

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6938853号
(P6938853)

(45) 発行日 令和3年9月22日 (2021.9.22)

(24) 登録日 令和3年9月6日 (2021.9.6)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 4 B 53/00 (2006.01)
B 2 4 B 5/35 (2006.01)
B 2 4 B 49/12 (2006.01)
B 2 4 B 49/18 (2006.01)

B 2 4 B 53/00 A
 B 2 4 B 5/35
 B 2 4 B 49/12
 B 2 4 B 49/18

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-91858 (P2016-91858)
 (22) 出願日 平成28年4月28日 (2016.4.28)
 (65) 公開番号 特開2017-196719 (P2017-196719A)
 (43) 公開日 平成29年11月2日 (2017.11.2)
 審査請求日 平成31年3月18日 (2019.3.18)

(73) 特許権者 000001247
 株式会社ジェイテクト
 愛知県刈谷市朝日町一丁目1番地
 (74) 代理人 110000648
 特許業務法人あいち国際特許事務所
 (74) 代理人 100130188
 弁理士 山本 喜一
 (74) 代理人 100089082
 弁理士 小林 脩
 (74) 代理人 100190333
 弁理士 木村 群司
 (72) 発明者 森田 浩
 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
 株式会社ジェイテクト内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 研削盤

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

工作物を回転可能に支持する主軸台と、
 前記工作物を研削する砥石車と、
 前記砥石車をツルーイングするツルアと、
 前記工作物を表面粗さ検出対象物として、前記表面粗さ検出対象物の表面粗さを検出するセンサと、
 前記砥石車に対するツルーイングに関する制御を行う制御装置と、
 を備え、
 前記制御装置は、
 前記砥石車に対するツルーイングを実行するツルーイング実行部と、
 前記砥石車に対するツルーイングが適切に実行されたか否かを判定する判定部と、
 を備え、
 前記判定部は、
 前記ツルーイング実行部により前記砥石車に対するツルーイングを行う直前に研削した前記表面粗さ検出対象物の表面粗さと、前記砥石車に対するツルーイングを行った直後に研削した前記表面粗さ検出対象物の表面粗さとの差を取得し、
 前記表面粗さ検出対象物の表面粗さの前記差が、予め定めた差以上である場合にツルーイングが適切に実行されたと判定し、予め定めた差未満である場合にツルーイングが適切に実行されていないと判定し、

前記ツルueイング実行部は、前記判定部によりツルueイングが適切に実行されていないと判定された場合に、前記砥石車に対するツルueイングを再度実行する、研削盤。

【請求項 2】

前記センサは、前記工作物が前記主軸台に支持された状態で、前記工作物の表面粗さの検出を行う、請求項 1 に記載の研削盤。

【請求項 3】

工作物を回転可能に支持する主軸台と、
前記工作物を研削する砥石車と、
前記砥石車をツルueイングするツルueと、

前記砥石車のツルueイング前後に前記砥石車により研削され、前記砥石車との接触により前記砥石車の外径を測定する接触検知ピンである判定対象物であって、前記砥石車に対するツルueイングが適切に実行されたか否かの判定に用いられる判定対象物と、

前記判定対象物を表面粗さ検出対象物として、前記表面粗さ検出対象物の表面粗さを検出するセンサと、

前記砥石車に対するツルueイングに関する制御を行う制御装置と、
を備え、

前記制御装置は、

前記砥石車に対するツルueイングを実行するツルueイング実行部と、

前記砥石車に対するツルueイングが適切に実行されたか否かを判定する判定部と、
を備え、

前記判定部は、

前記ツルueイング実行部により前記砥石車に対するツルueイングを行う直前に研削した前記表面粗さ検出対象物の表面粗さと、前記砥石車に対するツルueイングを行った直後に研削した前記表面粗さ検出対象物の表面粗さとの差を取得し、

前記表面粗さ検出対象物の表面粗さの前記差が、予め定めた差以上である場合にツルueイングが適切に実行されたと判定し、予め定めた差未満である場合にツルueイングが適切に実行されていないと判定し、

前記ツルueイング実行部は、前記判定部によりツルueイングが適切に実行されていないと判定された場合に、前記砥石車に対するツルueイングを再度実行する、研削盤。

【請求項 4】

前記センサは、

基板と、

前記基板上に装着され、前記表面粗さ検出対象物に向けて発光する発光素子と、

前記基板上において前記発光素子の近傍に装着され、前記表面粗さ検出対象物からの反射光を受光可能な受光素子と、

前記受光素子の受光量に基づいて表面粗さを演算する演算部と、

を備える、請求項 1 - 3 の何れか一項に記載の研削盤。

【請求項 5】

前記受光素子は、CCD又はCMOS素子であり、

前記演算部は、前記CCD又は前記CMOS素子による検出結果に基づき、前記表面粗さ検出対象物の表面粗さを演算する、請求項 4 に記載の研削盤。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、研削盤に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、砥石がドレッサに接触したときに砥石に発生する弾性波を検出し、検出した弾性波に応じた測定値に基づいて、砥石がドレッサに接触したか否かを判定する技術が開示されている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2010-30022号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の技術は、ドレッシングを行う前に砥石及びドレッサの位置決めを行う技術であり、ドレッシング後においてドレッシングが適切に行われたか否かの確認に用いることはできない。

10

【0005】

本発明は、適切にツルueイングが実施されたことを確認できる研削盤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】

【0006】

本発明の研削盤は、工作物を回転可能に支持する主軸台と、工作物を研削する砥石車と、砥石車をツルueイングするツルueと、工作物又は接触検知ピンである判定対象物の表面粗さを検出するセンサと、砥石車に対するツルueイングに関する制御を行う制御装置とを備える。制御装置は、砥石車に対するツルueイングを実行するツルueイング実行部と、砥石車に対するツルueイングが適切に実行されたか否かを判定する判定部とを備える。

20

判定部は、ツルueイング実行部により砥石車に対するツルueイングを行う直前に研削した表面粗さ検出対象物の表面粗さと、砥石車に対するツルueイングを行った直後に研削した表面粗さ検出対象物の表面粗さとの差を取得し、表面粗さ検出対象物の表面粗さの差が、予め定めた差以上である場合にツルueイングが適切に実行されたと判定し、予め定めた差未満である場合にツルueイングが適切に実行されていないと判定する。ツルueイング実行部は、判定部によりツルueイングが適切に実行されていないと判定された場合に、砥石車に対するツルueイングを再度実行する。

【0007】

本発明の研削盤によれば、砥石車に対するツルueイングを行う直前に研削した表面粗さ検出対象物の表面粗さと、砥石車に対するツルueイングを行った直後に研削した表面粗さ検出対象物の表面粗さとの差が、予め定めた差未満である場合に、砥石車に対するツルueイングが適切に実行されていないと判定する。そして、ツルueイングが適切に実行されていないと判定された場合には、砥石車を再度ツルueイングするので、砥石車に対して適切にツルueイングを実施できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の第一実施形態における研削盤の平面図である。

【図2】センサ保持部に保持されたセンサ部の断面図である。

【図3】制御装置のブロック図である。

【図4A】ツルueイング直前における表面粗さとツルueイング直後における表面粗さとの差を表すグラフであり、ツルueイングが適切に実行された場合における表面粗さの差を示す。

40

【図4B】ツルueイング直前における表面粗さとツルueイング直後における表面粗さとの差を表すグラフであり、ツルueイングが適切に実行されなかった場合における表面粗さの差を示す。

【図5】ツルueイング制御部において実行されるツルueイング処理を示すフローチャートである。

【図6】第二実施形態における研削盤の平面図である。

【図7】制御装置におけるツルueイング処理2において実行されるツルueイング処理2を示すフローチャートである。

50

【発明を実施するための形態】**【0009】**

< 1. 第一実施形態 >

(1 - 1. 研削盤 1 の概略構成)

以下、本発明に係る研削盤の実施形態について、図面を参照しながら説明する。まず、図 1 を参照して、本発明の一実施形態における研削盤 1 の概略構成について説明する。

【0010】

図 1 に示すように、研削盤 1 は、円筒状の工作物 W を回転させながら研削加工を行うテーブルトラバース型の研削盤である。研削盤 1 は、ベッド 2 と、テーブル 10 と、主軸台 20 と、心押台 30 と、砥石台 40 と、砥石車 50 と、ツルア 60 と、クーラント供給装置 70 と、定寸装置 80 と、エア供給装置 90 と、センサ 100 と、制御装置 110 とを備える。

10

【0011】

ベッド 2 は、研削盤 1 の基台となる部位である。ベッド 2 には、研削条件等に関する各種パラメータが入力される操作盤 3 が設けられ、操作盤 3 は、作業者により操作される。テーブル 10 は、ベッド 2 上において、Z 軸方向へ移動可能に設けられる。テーブル 10 は、Z 軸モータ 11 を有するねじ送り装置 12 を駆動させることにより、Z 軸方向へ往復移動する。

【0012】

主軸台 20 は、テーブル 10 上に固定される。主軸台 20 は、Z 軸方向に平行な軸回りに回転する主軸 21 と、主軸 21 を回転させるための駆動力を付与する主軸モータ 22 とを備える。主軸台 20 は、主軸 21 により工作物 W の一端を回転可能に支持し、主軸モータ 22 により工作物 W を回転駆動する。心押台 30 は、テーブル 10 上において主軸台 20 と対向する位置に設けられ、工作物 W の他端を支持する。

20

【0013】

砥石台 40 は、ベッド 2 上において X 軸方向へ移動可能に設けられる。砥石台 40 は、X 軸モータ 41 を有するねじ送り機構 42 を駆動させることにより、X 軸方向へ往復移動する。砥石車 50 は、砥石台 40 に対し、Z 軸方向に平行な軸回りに回転自在に支持される。砥石車 50 は、砥石台 40 に固定された砥石車モータ 51 から駆動力を付与されることで回転し、工作物 W の外周面を研削する。ツルア 60 は、主軸台 20 に対し、Z 軸に平行な軸まわりに回転自在に支持される。ツルア 60 は、主軸台 20 に設けられたツルアモータ 61 から付与される駆動力により回転し、砥石車 50 のツルーイング（形状成形及び目立て）を行う。

30

【0014】

クーラント供給装置 70 は、ベッド 2 上に設けられる。クーラント供給装置 70 は、砥石台 40 に設けられたクーラントノズル（図示せず）を介して、研削部位にクーラントを供給する。定寸装置 80 は、テーブル 10 を挟んだ砥石車 50 の反対側において、工作物 W に接触可能に設けられる。定寸装置 80 は、砥石車 50 により研削された工作物 W の外径を計測する。

【0015】

エア供給装置 90 は、テーブル 10 を挟んだ砥石車 50 の反対側に設けられる。エア供給装置 90 は、工作物 W の加工領域へ向けて配置されたエア吹付部 91 を備え、エア吹付部 91 から工作物 W にエアを吹き付けることで、工作物 W の外周面に付着したクーラント等の付着物を除去する。なお、本実施形態では、工作物 W にエアを吹き付けているが、エアの代わりに、工作物 W に対する加工に影響を与えない不活性ガス等を吹き付けてもよい。

40

【0016】

センサ 100 は、テーブル 10 を挟んだ砥石車 50 の反対側において、X 軸方向へ移動可能に設けられる。センサ 100 は、研削加工後の工作物 W のセンシングを行い、工作物 W の表面粗さを検出する。センサ 100 によるセンシングは、工作物 W に対する研削加工

50

が終了した後、工作物Wが主軸台20及び心押台30に支持された状態で行う。従って、センサ100により工作物Wの表面粗さを検出した結果、再度のツルueイングが必要であると判定された場合には、砥石車50に対するツルueイングを、工作物Wの搬送と並行して行うことができる。即ち、加工後の工作物Wを別の場所へ搬送した後に工作物Wの表面粗さを検出し、その検出結果に基づいて再度のツルueイングを行う場合と比べて、工作物Wの研削加工が終了してから次の工作物Wの研削加工を開始するまでの時間の短縮を図ることができる。

【0017】

また、センサ100は、砥石車50による工作物Wの研削加工中において、工作物Wから離れた位置で待機し、研削加工が終了すると、工作物Wに近づく。これにより、研削加工中に飛散するクーラント等がセンサ100に付着することを防止できる。さらに、工作物Wの外周面に付着するクーラント等の付着物は、エア供給装置90から工作物Wに向けてエアを吹き付けることで除去される。よって、センサ100により工作物Wの外周面の表面粗さを検出するにあたり、その検出精度を高めることができる。

【0018】

(1-2. センサ部101の構成)

次に、図2を参照して、センサ100の構成を説明する。図2に示すように、センサ100は、センサ部101と、センサ保持部102と、演算部103(図3参照)とを備える。なお、演算部103は、センサ100の内部に配置してもよく、センサ100の外部に配置し、ケーブル等によりセンサ保持部102に接続してもよい。

【0019】

センサ部101は、測定対象物である工作物Wの表面粗さを非接触で検出する。なお、センサ部101の詳細については後述する。センサ保持部102は、センサ部101を保持する部位であり、ベッド2(図1参照)上においてX軸方向へ移動可能に設けられる。演算部103は、センサ部101による検出結果に基づき、表面粗さを演算する。

【0020】

続いて、センサ部101について説明する。センサ部101は、基板104と、発光素子105と、第一受光素子106及び第二受光素子107と、蓋部108と、3つのレンズ108a~108cとを備える。

【0021】

基板104は、半導体材料(N型、P型、バイポーラ型など)から構成され、センサ保持部102の一表面上(図2において下方を向く表面)上に装着される。発光素子105は、基板104に装着される発光ダイオードであり、センサ保持部102の一表面の法線方向(図2下方向)へ向けて発光する。第一受光素子106及び第二受光素子107は、基板104に装着されたフォトダイオードであり、発光素子105の近傍に配置される。発光素子105、第一受光素子106及び第二受光素子107は、センサ保持部102の長手方向(図2左右方向)に沿って直線状に並設され、発光素子105は、第一受光素子106と第二受光素子107との間に配置される。なお、基板104上に配置された発光素子105、第一受光素子106及び第二受光素子107は、仕切板109により仕切られている。従って、発光素子105からの発光及び第一受光素子106及び第二受光素子107への受光を効率的に行うことができる。

【0022】

また、本実施形態では、発光素子105として発光ダイオードを用いる場合を例に挙げて説明したが、発光ダイオードの代わりに、エレクトロルミネッセンスやレーザー素子等を発光素子105として用いてもよい。また、本実施形態では、第一受光素子106及び第二受光素子107としてフォトダイオードを用いる場合を例に挙げて説明したが、フォトダイオードの代わりに、CCDやCMOS素子等を第一受光素子106及び第二受光素子107として用いてもよい。

【0023】

蓋部108は、基板104、発光素子105、第一受光素子106及び第二受光素子1

10

20

30

40

50

０７を覆う。蓋部１０８には、発光素子１０５、第一受光素子１０６及び第二受光素子１０７のそれぞれと対向する位置にレンズ１０８ａ～１０８ｃが一つずつ保持される。３つのレンズ１０８ａ～１０８ｃは、非球面レンズでもよく、検出し易くするためにレンズ形状を変更して、レンズの焦点位置や焦点深度を調整してもよい。

【００２４】

３つのレンズ１０８ａ～１０８ｃのうち、発光素子１０５と対向する位置に配置されるレンズ１０８ａには、発光素子１０５から照射される光が入射する。レンズ１０８ａは、発光素子１０５から照射された光を屈曲させ、その屈曲させた光を特定の位置Ｐに導く。

【００２５】

３つのレンズ１０８ａ～１０８ｃのうち、第一受光素子１０６及び第二受光素子１０７と対向する位置に配置されるレンズ１０８ｂ、１０８ｃは、特定の位置Ｐから入射する光を屈曲させ、その屈曲させた光を第一受光素子１０６又は第二受光素子１０７に導く。

【００２６】

ここで、発光素子１０５から光を照射した場合、特定の位置Ｐにおける表面粗さが小さいほど光が散乱しにくいため、第一受光素子１０６及び第二受光素子１０７により検出される光量が大きくなる。そして、演算部１０３は、発光素子１０５から光を照射した際に第一受光素子１０６及び第二受光素子１０７が検出する光量に基づき、特定の位置Ｐにおける表面粗さの演算を行う。即ち、発光素子１０５から光を照射した場合、第一受光素子１０６及び第二受光素子１０７が検出した光量が多ければ、表面粗さが小さいとの演算結果が示され、第一受光素子１０６及び第二受光素子１０７が検出した光量が少なければ、表面粗さが大きいとの演算結果が示される。

【００２７】

なお、実際には、特定の位置Ｐへの入射光と特定の位置からの反射光は広がりを持っており、入射角及び反射角は角度の広がりを持つ。従って、演算部１０３は、入射光の分布のうち、最も強度の強いピーク位置における入射角と、反射光の分布のうち、最も強度の高いピーク位置における反射角とが等しい場合、或いは、入射光の広がり分布と反射光の広がり分布とが相似関係にある場合に、入射角と反射角とが等しいと判断する。

【００２８】

このように、センサ部１０１は、工作物Ｗの表面粗さを非接触で検出することができるので、表面粗さの検出に伴って研削加工後の工作物Ｗに傷がつくことを回避できる。さらに、センサ部１０１は、１つの発光素子１０５から照射した場合に、特定の位置Ｐにおいて反射する反射光の変化を、２つの受光素子（第一受光素子１０６及び第二受光素子１０７）で確認することができる。よって、高精度に工作物Ｗの表面粗さを測定することができる。

【００２９】

また、発光素子１０５、第一受光素子１０６及び第二受光素子１０７を１つの基板１０４に配置することで、発光素子１０５、第一受光素子１０６及び第二受光素子１０７を互いに近接した位置に配置できる。よって、発光素子１０５、第一受光素子１０６及び第二受光素子１０７を別々の基板に形成する場合と比べて、センサ部１０１の小型化を図ることができる。

【００３０】

（１－３．制御装置１１０について）

次に、図３を参照して、制御装置１１０について説明する。図３に示すように、制御装置１１０は、研削加工制御部１２０と、ツルージング制御部１３０と、を備える。

【００３１】

研削加工制御部１２０は、工作物Ｗに対して行う研削加工に関する制御を行う。研削加工制御部１２０は、例えば、各種モータ（Ｚ軸モータ１１、主軸モータ２２、Ｘ軸モータ４１、砥石車モータ５１）の駆動制御や、クーラント供給装置７０から供給するクーラント量の制御、定寸装置８０による工作物Ｗの径寸法の管理等を行う。研削加工制御部１２０は、１つの工作物Ｗに対する研削加工が終了すると、研削加工が終了した旨の通知をツ

ルーイング制御部 130 に対して行う。なお、研削加工制御部 120 は、工作物 W の搬送を行う搬送装置（図示せず）等に関する制御についても行う。

【0032】

ツルーイング制御部 130 は、砥石車 50 に対して行うツルーイングに関する制御を行う。ツルーイング制御部 130 は、ツルーイング実行部 131 と、判定部 132 と、直前結果記憶部 133 と、を備える。

【0033】

ツルーイング実行部 131 は、各種モータの駆動制御等を行うことにより、砥石車 50 とツルア 60（図 1 参照）との位置調整を行い、ツルア 60 による砥石車 50 のツルーイングを実行する。

【0034】

判定部 132 は、ツルーイングを行った後、最初に研削した工作物 W の表面粗さに基づき、ツルーイングが適切に実行されたか否かを判定する。判定部 132 は、ツルーイングが適切に実行されていないと判定した場合には、再度、ツルーイング実行部 131 に対してツルーイングを実行するように指示する。

【0035】

直前結果記憶部 133 には、ツルーイングを行う直前に研削した工作物 W の表面粗さの値を記憶する。ツルーイング制御部 130 は、ツルーイングを行う直前に研削した工作物 W に対し、センサ 100 によるセンシングを行い、検出された工作物 W の表面粗さの値を直前結果記憶部 133 に記憶する。また、ツルーイング制御部 130 は、ツルーイングを行う直後に最初に研削した工作物 W に対し、センサ 100 によるセンシングを行い、検出された表面粗さの値を、直前結果記憶部 133 に記憶された値と比較する。そして、ツルーイング直前とツルーイング直後とで、工作物 W の表面粗さの値に予め定めた値分の差があるか否かを判定し、その判定結果に基づき、ツルーイングが適切に実行されたか否かの判断を行う。

【0036】

ここで、図 4 を参照して、判定部 132 により実行される判定処理について、グラフを参照しながら説明する。図 4 に示す例では、ツルーイング後に研削した工作物 W の数が、予め定めた一定個数の到達した場合に、ツルーイングを実行する。

【0037】

図 4 に示すように、研削加工の回数を重ねるにつれて砥石車の摩耗が進行するため、ツルーイング直後に研削した工作物 W の表面粗さは、次にツルーイングを行う直前に研削した工作物 W の表面粗さよりも大きくなる。従って、研削後の工作物 W の表面粗さが、工作物 W として満たすべき表面粗さの基準値 S_{min} を満たすように、適切な時期にツルーイングを行う必要がある。

【0038】

ここで、一度のツルーイングで研削する工作物 W の数を予め定めている場合において、ツルーイング直後に研削した工作物 W の表面粗さの値とツルーイング直前に研削した工作物 W の表面粗さの値との間に、表面粗さの差 D_a が生じると仮定する。この場合、適切なツルーイングが実行されることで、そのツルーイング直後に研削した工作物 W の表面粗さの値は、それ以前のツルーイングの直後に研削した工作物 W の表面粗さの値まで回復する。その結果、次のツルーイングを行う直前に研削した工作物 W についても、工作物 W として満たすべき表面粗さの基準値 S_{min} を満たす。

【0039】

しかしながら、ツルーイング時におけるツルア 60 と砥石車 50 との接触不良等の理由により、ツルーイングが適切に実行されない場合がある。この場合、ツルーイング直後に研削した工作物 W の表面粗さの値は、それ以前のツルーイングの直後に研削した工作物 W の表面粗さの値まで回復しない。この状態の砥石車 50 を用いて工作物 W の研削加工を継続すると、次のツルーイングを行う直前に研削する工作物 W の表面粗さが、工作物 W として満たすべき表面粗さの基準値 S_{min} を下回る可能性が高くなる。その結果、研削不良

10

20

30

40

50

による不良品の発生個数が多くなる。

【 0 0 4 0 】

これに対し、判定部 1 3 2 は、ツルージングを行った直後に研削した工作物 W の表面粗さの値と、ツルージングを行う直前に研削した工作物 W の表面粗さの値との差 D_b を比較する。その結果、両者の表面粗さの値の差 D_b が、予め定めた値の差 D_{th} 以上であると判定部 1 3 2 が判定した場合に、ツルージングが適切に実行されたと判断する。一方、両者の表面粗さの値の差 D_b が差 D_{th} 未満であると判定部 1 3 2 が判定した場合には、ツルージング実行部 1 3 1 に対して再度のツルージングを指示する。

【 0 0 4 1 】

このように、研削盤 1 では、砥石車 5 0 に対するツルージングを行う直前に研削した工作物 W の表面粗さの値と、ツルージングを行った直後に研削した工作物 W の表面粗さの値との差 D_b に基づき、ツルージングが適切に実行されたか否かを判定する。よって、適切にツルージングが実施されたか否かの確認を行うことができる。

【 0 0 4 2 】

(1 - 4 . ツルージング制御部 1 3 0 での処理)

次に、図 5 を参照して、ツルージング制御部 1 3 0 により実行されるツルージング処理について、フローチャートを参照しながら説明する。図 5 に示すように、ツルージング処理ではまず、ツルージング実行の指示があったか否かを判定する (S 1)。この S 1 による処理としては、例えば、最後にツルージングを実行してから砥石車 5 0 が研削した工作物 W の数を計測し、砥石車 5 0 が研削した工作物 W の数が一定回数に到達した場合に、ツルージング実行の指示があったと判定する処理を行う場合などが例示される。

【 0 0 4 3 】

そして、ツルージング実行の指示がなければ (S 1 : N o)、S 1 の処理に戻る。これに対し、ツルージング実行の指示があった場合には (S 1 : Y e s)、ツルージングの直前に研削した工作物 W の表面粗さを検出するため、工作物 W に対するセンシング実行をセンサ 1 0 0 に指示する (S 2)。その後、センサ 1 0 0 により工作物 W の表面粗さが検出され、その検出結果がセンサ 1 0 0 からツルージング制御部 1 3 0 に送信される。ツルージング制御部 1 3 0 は、その受信した検出結果を直前結果記憶部 1 3 3 に保存する (S 3)。

【 0 0 4 4 】

また、S 1 の処理に伴い、ツルージング実行部 1 3 1 は、ツルージング実行処理を開始する (S 4)。そして、ツルージング実行部 1 3 1 によるツルージングが終了すると、研削加工制御部 1 2 0 による工作物 W の研削加工が開始される。

【 0 0 4 5 】

S 4 の処理後、工作物 W の研削が終了したか否か、即ち、ツルージング後に最初に研削する工作物 W について、その工作物 W の研削加工が終了した否かを判定する (S 5)。この S 5 の処理としては、例えば、工作物 W に対する研削加工が終了した旨の通知を研削加工制御部 1 2 0 から受けたか否かを判定する処理を行う場合などが例示される。

【 0 0 4 6 】

その結果、工作物 W の研削が終了していなければ (S 5 : N o)、S 5 の処理に戻る。一方、工作物 W の研削が終了した場合には (S 5 : Y e s)、ツルージング直後に研削した最初の工作物 W の表面粗さを検出するため、工作物 W に対するセンシング実行をセンサ 1 0 0 に指示する (S 6)。その後、センサ 1 0 0 から検出結果を受信したか否かの判定を行い (S 7)、受信していない場合には (S 7 : N o)、S 7 の処理へ戻る。一方、センサから 1 0 0 から検出結果を受信した場合には (S 7 : Y e s)、判定部 1 3 2 は、検出された表面粗さの値と直前結果記憶部 1 3 3 に記憶された表面粗さの値との差を比較し、ツルージングを行った直後に研削した工作物 W の表面粗さとツルージングを行う直前に研削した工作物 W の表面粗さとの値 D_b が、予め定めた値の差 D_{th} 以上であるか否かを判定する (S 8)。

【 0 0 4 7 】

S 8 の処理の結果、差 D b が予め定めた値の差 D t h 以上であると判定した場合には (S 8 : Y e s)、ツルueイングが適切に実行されたと判断できる。よってこの場合には、そのまま本処理を終了する。一方、S 8 の処理の結果、差 D b が予め定めた D t h 未満であると判定した場合には (S 8 : N o)、ツルueイングが適切に実行されなかったと判断できる。よってこの場合には、S 4 の処理へ戻り、再度のツルueイングを実行する。

【 0 0 4 8 】

なお、S 8 の処理において、差 D b が予め定めた D t h 未満であると判定されることが連続した場合、或いは、差 D b が予め定めた D t h 未満であると判定されることが短期間に頻発した場合に、その旨を作業者に警告するための処理 (エラーの表示、警告音を鳴らすなど) を行ってもよい。これにより、例えば、ツルue 6 0 等に何らかの不具合が発生した場合に、その不具合の発生を早期に発見できる。

10

【 0 0 4 9 】

以上説明したように、研削盤 1 では、ツルueイングを実行した後に、ツルueイングが適切に実行されたか否かの判定を行うので、適切にツルueイングが実行されたか否かの確認を行うことができる。そして、確認の結果、ツルueイングが適切に実行されていないと判定した場合には、再度、ツルueイングを実行するための制御が実行されるので、研削不良による不良品の発生個数を少なくすることができる。

【 0 0 5 0 】

< 2 . 第二実施形態 >

次に、図 6 及び図 7 を参照して、第二実施形態について説明する。第一実施形態では、加工後の工作物 W の表面粗さに基づき、ツルueイングが適切に実行されたか否かを判定する場合について説明した。これに対し、第二実施形態では、砥石車 5 0 による研削される接触検知ピン 3 6 1 の端面の表面粗さを検出し、その接触検知ピン 3 6 1 の端面の表面粗さを検出結果に基づいて、ツルueイングが適切に実行されたか否かを判定する。なお、上記した第一実施形態と同一の部品には同一の符号を付し、その説明を省略する。

20

【 0 0 5 1 】

(2 - 1 : 研削盤 2 0 1 の構成)

図 6 に示すように、研削盤 2 0 1 において、主軸台 2 2 0 には、砥石車 5 0 の位置を検出する位置検出装置 3 6 0 が設けられている。位置検出装置 3 6 0 は、X 軸方向へ延びる接触検知ピン 3 6 1 を備える。接触検知ピン 3 6 1 は、砥石車 5 0 の外周面の位置を検出する部位であり、接触検知ピン 3 6 1 の Z 軸方向を向く端面に砥石車 5 0 を接触させることで、砥石車 5 0 の位置を検出する。

30

【 0 0 5 2 】

研削盤 2 0 1 では、ツルue 6 0 によるツルueイングを行う前及びツルueイングを行った後に、砥石車 5 0 の外周面を接触検知ピン 3 6 1 に接触させる。これにより、ツルueイングによる砥石車 5 0 の外径の変化、即ち、ツルueイングによる切込量を把握することができる。

【 0 0 5 3 】

また、研削盤 2 0 1 では、エア供給装置 9 0 及びセンサ 1 0 0 が、Z 軸方向において砥石車 5 0 に隣接する位置に配置される。エア供給装置 9 0 及びセンサ 1 0 0 は、テーブル 1 0 を Z 軸方向へ移動させることにより、接触検知ピン 3 6 1 の端面に対向配置される。研削盤 2 0 1 では、ツルueイング前及びツルueイング後に砥石車 5 0 の外周面に接触した接触検知ピン 3 6 1 の端面の表面粗さをそれぞれセンサ 1 0 0 により検出し、両者の検出結果に基づき、判定部 1 3 2 による判定を行う。

40

【 0 0 5 4 】

(2 - 2 : センサ 1 0 0 による検出を行う際の流れ)

次に、センサ 1 0 0 による検出を行う際の流れを説明する。砥石車 5 0 のツルueイングを開始するにあたり、最初に、砥石車 5 0 の外周面が接触検知ピン 3 6 1 の端面と対向する位置までテーブル 1 0 を Z 軸方向へ移動させる。続いて、砥石台 4 0 を X 軸方向へ移動させることにより、砥石車 5 0 の外周面を接触検知ピン 3 6 1 に接触させる。次に、接触

50

検知ピン 361 の端面がセンサ 100 と対向する位置までテーブル 10 を Z 軸方向へ移動させた後、センサ 100 により接触検知ピン 361 の端面の表面粗さを検出する。

【0055】

なお、接触検知ピン 361 に対向する位置からセンサ 100 に対向するまで砥石車 50 を移動させる過程で、接触検知ピン 361 は、エア供給装置 90 の前を通過する。このとき、エア供給装置 90 は、エア吹付部 91 からエアを接触検知ピン 361 の端面に向けて吹付け、エアを接触検知ピン 361 の端面の付着物を吹き飛ばす。これにより、センサ 100 により接触検知ピン 361 の端面の表面粗さを検出するにあたり、その検出精度を高めることができる。

【0056】

センサ 100 により接触検知ピン 361 の端面の表面粗さを検出した後、砥石車 50 の外周面がツルア 60 と対向する位置までテーブル 10 を Z 軸方向へ移動させ、ツルーイングを行う。砥石車 50 に対するツルーイングが終了した後、砥石車 50 の外周面が接触検知ピン 361 の端面と対向する位置までテーブル 10 を Z 軸方向へ移動させる。次に、砥石台 40 を X 軸方向へ移動させることにより、砥石車 50 の外周面を接触検知ピン 361 に接触させる。なお、ツルーイング直前に研削された接触検知ピン 361 の表面粗さの検出は、ツルーイングの直前に行う代わりに、ツルーイングの直後であってツルーイング後の砥石車 50 を接触検知ピン 361 に接触させる前に行ってもよい。

【0057】

ツルーイング後において、砥石車 50 の外周面を接触検知ピン 361 に接触させた後、接触検知ピン 361 の端面がセンサ 100 と対向する位置までテーブル 10 を Z 軸方向へ移動させ、センサ 100 により接触検知ピン 361 の端面の表面粗さを検出する。

【0058】

なお、接触検知ピン 361 の端面とセンサ 100 とを対向させた状態では、砥石車 50 の外周面は、主軸台 220 及び心押台 30 に支持された工作物 W に対向する。よって、センサ 100 により接触検知ピン 361 の端面のセンシングを実行している間、砥石車 50 を X 軸方向への移動を開始してもよい。

【0059】

また、センサ 100 による接触検知ピン 361 の端面のセンシングを、砥石車 50 による工作物 W の研削加工と並行して行ってもよい。この場合、センサ 100 による接触検知ピン 361 の端面のセンシングが終了するまで、砥石車 50 による工作物 W の研削加工を中断する必要がなくなる。よって、工作物 W の研削加工を行うにあたり、その加工効率の向上を図ることができる。なお、この場合において、接触検知ピン 361 の端面の表面粗さが良好でないと判定された場合には、研削中の工作物 W の研削加工が終了した後に、再度、ツルーイングを実行する。

【0060】

このように、本実施形態では、砥石車 50 の外径を測定する際に使用する接触検知ピン 361 を、ツルーイングが適切に実行されたか否かの判定にも使用する。この場合、接触検知ピン 361 とは別の部品をテーブル 10 上に設け、その部品に砥石車 50 を接触させた後にセンサ 100 によるセンシングを行う場合と比べて、テーブル 10 の移動回数及び移動量を少なくすることができる。よって、工作物 W の研削加工が終了してから次の工作物 W の研削加工を開始するまでの時間の短縮を図ることができる。

【0061】

なお、研削盤 201 では、エア供給装置 90 及びセンサ 100 は、Z 軸方向において隣接した位置に設けられ、センサ 100 と砥石車 50 との間にエア供給装置 90 が配置されている。このように、接触検知ピン 361 の端面の表面粗さを検出し、その検出結果に基づいて再度のツルーイングの要否を判定するようにすることで、工作物 W の研削加工中に飛散するクーラント等が付着しにくい位置に、センサ 100 を配置することができる。よって、センサ 100 による表面粗さの検出精度を維持することができる。

【0062】

10

20

30

40

50

(2 - 3 . ツルーイング制御部 3 3 0 での処理)

次に、図 7 を参照して、ツルーイング制御部 3 3 0 により実行されるツルーイング処理 2 について説明する。図 7 に示すように、ツルーイング処理 2 ではまず、ツルーイング実行の指示があったか否かを判定する (S 1)。S 1 の処理において、ツルーイング実行の指示がなければ (S 1 : N o)、S 1 の処理に戻る。これに対し、ツルーイング実行の指示があれば (S 1 : Y e s)、砥石車 5 0 の外周面を接触検知ピン 3 6 1 に接触させ、砥石車 5 0 の外径を計測する (S 2 0 1)。

【 0 0 6 3 】

S 2 0 1 の処理を終了した後、ツルーイング直前の砥石車 5 0 に接触した接触検知ピン 3 6 1 の端面の表面粗さを検出するため、接触検知ピン 3 6 1 の端面に対するセンシングをセンサ 1 0 0 に指示する (S 2 0 2)。その後、ツルーイング制御部 1 3 0 は、センサ 1 0 0 から受信した検出結果を直前結果記憶部 1 3 3 に保存する (S 3)。

【 0 0 6 4 】

また、S 1 の処理に伴い、ツルーイング実行部 1 3 1 は、ツルーイング実行処理を開始する (S 4)。S 4 の処理が終了すると、再度、砥石車 5 0 の外周面を接触検知ピン 3 6 1 に接触させて砥石車 5 0 の外径を計測する (S 2 0 3)。そして、ツルーイング直後の砥石車 5 0 に接触した接触検知ピン 3 6 1 の端面の表面粗さを検出するため、接触検知ピン 3 6 1 の端面に対するセンシングをセンサ 1 0 0 に指示する (S 2 0 4)。

【 0 0 6 5 】

その後、センサ 1 0 0 から検出結果を受信したか否かの判定を行い (S 7)、受信していない場合には (S 7 : N o)、S 7 の処理へ戻る。一方、センサから 1 0 0 から検出結果を受信した場合には (S 7 : Y e s)、判定部 1 3 2 は、検出された表面粗さの値と直前結果記憶部 1 3 3 に記憶された表面粗さとの値とを比較し、ツルーイングを行った直後に研削した接触検知ピン 3 6 1 の表面粗さの値と直前結果記憶部 1 3 3 に記憶された値との差 $D b$ が、予め定めた値の差 $D t h$ 以上であるか否かを判定する (S 2 0 5)。

【 0 0 6 6 】

S 2 0 5 の処理の結果、差 $D b$ が予め定めた値の差 $D t h$ 以上であると判定した場合には (S 2 0 5 : Y e s)、ツルーイングが適切に実行されたと判断できる。よってこの場合には、そのまま本処理を終了する。一方、S 2 0 5 の処理の結果、差 $D b$ が予め定めた値の差 $D t h$ 未満であると判定した場合には (S 2 0 5 : N o)、ツルーイングが適切に実行されなかったと判断できる。よってこの場合には、S 4 の処理へ戻り、再度のツルーイングを実行する。

【 0 0 6 7 】

< 3 . その他 >

以上、上記各実施形態に基づき本発明を説明したが、本発明は上記各形態に何ら限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で種々の変形改良が可能であることは容易に推察できるものである。

【 0 0 6 8 】

例えば、第一実施形態では、ツルーイングを実行する直前に研削した工作物 W に対するセンシングを、工作物 W が主軸台 2 0 及び心押台 3 0 に支持された状態で行う場合について説明した。しかしながら、これに限られるものではなく、砥石車による研削加工を行う加工領域とは異なる位置にセンサ 1 0 0 を設け、加工領域とは異なる位置において、ツルーイングを実行する直前に研削した工作物 W に対するセンシングを行ってもよい。

【 0 0 6 9 】

< 4 . 効果 >

以上説明したように、本発明を適用した研削盤 1 , 2 0 1 は、工作物 W を回転可能に支持する主軸台 2 0 , 2 2 0 と、工作物 W を研削する砥石車 5 0 と、砥石車 5 0 をツルーイングするツルア 6 0 と、工作物 W 及び砥石車 5 0 により研削された工作物 W 以外の対象物の何れかである研削対象物の表面粗さを検出するセンサ 1 0 0 と、砥石車 5 0 に対するツルーイングに関する制御を行う制御装置 1 1 0 , 3 1 0 と、を備える。制御装置 1 1 0 ,

10

20

30

40

50

310は、砥石車50に対するツルージングを行う直前に研削した測定対象物の表面粗さと、砥石車50に対するツルージングを行った直後に研削した測定対象物の表面粗さとの差 Dbに基づき、砥石車50に対するツルージングが適切に実行されたか否かを判定する判定部132を備える。

【0070】

この研削盤1, 201によれば、砥石車50に対するツルージングを行う直前に研削した測定対象物の表面粗さと、砥石車50に対するツルージングを行った直後に研削した測定対象物の表面粗さとの差 Dbに基づき、砥石車50に対するツルージングが適切に実行されたか否かを判定する。よって、適切にツルージングが実施されたか否かの確認を行うことができる。

10

【0071】

上記した研削盤1, 201において、制御装置110, 310は、砥石車50に対するツルージングが適切に実行されていないと判定した場合に、砥石車50に対するツルージングを再度行うための制御を実行する。この研削盤1, 201によれば、研削不良による不良品の発生個数を少なくすることができる。

【0072】

上記した研削盤1において、研削対象物は、砥石車50による研削が終了した工作物Wであり、センサ100は、工作物Wが主軸台20に支持された状態で、工作物Wの表面粗さの検出を行う。

【0073】

20

この研削盤1によれば、センサ100により工作物Wの表面粗さを検出した結果、再度のツルージングが必要であると判定された場合に、砥石車50に対するツルージングを、工作物Wの搬送と並行して行うことができる。即ち、加工後の工作物Wを別の場所へ搬送した後に工作物Wの表面粗さを検出し、その検出結果に基づいて再度のツルージングを行う場合と比べて、工作物Wの研削加工が終了してから次の工作物Wの研削加工を開始するまでの時間の短縮を図ることができる。

【0074】

上記した研削盤201において、研削盤201は、砥石車50との接触により砥石車50の外径を測定する接触検知ピン361を備える。研削対象物は、接触検知ピン361であり、センサ100は、ツルージングの直前及び直後に砥石車50に接触した接触検知ピン361の表面粗さを検出する。

30

【0075】

この研削盤201によれば、砥石車50の外径を測定する際に使用する接触検知ピン361を、ツルージングが適切に実行されたか否かの判定にも使用できる。よって、他の部品を別に設け、その部品に砥石車50を接触させた後にセンサ100によるセンシングを行う場合と比べて、工作物Wの研削加工が終了してから次の工作物Wの研削加工を開始するまでの時間の短縮を図ることができる。また、工作物の研削加工中に飛散するクーラント等の異物が付着しにくい位置に、センサ100を配置しやすくすることができるので、付着物に起因するセンサ100の検出精度の低下を抑制できる。

【0076】

40

上記した研削盤1, 201において、センサ100は、基板104と、基板104上に装着され、工作物Wに向けて発光する発光素子と、基板104上において発光素子の近傍に装着され、工作物Wからの反射光を受光可能な第一受光素子106及び第二受光素子107としての受光素子と、受光素子の受光量に基づいて表面粗さを演算する演算部103と、を備える。この研削盤1によれば、工作物Wの表面粗さを非接触で検出できるので、表面粗さの検出に伴って研削加工後の工作物Wに傷がつくことを回避できる。

【符号の説明】

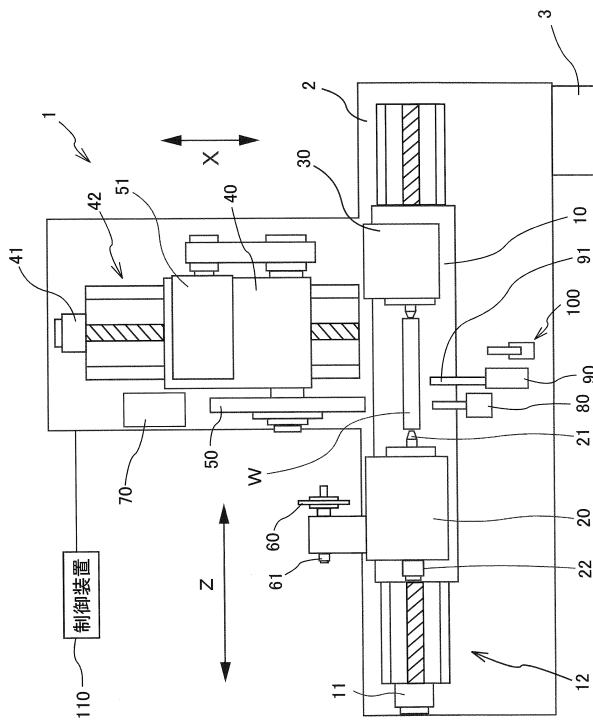
【0077】

1, 201: 研削盤、 20, 220: 主軸台、 50: 砥石車、 60: ツルア、
100: センサ、 103: 演算部、 104: 基板、 105: 発光素子、 106:

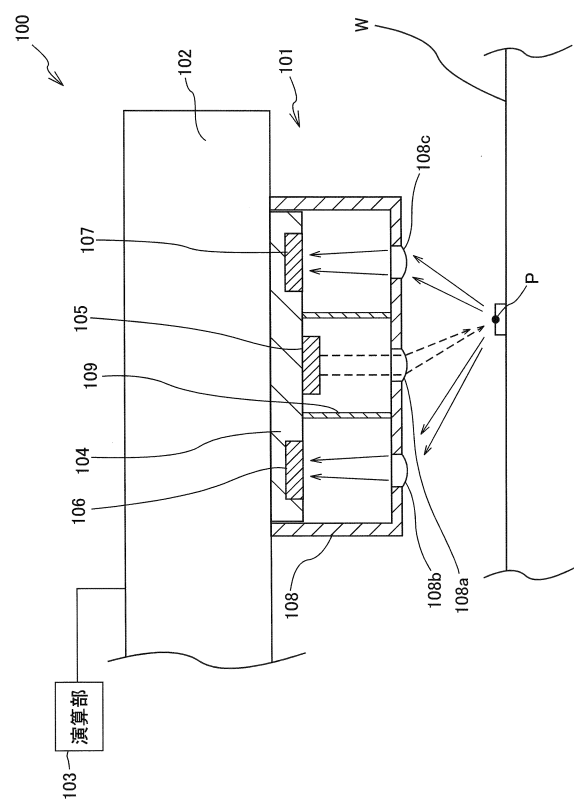
50

第一受光素子（受光素子）、 1 0 7：第二受光素子（受光素子）、 1 1 0， 3 1 0：
制御装置、 1 3 2：判定部、 3 6 1：接触検知ピン、 W：工作物

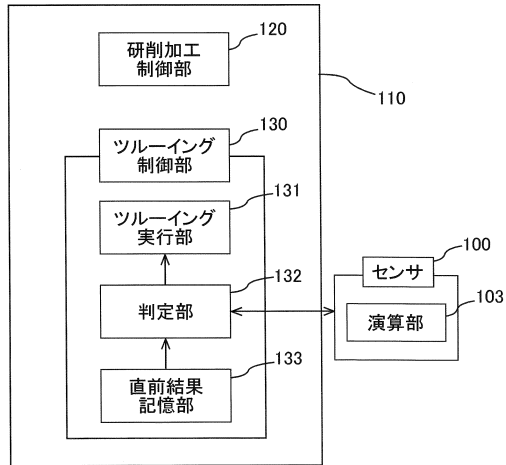
【図 1】



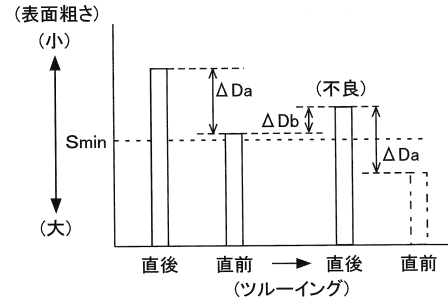
【図 2】



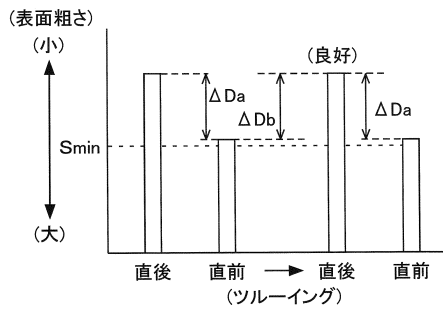
【 図 3 】



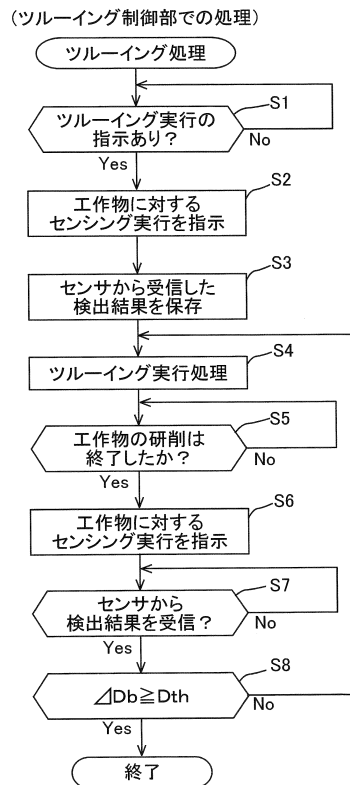
【 図 4 B 】



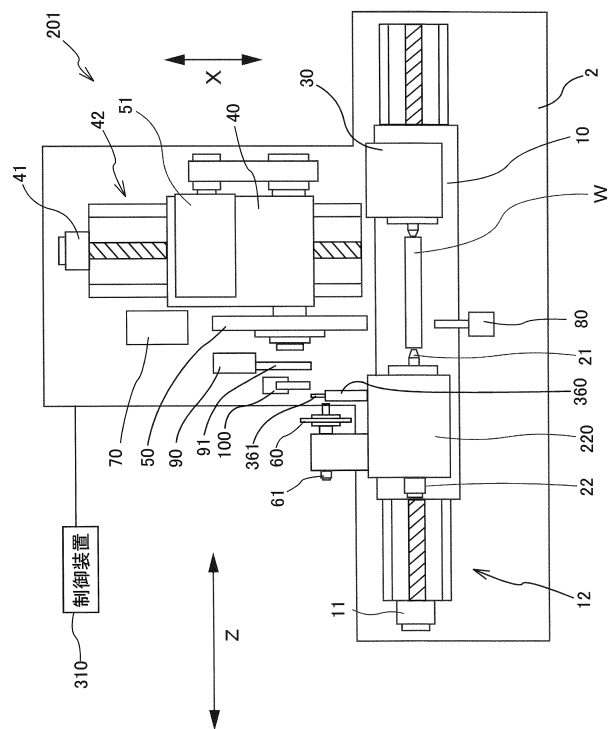
【 図 4 A 】



【 図 5 】

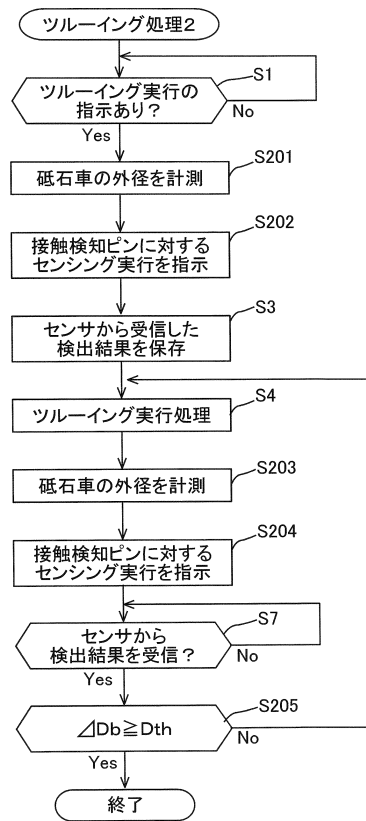


【 図 6 】



【図 7】

(ツルーイング制御部での処理)



フロントページの続き

- (72)発明者 福田 英二
大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内
- (72)発明者 石原 光晴
大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 株式会社ジェイテクト内

審査官 山内 康明

- (56)参考文献 特開昭63-169267(JP,A)
特開2007-196367(JP,A)
特開2000-263437(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-----------|
| B 2 4 B | 5 3 / 0 0 |
| B 2 4 B | 5 / 3 5 |
| B 2 4 B | 4 9 / 1 8 |
| B 2 4 B | 4 9 / 1 2 |