

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2012-143843  
(P2012-143843A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012. 8. 2)

(51) Int.Cl.  
B 2 4 B 49/02 (2006.01)  
B 2 4 B 5/06 (2006.01)

F I  
B 2 4 B 49/02  
B 2 4 B 5/06

テーマコード (参考)  
3 C 0 3 4  
3 C 0 4 3

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

|           |                          |          |                     |
|-----------|--------------------------|----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2011-4875 (P2011-4875) | (71) 出願人 | 391003668           |
| (22) 出願日  | 平成23年1月13日 (2011. 1. 13) |          | トーヨーエイテック株式会社       |
|           |                          |          | 広島県広島市南区宇品東5丁目3番38号 |
|           |                          | (74) 代理人 | 110001427           |
|           |                          |          | 特許業務法人前田特許事務所       |
|           |                          | (74) 代理人 | 100077931           |
|           |                          |          | 弁理士 前田 弘            |
|           |                          | (74) 代理人 | 100110939           |
|           |                          |          | 弁理士 竹内 宏            |
|           |                          | (74) 代理人 | 100110940           |
|           |                          |          | 弁理士 嶋田 高久           |
|           |                          | (74) 代理人 | 100113262           |
|           |                          |          | 弁理士 竹内 祐二           |
|           |                          | (74) 代理人 | 100115059           |
|           |                          |          | 弁理士 今江 克実           |

最終頁に続く

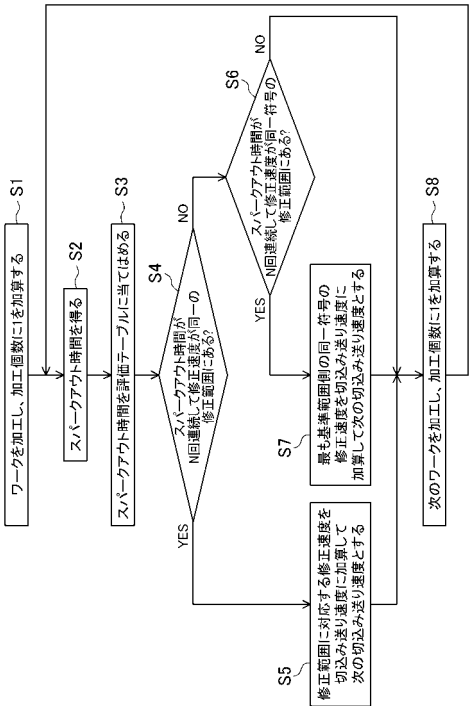
(54) 【発明の名称】 内面研削盤

(57) 【要約】

【課題】簡単な制御でワーク毎の加工精度を安定させることができる内面研削盤を提供する。

【解決手段】内面研削盤は、記憶されているスパークアウト時間が、所定の第1閾値よりも大きいときには、次の内面研削における荒研削工程及び仕上げ研削工程の少なくとも一方の切込み送り速度を現時点よりも大きく変更する一方、所定の第2閾値よりも小さいときには、次の内面研削における荒研削工程及び仕上げ研削工程の少なくとも一方の切込み送り速度を現時点よりも小さく変更する制御装置を備える。これにより、内面研削毎のスパークアウト時間が所定の範囲に収まり得るようにし、内面研削毎のかつき量を安定させる。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

回転駆動される砥石軸に取り付けられて回転し、ワークの内周面を研削する砥石と、  
前記ワークを保持して回転させる主軸部と、  
前記砥石軸と主軸部とを相対的に切込み送りすることにより、前記砥石をワーク内周面に切込ませる切込み手段と、

前記ワークの内径を測定する定寸装置と、

前記切込み手段による切込み送りを制御し且つ、前記定寸装置の測定値に基づいて、荒研削工程から該荒研削工程よりも切込み送り速度が小さい仕上げ研削工程、及び該仕上げ研削工程から切込み送りをしないスパークアウト工程に切り替えると共に、スパークアウト工程を終了させる制御装置と、を備え、該制御装置の制御により複数の前記ワークを順次研削する内面研削盤であって、

前記制御装置は、スパークアウト時間を記憶し、当該記憶されているスパークアウト時間が、所定の範囲の上限である第 1 閾値よりも大きいときには、次の内面研削における前記荒研削工程及び仕上げ研削工程の少なくとも一方の切込み送り速度を現時点よりも大きく変更する一方、前記範囲の下限である第 2 閾値よりも小さいときには、次の内面研削における前記荒研削工程及び仕上げ研削工程の少なくとも一方の切込み送り速度を現時点よりも小さく変更することを特徴とする内面研削盤。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の内面研削盤において、

前記制御装置は、前記記憶されているスパークアウト時間が、最新のものから複数回連続して前記第 1 閾値よりも大きいとき又は第 2 閾値よりも小さいときにのみ、次の内面研削における切込み送り速度を現時点の切込み送り速度から変更することを特徴とする内面研削盤。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ワークの内周面を研削するための内面研削盤に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

内面研削盤は、一般に、環状のワークが保持される主軸部及び先端に砥石が取り付けられた砥石軸を回転駆動させると共に、主軸部と砥石軸とを相対移動させる（以下、切込み送りともいう）ことにより、砥石をワーク内周面に切り込ませて、ワーク内周面を研削することができるように構成されている。内面研削では、図 4 に示すように、荒研削工程、該荒研削工程よりも切込み送り速度が小さい仕上げ研削工程、及び切込み送りをしないスパークアウト工程が順に実行される。各工程の切り替え時（図 4 の T 1、T 2）及びスパークアウト工程の終了時（図 4 の T 3）は、インプロセスゲージによるワーク内径の測定値に基づいて決定される。こうした内面研削（荒研削工程及び仕上げ研削工程）時には、図 5 に示すように、ワーク W の内周面から受ける抵抗により砥石軸 5 1 が撓んで、切込み送り量と、実際の砥石 5 2 のワーク W の内周面に対する移動量との間に差（以下、かつぎ量ともいう）が生じ、その結果、加工後のワーク W の内周面がテーパ面 S となることが知られている。

## 【0003】

ところで、複数のワークを研削しているうちに、砥石が目詰まりしたり摩耗し、砥石の切れ味が低下してしまうため、内面研削盤には、砥石の切れ味を回復するためのドレッサが設けられている。ドレッサにより砥石をドレスすると、砥石の切れ味が回復するばかりではなく、砥石径が小さくなり、砥石径が大きいときよりもワーク内周面への食い込みがよくなり砥石の切れ味が向上する。砥石の切れ味が変化すると、かつぎ量も変化し、その結果、加工後のワーク内周面のテーパが変化する。そのため、ワーク毎に加工精度がばらついてしまうという問題があった。

## 【0004】

そこで、特許文献1には、砥石径の大きさに応じて、荒研削工程及び仕上げ研削工程における切込み送り位置と、砥石軸の軸心に対する主軸部の傾斜角を調整することにより、上記問題を解決することができる内面研削盤が開示されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特開平11-254277号公報（段落0024～0026欄、図1～3）

## 【発明の概要】

10

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

しかしながら、前記特許文献1に開示された内面研削盤では、内面研削時に、砥石径を測定し、その測定値に基づいて、荒研削工程及び仕上げ研削工程での切込み送り位置と、砥石軸の軸心に対する主軸部の傾斜角とを決定し、該傾斜角となるように、主軸部を旋回させる等の複雑な制御が必要となる。

## 【0007】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、簡単な制御でワーク毎の加工精度を安定させることができる内面研削盤を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

20

## 【0008】

上記課題を解決するために、本発明では、スパークアウト時間が所定の範囲に収まるように制御した。

## 【0009】

具体的に、第1の発明では、回転駆動される砥石軸に取り付けられて回転し、ワークの内周面を研削する砥石と、前記ワークを保持して回転させる主軸部と、前記砥石軸と主軸部とを相対的に切込み送りすることにより、前記砥石をワーク内周面に切込ませる切込み手段と、前記ワークの内径を測定する定寸装置と、前記切込み手段による切込み送りを制御し且つ、前記定寸装置の測定値に基づいて、荒研削工程から該荒研削工程よりも切込み送り速度が小さい仕上げ研削工程、及び該仕上げ研削工程から切込み送りをしないスパークアウト工程に切り替えると共に、スパークアウト工程を終了させる制御装置と、を備え、該制御装置の制御により複数の前記ワークを順次研削する内面研削盤を対象とし、前記制御装置は、スパークアウト時間を記憶し、当該記憶されているスパークアウト時間が、所定の範囲の上限である第1閾値よりも大きいときには、次の内面研削における前記荒研削工程及び仕上げ研削工程の少なくとも一方の切込み送り速度を現時点よりも大きく変更する一方、前記範囲の下限である第2閾値よりも小さいときには、次の内面研削における前記荒研削工程及び仕上げ研削工程の少なくとも一方の切込み送り速度を現時点よりも小さく変更することを特徴とする。

30

## 【0010】

スパークアウト時間は、砥石の切れ味が悪く、かつぎ量が大きくなるほど、短くなる傾向がある。

40

## 【0011】

上記構成によると、制御装置に記憶されているスパークアウト時間が第1閾値よりも大きいときには、次の内面研削における切込み送り速度を現時点よりも大きくすることにより、ワーク内周面から受ける抵抗を増大させ、かつぎ量を大きく、ひいてはスパークアウト時間を小さくする一方、制御装置に記憶されているスパークアウト時間が第2閾値よりも小さいときには、次の内面研削における切込み送り速度を現時点よりも小さくすることにより、ワーク内周面から受ける抵抗を低減し、かつぎ量を小さく、ひいてはスパークアウト時間を大きくする。これにより、スパークアウト時間が上記所定の範囲に収まり得るから、内面研削毎のかつぎ量が安定し、その結果、ワーク毎の加工精度を安定させること

50

ができる。

#### 【0012】

第2の発明では、第1の発明において、前記制御装置は、前記記憶されているスパークアウト時間が、最新のものから複数回連続して前記第1閾値よりも大きいとき又は第2閾値よりも小さいときにのみ、次の内面研削における切込み送り速度を現時点の切込み送り速度から変更することを特徴とする。

#### 【0013】

こうすることで、制御装置に記憶されているスパークアウト時間のデータに信頼性があるときにのみ、切込み送り速度を変更し、より確実にワーク毎の加工精度を安定させることができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

以上説明したように、本発明によると、スパークアウト時間を監視して切込み送り速度を制御することのみで、内面研削毎のかつぎ量を安定させるようにしたから、従来よりも簡単な制御でワーク毎の加工精度を安定させることができる内面研削盤が実現する。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0015】

【図1】実施形態に係る内面研削盤の概略平面図である。

【図2】制御プログラムのフローチャートである。

【図3】評価テーブルの一例を示す図である。

【図4】内面研削作業の工程を説明するための図である。

【図5】内面研削作業における砥石軸の撓みを説明するための図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0016】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。尚、以下の好ましい実施形態の説明は、本質的に例示に過ぎない。

#### 【0017】

図1は、本発明の実施形態に係る内面研削盤1の概略平面図である。この内面研削盤1は、前記図4に示した荒研削工程、仕上げ研削工程、及びスパークアウト工程を順に実行することにより、例えば円筒状のワークWの内周面を研削するものである。

#### 【0018】

内面研削盤1は、略矩形板状のベッド10と、該ベッド10の長手方向（X軸方向）の一端側に配設された砥石台2と、ベッド10のX軸方向の他端側に配設された主軸台3とを備えている。

#### 【0019】

砥石台2は、ベッド10上に固定された砥石台本体21と、該砥石台本体21上をX軸方向に往復移動可能に構成された砥石テーブル22と、該砥石テーブル22に固定されたホイールヘッド23とを有する。

#### 【0020】

砥石台本体21には、ベッド10の短手方向（Y軸方向）に所定の間隔を空けてX軸方向に延びる一対の第1リニアガイド21a、21aと、該一対の第1リニアガイド21a、21aの間でX軸方向に延びると共に、一端（図1の右端）に第1サーボモータ21bが連結された当該第1サーボモータ21bの出力軸21cとが設けられている。

#### 【0021】

一対の第1リニアガイド21a、21aは、砥石テーブル22の背面に設けられた一対の脚部（不図示）と係合して、砥石テーブル22をスライド移動自在に案内する機能を有する。

#### 【0022】

砥石テーブル22は、第1サーボモータ21bの出力軸21cに対し、ボールネジ機構（不図示）により連結されている。これにより、砥石テーブル22は、第1サーボモータ

10

20

30

40

50

2 1 b の駆動によって、X 軸方向に往復移動自在となっている。

【0023】

ホイールヘッド 2 3 には、図示省略のモータが内蔵されていて、該モータには、先端（図 1 の左端）にワーク W の内周面を研削するための砥石 2 3 a が取り付けられた砥石軸 2 3 b の基端（図 1 の右端）が連結されている。これにより、ホイールヘッド 2 3 に内蔵されたモータを駆動すると、砥石軸 2 3 b と共に砥石 2 3 a が回転するようになっている。

【0024】

主軸台 3 は、ベッド 1 0 上に固定された主軸台本体 3 1 と、該主軸台本体 3 1 上を Y 軸方向に往復移動可能に構成された主軸テーブル 3 2 と、該主軸テーブル 3 2 上に固定された主軸部 3 3 とを備えている。

【0025】

主軸台本体 3 1 には、X 軸方向の所定の間隔を空けて Y 軸方向に延びる一对の第 2 リニアガイド 3 1 a、3 1 a と、該一对の第 2 リニアガイド 3 1 a、3 1 a の間で Y 軸方向に延びると共に、一端（図 1 の上端）に切込み送り手段としての第 2 サーボモータ 3 1 b が連結された当該第 2 サーボモータ 3 1 b の出力軸 3 1 c とが設けられている。

【0026】

一对の第 2 リニアガイド 3 1 a、3 1 a は、主軸テーブル 3 2 の背面に設けられた一对の脚部（不図示）と係合して、主軸テーブル 3 2 をスライド移動自在に案内する機能を有する。

【0027】

主軸テーブル 3 2 は、第 2 サーボモータ 3 1 b の出力軸 3 1 c 対し、ボールネジ機構（不図示）により連結されている。これにより、主軸テーブル 3 2 は、第 2 サーボモータ 3 1 b の駆動によって、Y 軸方向に往復移動自在となっている。

【0028】

主軸テーブル 3 2 の Y 軸方向の一端側（図 1 の上端側）には、砥石台 2 側に向かって X 軸方向に延びる第 1 延出部 3 2 a が設けられていて、該第 1 延出部 3 2 a の先端部には、砥石 2 3 a をドレスするためのドレスサ 3 2 b が設けられている。

【0029】

主軸テーブル 3 2 の Y 軸方向の他端側（図 1 の下端側）には、砥石台 2 側に向かって X 軸方向に延びる第 2 延出部 3 2 c が設けられていて、該第 2 延出部 3 2 c の先端部には、アーム 3 2 d を介してワーク W の内径を測定するためのインプロセスゲージ 3 2 e が設けられている。このインプロセスゲージ 3 2 e が定寸装置を構成する。

【0030】

インプロセスゲージ 3 2 e は、第 2 延出部 3 2 c に内蔵された油圧シリンダ（不図示）を駆動することにより、ワーク W に挿脱自在になっていて、ワーク W に挿入した状態で、該ワーク W の内周面の 2 箇所に先端のゲージコンタクトを当接させることにより、ワーク W の内径を測定可能に構成されている。

【0031】

主軸部 3 3 の一端部（図 1 の右端部）には、ワーク W を保持するためのチャック 3 3 a が設けられている。主軸部 3 3 には、モータ（不図示）が内蔵されていて、該モータを駆動することにより、チャック 3 3 a と共にワーク W を回転させることができるようになっている。

【0032】

そして、内面研削盤 1 は、砥石テーブル 2 2 及び主軸テーブル 3 2 の移動と、砥石 2 3 a 及びワーク W の回転とを含む各種制御をするための制御装置 4 をさらに備えている。

【0033】

制御装置 4 は、荒研削工程及び仕上げ研削工程の切込み送り速度（ここでは、主軸テーブル 3 2 の移動速度）を決定する制御プログラム及び、該制御プログラムで使用される評価テーブルが格納された記憶部 4 1 を有する。

【0034】

10

20

30

40

50

内面研削盤 1 は、以上のように構成されており、次に内面研削作業について説明する。

#### 【0035】

内面研削盤 1 は、制御装置 4 により、第 1 サーボモータ 2 1 b を駆動して砥石テーブル 2 2 を主軸台 3 側に向かって X 軸方向に移動させ、砥石 2 3 a をワーク W に挿入する。そして、上記ホイールヘッド 2 3 に内蔵されたモータを駆動して砥石 2 3 a を回転させると共に、上記主軸部 3 3 に内蔵されたモータを駆動してワーク W を回転させる。また、上記第 2 延出部 3 2 c に内蔵された油圧シリンダを駆動してインプロセスゲージ 3 2 e をワーク W に挿入する。そうして、第 2 サーボモータ 3 1 b を駆動して主軸テーブル 3 2 を Y 軸方向に移動させることにより、砥石 2 3 a をワーク W の内周面に切り込ませる。これにより、ワーク W の内周面が研削される。そうして、インプロセスゲージ 3 2 e の測定値が所定値になったときに、第 2 サーボモータ 3 1 b を制御して切込み送り速度（つまり、主軸テーブル 3 2 の移動速度）を変更し、荒研削工程から仕上げ研削工程への切り替え、及び仕上げ研削工程からスパークアウト工程への切り替えを実行する。そして、インプロセスゲージ 3 2 e の測定値が所望のワーク W の内径と等しくなったときに、上記主軸テーブル 3 2 を Y 軸方向の反切込み送り側に移動させ、砥石 2 3 a とワーク W の内周面との接触を解除することにより、スパークアウト工程を終了する。こうして、内面研削作業が終了する。

10

#### 【0036】

次に、上記制御プログラムによる切込み送り速度の決定処理手順について、図 2 のフローチャートを参照しながら説明する。この制御プログラムは、次の内面研削におけるスパークアウト時間が所定の範囲に収まるように、現時点の荒研削工程及び仕上げ研削工程の少なくとも一方の切込み送り速度を修正して次の内面研削における切込み送り速度として設定するプログラムである。

20

#### 【0037】

具体的に、先ず、ステップ S 1 では、ワーク W の内面研削を実行し、ワークの加工個数（ここでは、初期値 0 である）に 1 を加算する。

#### 【0038】

続くステップ S 2 では、スパークアウト工程終了時（図 4 の T 3）から仕上げ研削工程からスパークアウト工程への切り換え時（図 4 の T 2）を減算することにより、上記ステップ S 1 又は後述するステップ S 8 に係る内面研削のスパークアウト時間を得る。得られたスパークアウト時間及びワークの加工個数（以下、単に、加工個数ともいう）は、記憶部 4 1 に記憶される。

30

#### 【0039】

続くステップ S 3 では、記憶部 4 1 に記憶されたスパークアウト時間を評価テーブルに当てはめる。ここで、評価テーブルは、例えば図 3 に示すように、基準スパークアウト時間との差（秒）、ワークの加工個数、及び修正速度（ミリメートル／秒）のデータ項目を有する。基準スパークアウト時間は、所望の加工精度のワーク W が得られたときのスパークアウト時間であり、予め設定されている。従って、基準スパークアウト時間との差は、上記ステップ S 2 で得られたスパークアウト時間から基準スパークアウト時間を減算することにより得られる。「基準スパークアウト時間との差」のデータ項目は、切込み送り速度の修正が不要な（つまり、修正速度が 0 の）基準範囲と、切込み送り速度の修正が必要な修正範囲とに大別される。修正速度は、現時点の切込み送り速度を修正する速度であり、「基準スパークアウト時間との差」のデータ項目の各範囲毎に予め設定されている。そうして、基準スパークアウト時間との差と加工個数とに基づいて、スパークアウト時間を評価テーブルの該当箇所に当てはめる（図 3 中の黒丸参照）。

40

#### 【0040】

続くステップ S 4 では、評価テーブルを参照して、現時点の加工個数（つまり、最新のもの）からそれ以前の加工個数のスパークアウト時間が N 回連続して修正速度が同一の修正範囲（以下、単に、同一の修正範囲ともいう）にあるか否かを判定する。ここで、N は 2 以上の整数である。スパークアウト時間が N 回連続して同一の修正範囲にある場合には

50

、ステップ S 5 に移行する一方、スパークアウト時間が N 回連続して同一の修正範囲にならない場合には、ステップ S 6 に移行する。

【0041】

ステップ S 5 では、評価テーブルを参照して、上記同一の修正範囲に対応する修正速度を現時点の切込み送り速度に加算して次の内面研削における切込み送り速度とする。そうして、ステップ S 8 に移行する。

【0042】

ステップ S 6 では、評価テーブルを参照して、現時点の加工個数からそれ以前の加工個数のスパークアウト時間が N 回連続して修正速度が同一符号の修正範囲（以下、単に、同一符号の修正範囲ともいう）にあるか否かを判定する。スパークアウト時間が N 回連続して同一符号の修正範囲にある場合には、ステップ S 7 に移行する一方、スパークアウト時間が N 回連続して同一符号の修正範囲にない場合には、ステップ S 8 に移行する。

10

【0043】

ステップ S 7 では、評価テーブルを参照して、最も基準範囲側の同一符号の修正速度（図 3 においては、第 1 又は第 3 修正範囲の修正速度）を現時点の切込み送り速度に加算して次の内面研削における切込み送り速度とする。そうして、ステップ S 8 に移行する。

【0044】

前記ステップ S 5、ステップ S 6、及びステップ S 7 から移行してきたステップ S 8 では、次のワーク W を内面研削し、加工個数に 1 を加算する。そうして、前記ステップ S 2 に戻る。

20

【0045】

ここで、上記 N を「2」と仮定し、スパークアウト時間が例えば図 3 に示すように推移した場合に、切込み送り速度がどのように変化するかについて説明する。図 3 において、スパークアウト時間は、加工個数が 1 個目のときには、基準スパークアウト時間との差が基準範囲の上限値である 0.5（第 1 閾値）以下で且つ、下限値である -0.5（第 2 閾値）以上であるため、基準範囲に当てはめられ、加工個数が 2 個目のときも、1 個目のときと同様に基準範囲に当てはめられ、加工個数が 3 個目のときには、基準スパークアウト時間との差が 0.5 よりも大きく且つ、1.0 以下であるため、第 1 修正範囲に当てはめられ、加工個数が 4 個目のときには、基準スパークアウト時間との差が 1.0 よりも大きく且つ、1.5 以下であるため、第 2 修正範囲に当てはめられ、加工個数が 5 個目のときも、4 個目のときと同様に第 2 修正範囲に当てはめられ、加工個数が 6 個目のときには、3 個目のときと同様に第 1 修正範囲に当てはめられ、加工個数が 7 個目のときには、1, 2 個目のときと同様に基準範囲に当てはめられ、加工個数が 8 個目のときには、基準スパークアウト時間との差が -0.5 よりも小さく且つ、-1.0 以上であるため、第 3 修正範囲に当てはめられ、加工個数が 9 個目のときも、8 個目のときと同様に第 3 修正範囲に当てはめられ、加工個数が 10 個目のときには、3, 6 個目と同様に、第 1 修正範囲に当てはめられている。尚、「修正速度」のデータ項目中の a, b, c, d はそれぞれ、所定の数字である。

30

【0046】

加工個数が 1 個目から 2 個目に移るときには、評価テーブルに当てはめられているスパークアウト時間が 1 つしかない（加工個数が 1 個目のデータのみしかない）ので、ステップ S 4 からステップ S 6 を介してステップ S 8 に移行する。そのため、加工個数が 1 個目の切込み送り速度がそのまま 2 個目の切込み送り速度に受け継がれる。

40

【0047】

加工個数が 2 個目から 3 個目に移るときには、N が「2」であるため、加工個数が 1 個目及び 2 個目のスパークアウト時間を参照する。ここで、加工個数が 1 個目及び 2 個目のスパークアウト時間が基準範囲にあるため、ステップ S 4 からステップ S 6 を介してステップ S 8 に移行し、加工個数が 2 個目の切込み送り速度がそのまま 3 個目の切込み送り速度に受け継がれる。

【0048】

50

加工個数が 3 個目から 4 個目に移るときには、N が「2」であるため、加工個数が 2 個目及び 3 個目のスパークアウト時間を参照する。ここで、加工個数が 2 個目のスパークアウト時間は、基準範囲にあり、加工個数が 3 個目のスパークアウト時間は、第 1 修正範囲にあるため、ステップ S 4 からステップ S 6 を介してステップ S 8 に移行し、加工個数が 3 個目の切込み送り速度がそのまま 4 個目の切込み送り速度に受け継がれる。

【0049】

加工個数が 4 個目から 5 個目に移るときには、加工個数が 3 個目のスパークアウト時間が第 1 修正範囲にあり、加工個数が 4 個目のスパークアウト時間が第 2 修正範囲にあるため、ステップ S 4 からステップ S 6 及びステップ S 7 を介してステップ S 8 に移行する。そのため、加工個数が 4 個目の切込み送り速度に、第 1 及び第 2 修正範囲のうち、基準範囲側の第 1 修正範囲に対応する修正速度「+ (プラス) a」が加算され、その加算された速度を加工個数が 5 個目の切込み送り速度とする。

10

【0050】

加工個数が 5 個目から 6 個目に移るときには、加工個数が 4 個目及び 5 個目のスパークアウト時間が第 2 修正範囲にあるため、ステップ S 4 からステップ S 5 を介してステップ S 8 に移行する。そのため、加工個数が 5 個目の切込み送り速度に、第 2 修正範囲に係る修正速度「+ b」が加算され、その加算された速度を加工個数が 6 個目の切込み送り速度とする。

【0051】

加工個数が 6 個目から 7 個目に移るときには、加工個数が 5 個目のスパークアウト時間が第 2 修正範囲にあり、加工個数が 6 個目のスパークアウト時間が第 1 修正範囲にあるため、ステップ S 4 からステップ S 6 及びステップ S 7 を介してステップ S 8 に移行する。そのため、加工個数が 6 個目の切込み送り速度に、第 1 及び第 2 修正範囲のうち、基準範囲側の第 1 修正範囲に係る修正速度「+ a」が加算され、その加算された速度を加工個数が 7 個目の切込み送り速度とする。

20

【0052】

加工個数が 7 個目から 8 個目に移るときには、加工個数が 6 個目のスパークアウト時間が第 1 修正範囲にあり、加工個数が 7 個目のスパークアウト時間が基準範囲にあるため、ステップ S 4 からステップ S 6 を介してステップ S 8 に移行し、加工個数が 7 個目の切込み送り速度がそのまま 8 個目の切込み送り速度に受け継がれる。

30

【0053】

加工個数が 8 個目から 9 個目に移るときには、加工個数が 7 個目のスパークアウト時間が基準範囲にあり、加工個数が 8 個目のスパークアウト時間が第 3 修正範囲にあるため、ステップ S 4 からステップ S 6 を介してステップ S 8 に移行し、加工個数が 8 個目の切込み送り速度がそのまま 9 個目の切込み送り速度に受け継がれる。

【0054】

加工個数が 9 個目から 10 個目に移るときには、加工個数が 8 個目及び 9 個目のスパークアウト時間が第 3 修正範囲にあるため、ステップ S 4 からステップ S 5 を介してステップ S 8 に移行する。そのため、加工個数が 8 個目の切込み送り速度に第 3 修正範囲に係る修正速度「- (マイナス) c」が加算され、その加算された速度を加工個数が 10 個目の切込み送り速度とする。

40

【0055】

加工個数が 10 個目から 11 個目に移るときには、加工個数が 9 個目のスパークアウト時間が第 3 修正範囲にあり、加工個数が 10 個目のスパークアウト時間が第 1 修正範囲にあるため、ステップ S 4 からステップ S 6 を介してステップ S 8 に移行し、加工個数が 10 個目の切込み送り速度がそのまま 11 個目の切込み送り速度に受け継がれる。

【0056】

従って、本内面研削盤 1 によれば、基準スパークアウト時間との差が基準範囲の上限である第 1 閾値よりも大きいときには、次の内面研削における切込み送り速度を現時点の切込み送り速度よりも大きく変更する一方、基準範囲の下限である第 2 閾値よりも小さい

50

ときには、次回の内面研削における切込み送り速度を現時点の切込み送り速度よりも小さく変更する。ここで、スパークアウト時間は、砥石 2 3 a の切れ味が悪く、かつぎ量が大きくなるほど、短くなる傾向がある。また、切込み送り速度を小さくすると、ワーク W の内周面から受ける抵抗が低減し、かつぎ量が小さく、ひいてはスパークアウト時間が大きくなる一方、切込み送り速度を大きくすると、ワーク W の内周面から受ける抵抗が増大し、かつぎ量が大きく、ひいてはスパークアウト時間が小さくなる。従って、上記のように制御することにより、スパークアウト時間が基準範囲に収まり得るから、内面研削毎のかつぎ量が安定し、その結果、ワーク毎の加工精度を安定させることができる。

#### 【0057】

また、上記制御プログラムにおいて、スパークアウト時間が、最新のものから複数回連続して修正範囲にある場合にのみ、次の内面研削における切込み送り速度を現時点の切込み送り速度から変更しているため、制御装置 4 に記憶されているスパークアウト時間のデータに信頼性があるときにのみ、切込み送り速度を変更し、より確実にワーク毎の加工精度を安定させることができる。但し、スパークアウト時間が 1 回のみ修正範囲にあるときに、切込み送り速度を修正するようにしてもよい。

#### 【0058】

尚、上記制御プログラム及び評価テーブルは、適宜変更してもよく、例えば、評価テーブルの「基準スパークアウト時間との差」のデータ項目を、「スパークアウト時間」のデータ項目に変更してもよい。こうすることで、前記ステップ S 3 において、基準スパークアウト時間との差を計算する必要がなくなる。

#### 【0059】

また、上記実施形態においては、主軸テーブル 3 2 を Y 軸方向に移動させることにより、砥石 2 3 a をワーク W の内周面に切り込ませているが、砥石テーブル 2 2 を例えば Y 軸方向に移動させることにより、砥石 2 3 a をワーク W の内周面に切り込ませてもよい。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0060】

本発明は、従来よりも簡単な制御でワーク毎の加工精度を安定させることができる内面研削盤を実現することができる点で有用である。

#### 【符号の説明】

#### 【0061】

|            |                   |
|------------|-------------------|
| 1          | 内面研削盤             |
| 2          | 砥石台               |
| 2 3 a, 5 2 | 砥石                |
| 2 3 b, 5 1 | 砥石軸               |
| 3          | 主軸台               |
| 3 1 b      | 第 2 サーボモータ（切込み手段） |
| 3 2 e      | インプロセスゲージ（定寸装置）   |
| 3 3        | 主軸部               |
| 4          | 制御装置              |
| 4 1        | 記憶部               |
| W          | ワーク               |

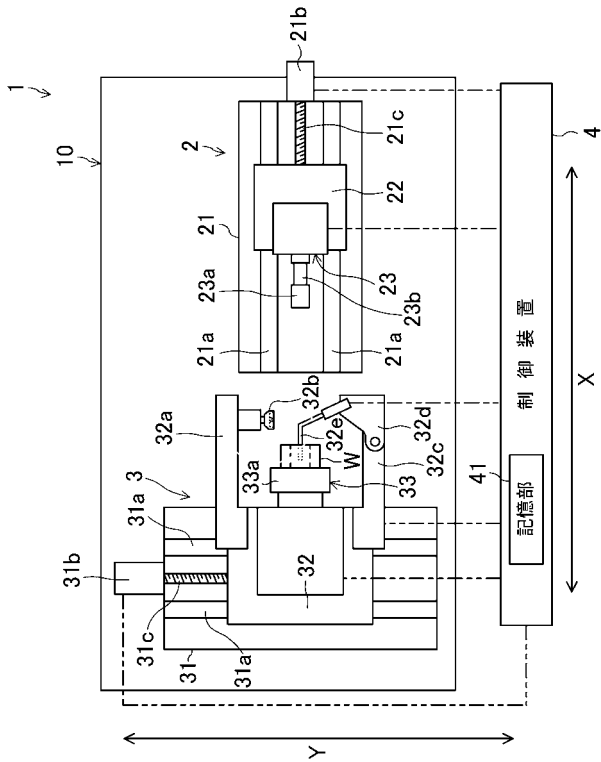
10

20

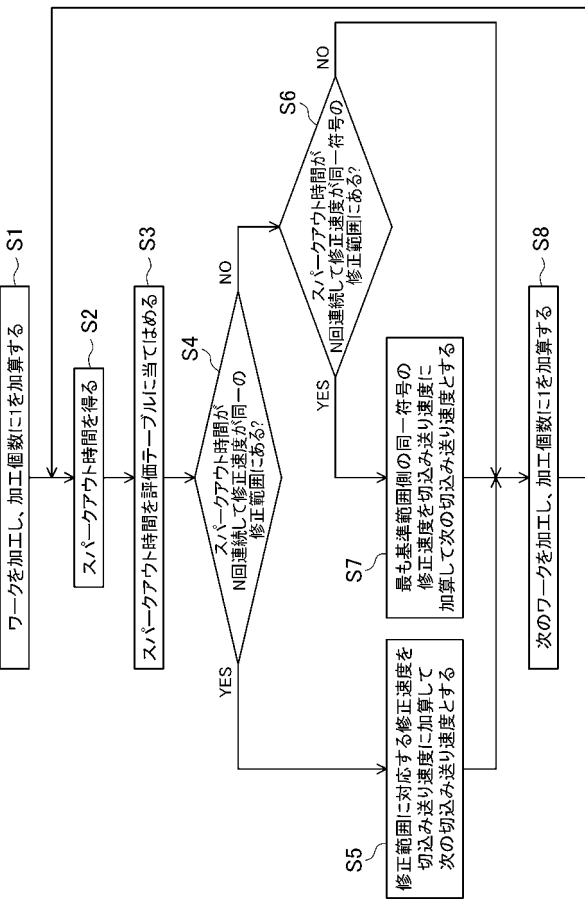
30

40

【図 1】



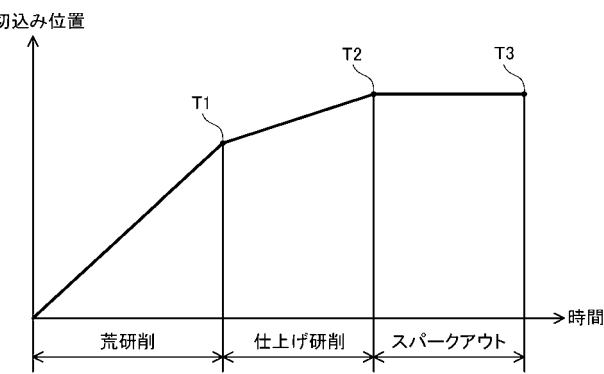
【図 2】



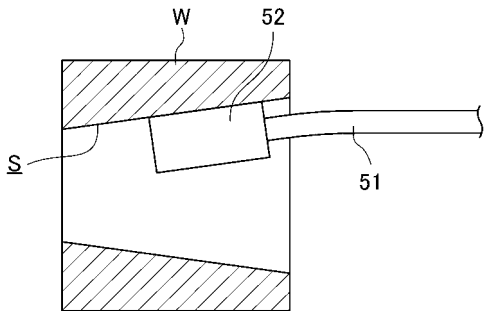
【図 3】

| 基準スパークアウト<br>時間との差(秒) | ワークの加工個数 |     |     |     |     |     |     |     |     |      | 修正速度<br>(ミリメートル/秒) |
|-----------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------|
|                       | 1個目      | 2個目 | 3個目 | 4個目 | 5個目 | 6個目 | 7個目 | 8個目 | 9個目 | 10個目 |                    |
| 1.0~1.5<br>(第2修正範囲)   |          |     |     | ●   | ●   |     |     |     |     |      | +b                 |
| 0.5~1.0<br>(第1修正範囲)   |          |     | ●   |     |     | ●   |     |     |     | ●    | +a                 |
| -0.5~0.5<br>(基準範囲)    | ●        | ●   |     |     |     |     | ●   |     |     |      | 0                  |
| -1.0~-0.5<br>(第3修正範囲) |          |     |     |     |     |     |     | ●   | ●   |      | -c                 |
| -1.5~-1.0<br>(第4修正範囲) |          |     |     |     |     |     |     |     |     |      | -d                 |

【図 4】



【図 5】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100117581  
弁理士 二宮 克也
- (74)代理人 100117710  
弁理士 原田 智雄
- (74)代理人 100121728  
弁理士 井関 勝守
- (74)代理人 100124671  
弁理士 関 啓
- (74)代理人 100131060  
弁理士 杉浦 靖也
- (74)代理人 100131200  
弁理士 河部 大輔
- (74)代理人 100131901  
弁理士 長谷川 雅典
- (74)代理人 100132012  
弁理士 岩下 嗣也
- (74)代理人 100141276  
弁理士 福本 康二
- (74)代理人 100143409  
弁理士 前田 亮
- (74)代理人 100157093  
弁理士 間脇 八蔵
- (74)代理人 100163186  
弁理士 松永 裕吉
- (74)代理人 100163197  
弁理士 川北 憲司
- (74)代理人 100163588  
弁理士 岡澤 祥平
- (72)発明者 西川 和則  
広島県広島市南区宇品東5丁目3番38号 トーヨーエイトック株式会社内
- (72)発明者 小林 泰輔  
広島県広島市南区宇品東5丁目3番38号 トーヨーエイトック株式会社内
- Fターム(参考) 3C034 AA05 BB92 CA02 CB01 DD01  
3C043 AB01 CC03