸は便宜的に配置したものであり図 2 の座標軸と対応するものである。バイト 30 はワーク 3 としてワーク置き台 1（図 2 参照）に載置され、基準面はバイト底面とする。バイト 30 は、シャンク 31 に口ウ付けされたチップ 32 とから構成される。図 3 には、チップ 32 がシャンク 31 に理想的な姿勢で口ウ付けされた理想形状のバイト 30 が図示されており、(a) は平面図、(b) は正面図と側面図とを図示している。(a) に示されるように、加工経路 33 に沿って放電加工がなされる。スクイ面 34 はチップ 32 の上面である。放電加工されるとき、(b) に示されるようにワイヤ電極 4 は Z 軸方向に対して傾斜し、(a

)の加工経路に沿って放電加工がなされる。図3に示されるようにチップ32がシャンク31に理想的な状態でロウ付けされた場合、加工プログラムに従って放電加工することにより、図4に示されるように理想形状を有するバイト30が得られる。この場合の、スクイ面34をチップ取り付け誤差のない基準スクイ面とする。しかしながら、実際には、バイト30の加工前の形状は、図5に示されるように、ロウ材35の厚みムラにより、チップ32が理想的な姿勢に対して傾いてシャンク31に固定される。この場合、スクイ面34は前記チップ取り付け誤差のない基準スクイ面からずれることになる。本発明においては、この傾いて固定されたチップ32を、タッチセンサ49(図1参照)などの計測手段を用いて加工経路に沿って測定することによって、理想的な姿勢からのズレ量を測定する。

10

【0021】

以下、図面を用いて説明する。

ここでは、図6に示されるように、加工対象物60の回転中心軸をY軸、それに直角な方向をX軸、バイトの厚さ方向をZ軸、基準面はバイト底面とし、バイトの長手方向がX軸にあるとする。

【0022】

(1)測定プログラムで指示された加工経路上の複数点において基準面からの実際のスクイ面の高さをタッチセンサ49を用いて測定する。複数の測定点は、測定プログラムの開始点から、一定の間隔(例えば1mm)毎に測定点を定める。加工経路の屈曲点や変曲点の間を等分割(例えば10分割)して測定点に定める。直線は粗く、曲線は細かくというように、加工経路の形状に合わせて加工経路毎に測定間隔を変えて測定点を定めるとよい。

20

【0023】

(2)測定した値(基準面からスクイ面までの距離の値)を基に、各測定点における実際のスクイ面と基準スクイ面とZ軸方向の誤差量を計算する。得られた誤差量を基に、図8、図9に示される関係に従って補正量を計算する。なお、図8において、符号Aは理想形状での加工点、符号Bは実際の加工点、符号Cは実際の点、符号Dは半径r上の点、符号Eは補正前のプログラム面上の点、符号Fは補正点1、符号Gは補正点2、また、図9において、符号Hは理想形状での加工点、符号Iは実際の加工点、符号Jは実際の点、符号Kは補正前のプログラム面上の点、符号Lは補正後のプログラム面上の点を表す。

30

【0024】

(3)図8、図9のようにプログラム面をXY平面に設定し、理想形状における測定点の座標を(a, b, c)、バイト30の理想形状と実際の形状のZ方向の誤差を z_x 、 z_y 、測定点でのワイヤ電極のテーパ角度を θ 、測定点における被加工物の半径をrとすると、測定点(a, b, c)に対応するプログラム面上の点を(X, Y, 0)として、補正後のプログラム面上のXY平面における座標は、XZ平面において任意の座標点でのZ方向の誤差 x_z 、ワイヤ角度 θ 、Y軸からの距離rの3つの値から補正量を求めることができ、YZ平面において任意の座標点でのZ方向の誤差 y_z 、ワイヤ角度 θ の値から補正量を求めることができる。なお、誤差 x_z 、誤差 y_z は、チップ表面のチップ取り付け誤差のない基準面に対する加工前の実際のバイトのチップ表面との高さの差異を表す量である。

40

【0025】

補正点1： $(X + x_z \cdot \tan \theta, Y + y_z \cdot \tan \theta, Z)$

もしくは、

補正点2： $(X + x_z + x_z \cdot \tan \theta + ((r^2 - (c + x_z)^2)^{1/2}, Y + x_z \cdot \tan \theta, Z)$

と表すことができる。

なお、図8において補正点1はF、補正点2はGに対応する。また、補正点1は汎用のバイトなど、半径rが不明な場合に用いる補正点、補正点2は加工物の半径rが分かっている総形バイトなどで用いる補正点で、被加工物の形状が判明している場合は補正点1よ

50

りも誤差が小さくなる補正点である。

【0026】

同様に、補正後のプログラム面上のYZ平面における座標は、

補正点3： $(Y + yz \cdot \tan \theta, 0)$

と表すことができる。

なお、図9において補正点3はLに対応する。

【0027】

(4)ここで、(3)の補正点の座標を現実的な値で計算してみると、補正点1、2の差は理想形状からの誤差が小さい場合はそれ程大きな値にならず、例えば、 $(a, b, c) = (49.96, 0, -2)$ 、 $\theta = 10^\circ$ 、 $r = 50$ [mm]とする
と、X座標において、補正点2 - 補正点1は約2 μm となり、高精度の工具以外では補正点1、2の差異は無視できる小さな値となる。しかし、補正前の点と比較すると、補正点2 - 補正前点の値は約11 μm となり、補正無しでは誤差が大きいことが分かる。

10

【0028】

(5)現実的な例として、図3のバイトの場合、図10のように円柱に複数の溝を同時加工するような用途が考えられる。例えば、 $\theta = 10^\circ$ 、先端の刃先で加工する半径 $r_1 = 40$ [mm]、次の刃先で加工する半径 $r_2 = 48$ [mm]として、刃先高さは同じで、実際のスキ面の角度が 9° (1° 理想の角度からずれている)とすると、半径 r_2 を加工する刃先では計算式の Δx_z の値が約0.2となり、最終的な加工物の半径誤差として、
補正無し = 47.959・・・(誤差約41 μm)

20

補正点1 = 47.994・・・(誤差約6 μm)

補正点2 = 48.000・・・(誤差なし)

と大きな誤差となる。

【0029】

図3のバイトの場合は、半径 r_1 と半径 r_2 のピッチ精度が求められる場合が多く、X軸方向の切り込みを調節してもピッチ精度は変わらないため刃先の補正が重要となる。

【0030】

(6)(3)の座標の関係に従って各測定点における補正量を求め、その補正量に従って実際の加工におけるワイヤ電極4とバイト30の相対位置を制御する。相対位置の制御方法としては、補正量を機械の数値制御装置に入力し、機械がある測定点に移動する際には、数値制御装置から機械に対して、測定点までの移動距離に補正量を加味した移動指令を出すようにする。測定点に補正量を加えた点を直線、もしくは曲線で接続して新たな加工経路とする。あるいは、プログラム作成装置において、補正量を加味して加工プログラムを作成しなおしてもよい。

30

【0031】

(7)(3)の座標の関係は、被加工物の座標系を変えなければ、XZ面において任意点でのZ方向の誤差 Δx_z 、ワイヤ角度 θ 、Y軸からの距離 r の3つの値から補正量を求めることができるため、例えば、図7のようにバイトと被加工物の位置関係が変わった場合においても、(3)の座標の関係はそのまま使用することができる。

【0032】

(8)被加工物が回転しない、プレーナ等で用いるバイトの場合は、被加工物が回転しないので補正点1の式を用いることで補正量を計算することができる。

40

(9)補正量は、通常の場合は小さい値に収まるため、補正後の点は測定点の近傍にあり、その範囲においては近似的な基準面と平行(高さが同じ)とみなせるため、再度の測定は不要と考えられる。しかし、補正量が多い場合には高さ誤差が生じる可能性があるため、補正後の点を新しい加工経路に沿って測定する必要が生じる。

【0033】

(10)上記例では底面を基準面としたが、実際に運用する上では、底面と対向する他の面やシャンクを固定する治具の面などで代用することも可能である。また、シャンクが丸棒などで平面を求められない場合でも、棒の適当な位置(通常は上下端)を測定して仮想

50

的な基準面を算出、採用することが可能である。

(11) バイト先端に装着するスローアウェイチップを加工する場合も、上記例と同様にスクイ面を測定して補正を行うことで高精度の加工が可能になる。

【0034】

以上のように、実際のスクイ面と基準スクイ面との高さの誤差を求め、加工する際のワイヤ電極のテーパ角度、理想的な加工軌跡、およびバイトの被加工物の回転中心軸から刃先までの距離を勘案して実際の加工におけるワイヤ電極とバイトの相対位置を制御することで、高精度で使い易いバイトを作成することができる。

【0035】

(12) 次に、バイトの加工プログラムを作成する例を説明する。

10

放電加工機のテーブル上、および3次元測定機テーブル上に刃物固定治具を設置し、3次元測定機の治具に半完成バイトを固定する。両治具はバイトを同じように固定できるように作成されているとする。

【0036】

(13) (1) ~ (3) と同様に、3次元測定機上で、予め作成した基準スクイ面に対する加工経路上の複数点において実際のスクイ面の高さを測定し、バイト基準面についても測定を行い、その寸法結果を、加工プログラムが記憶されたプログラム作成装置に入力し、入力された測定結果、およびバイト設計上の寸法から、チップ表面のチップ取り付け誤差のない基準スクイ面に対する高さ誤差を算出し、算出された誤差、設計上決められたバイトのスクイ面と逃げ面とのなす角度から、バイトのエッジ部の水平面上の位置が基準スクイ面上のエッジ部の水平面上の位置と一致するように各測定点における補正量を算出し、算出された補正量を用いて半完成バイトに適した加工プログラムをプログラム作成装置によって作成してもよい。

20

【0037】

このとき、バイト30の加工対象物が図6や図7に示されるように回転体である場合、前述の補正点1や補正点2と同様にして、補正量は、チップ表面のチップ取り付け誤差のない基準スクイ面に対する高さ誤差、設計上決められたバイトのスクイ面と逃げ面とのなす角度、および前記加工対象物60の回転中心軸からバイト30のエッジ部までの距離から、バイト30のエッジ部の加工対象物60の回転中心軸からの距離が、基準スクイ面上のエッジ部の加工対象物60の回転中心からの距離に一致するように、各測定点における補正量を算出し、算出された補正量を用いて半完成バイトに適した加工プログラムをプログラム作成装置によって作成してもよい。

30

【0038】

(14) バイトを放電加工機テーブル上の治具に固定し、作成したプログラムに従って加工を行う。この場合はすでに誤差を考慮したプログラムになっているため、放電加工機でさらに測定や補正を行う必要はない。

以上のように、機外での測定、およびプログラムの作成を行うことで、高精度バイト加工や取り時間を短縮させることが可能となる。

【0039】

図11はワイヤ放電加工機の制御装置50が実行する本発明に係る処理を説明するフローチャートである。以下、各ステップに従って説明する。

40

[ステップSA01] 予め作成されたバイトを加工する加工プログラムを読み込む。

[ステップSA02] 加工プログラムを基にタッチセンサを用いて測定する測定点を順次測定するための測定プログラムを作成する。

[ステップSA03] 各測定点において、スクイ面高さを測定し、スクイ面高さのデータを記憶する。

[ステップSA04] 補正量の計算方法を選択する。計算方法は、補正点1を求めるか補正点2を求めるかを選択することを意味する。

[ステップSA05] ステップSA04で選択された補正量の計算方法によって補正量を算出する。補正量の算出過程で、チップ取り付け誤差のない基準スクイ面に対する高さ

50

誤差の算出（特許請求の範囲の「誤差算出部」に対応）し、算出された各測定点における誤差、および加工プログラムで指令された加工を行う際のワイヤ電極のテーパ角度から、バイトのエッジ部の水平面の位置が基準スクイ面上のエッジ部の水平面上の位置と一致するように各測定点における補正量を算出する（特許請求の範囲の「補正量算出部」に対応）する。

〔ステップSA06〕補正量は規制値より小さいか否か判断し、規制値より小さい場合にはステップSA8へ移行し、小さくない場合にはステップSA07へ移行する。

〔ステップSA07〕補正量を基に加工プログラムを修正し、ステップSA02に戻る。

〔ステップSA08〕補正方法を選択する。

10

〔ステップSA09〕選択された方法に従って、補正量を基に加工プログラムを修正するか、または、元の加工プログラムの移動指令に重畳するための補正值データベースを作成し、処理を終了する。

【符号の説明】

【0040】

1 ワーク置き台

2 載置面

3 ワーク

4 ワイヤ電極

5 X軸サーボモータ

20

6 Y軸サーボモータ

7 Z軸サーボモータ

8 U軸サーボモータ

9 V軸サーボモータ

11 上ワイヤガイド

12 下ワイヤガイド

16 加工箇所

30

20 数値制御装置

30 バイト

31 シャンク

32 チップ

33 加工経路

34 スクイ面

35 ロウ材

36 逃げ面

40

40 ワイヤ放電加工機本体

49 タッチセンサ

60 加工対象物

A 理想形状での加工点

B 実際の加工点

C 実際の点

D 半径r上の点

E 補正前のプログラム面上の点

50

- F 補正点 1
- G 補正点 2

- H 理想形状での加工点
- I 実際の加工点
- J 実際の点
- K 補正前のプログラム面上の点
- L 補正後のプログラム面上の点

【要約】

【課題】加工前に計測装置を用いてチップ表面の傾きやうねりを測定し、本来の加工軌跡を測定したチップの実表面に合わせた軌跡に変換することで、高精度で使い易い刃物を作成することが可能なワイヤ放電加工機、そのバイト加工方法、バイト加工を行うワイヤ放電加工機のプログラム作成装置を提供すること。

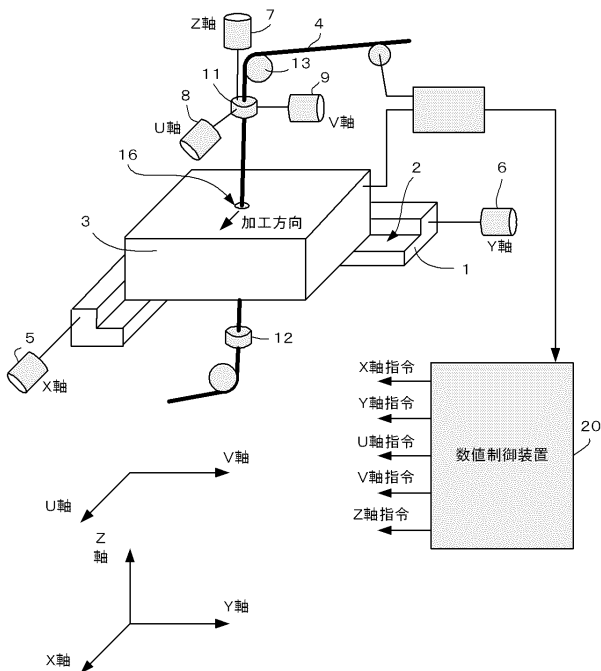
10

【解決手段】予め作成されたバイトを加工する加工プログラムを読み込み、加工プログラムを基にタッチセンサを用いて測定する測定点を順次測定するための測定プログラムを作成し、各測定点において、スクイ面高さを測定し、スクイ面高さのデータを記憶し、補正量の計算方法を選択し、補正量を算出し、この補正量は規制値より小さいか否か判断し、小さくない場合には補正量を基に加工プログラムを修正し、小さい場合には、選択された方法に従って、補正量を基に加工プログラムを修正するか、または、元の加工プログラムの移動指令に重畳するための補正值データベースを作成する。

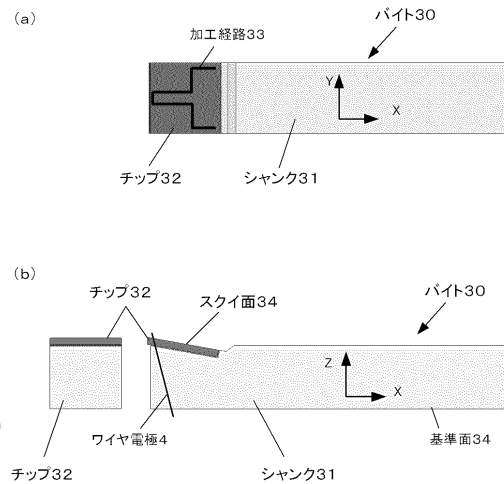
20

【選択図】図 1 1

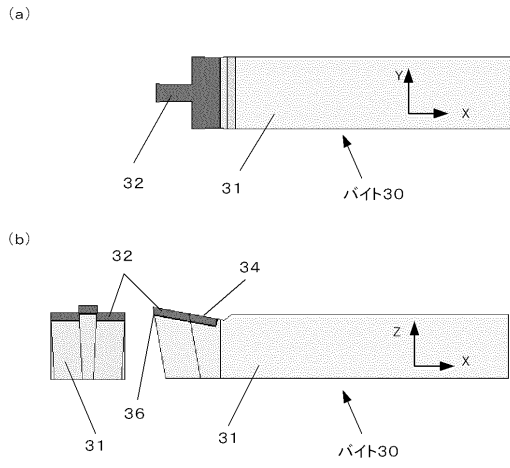
【図 2】



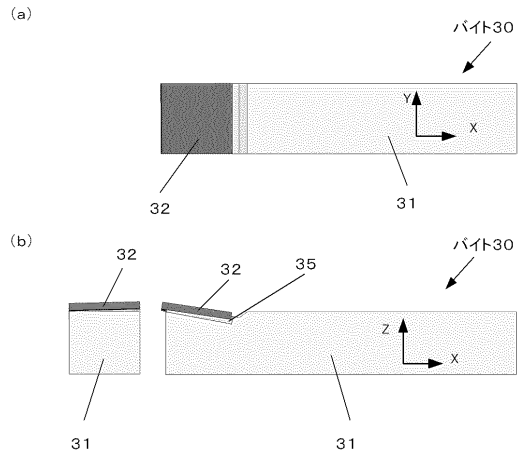
【図 3】



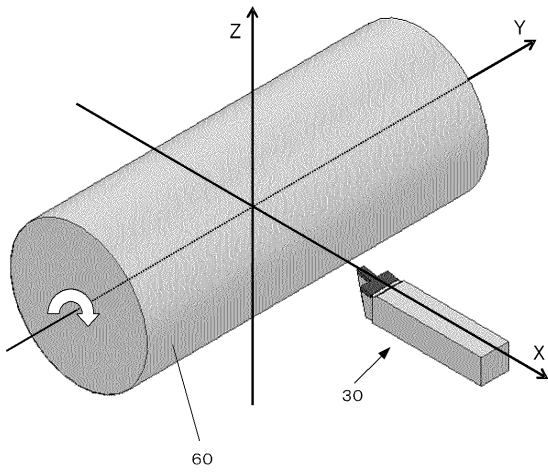
【図4】



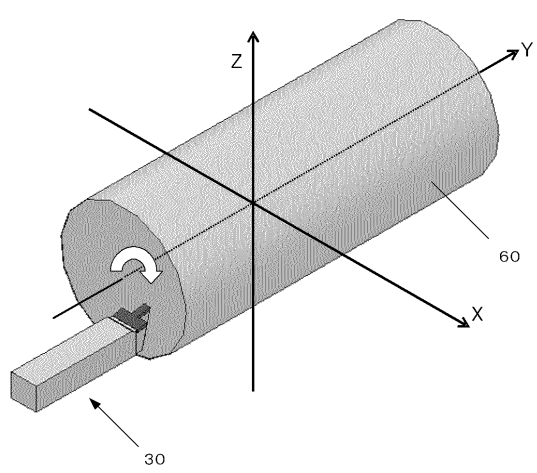
【図5】



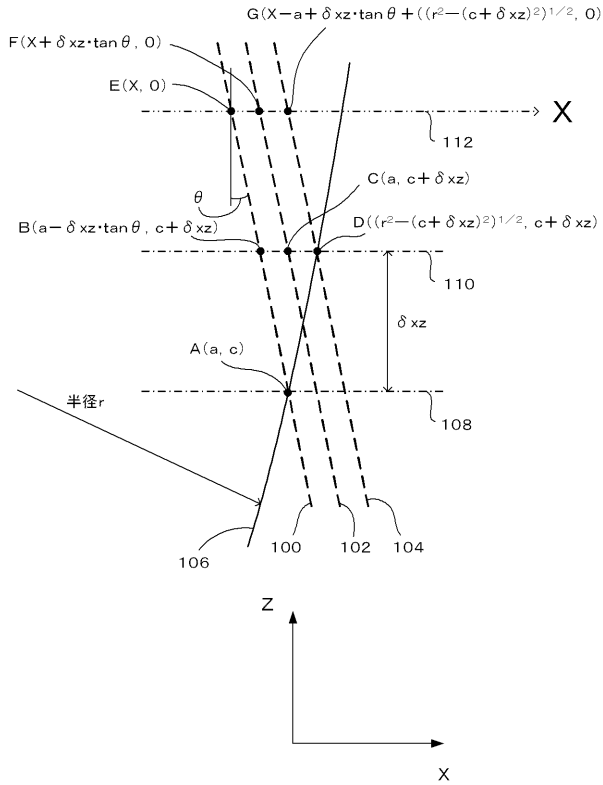
【図6】



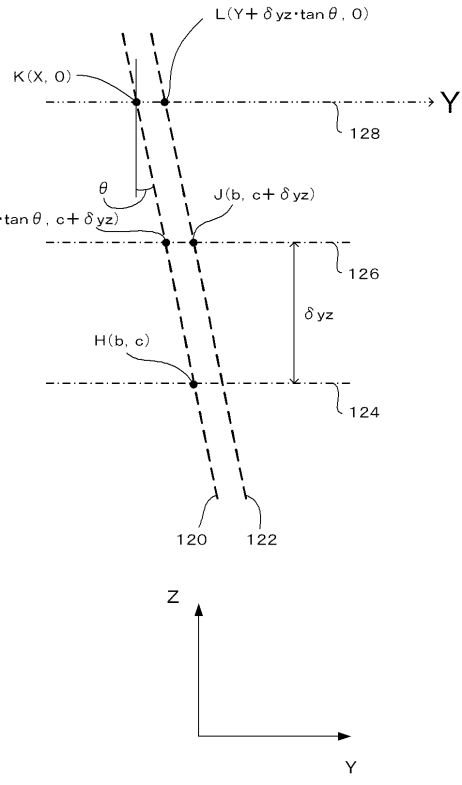
【図7】



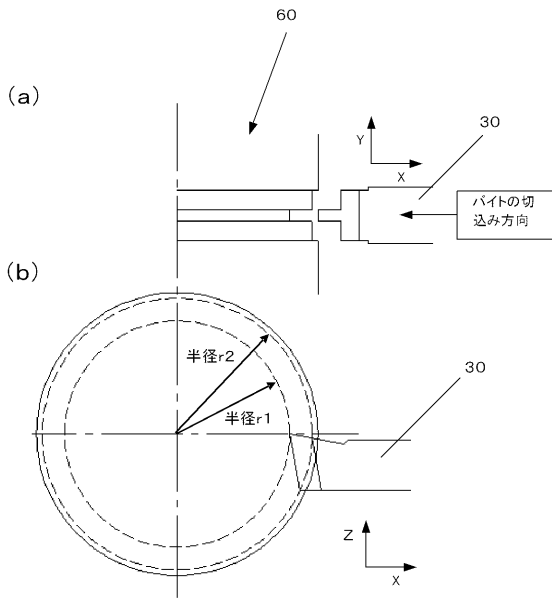
【図8】



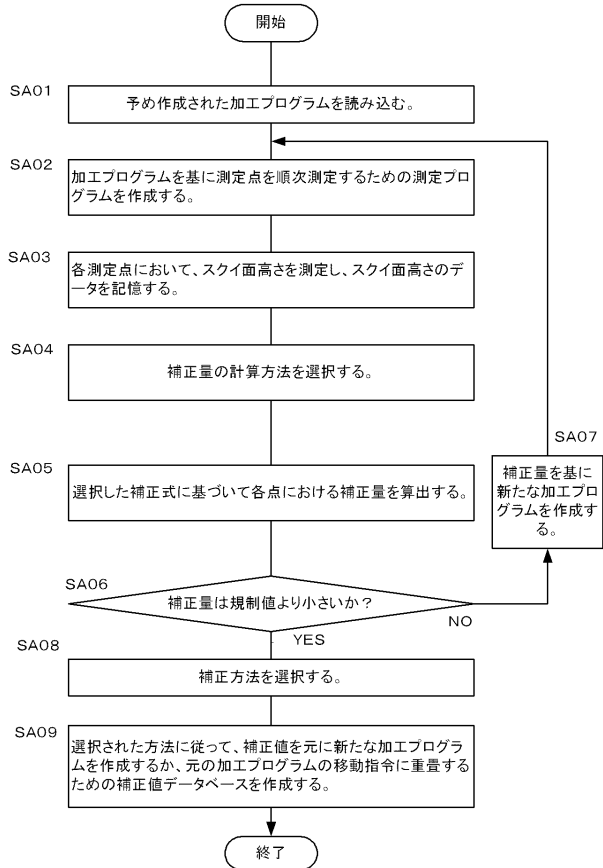
【図9】



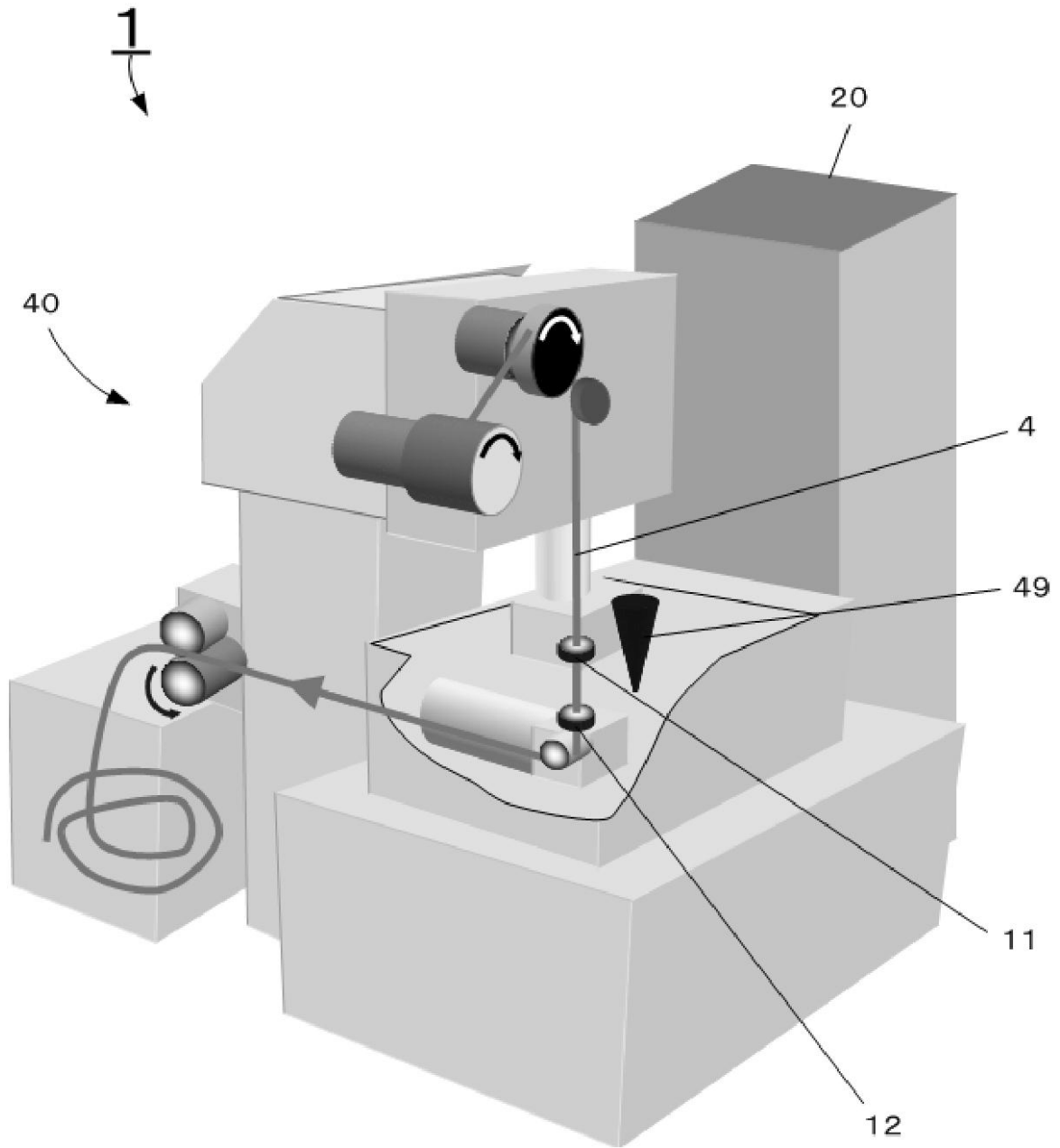
【図10】



【図11】



【図1】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 2 6 7 9 2 5 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 1 7 7 3 3 (J P , A)
特表平 6 - 5 0 0 7 3 9 (J P , A)
特開平 9 - 2 6 7 2 2 0 (J P , A)
特開平 9 - 2 6 7 2 1 9 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 3 1 1 5 3 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B 2 3 H 1 / 0 0 - 1 1 / 0 0