

(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2018-24031

(P2018-24031A)

(43) 公開日 平成30年2月15日(2018.2.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 4 B 53/08 (2006.01)	B 2 4 B 53/08 A	3 C 0 3 4
B 2 4 B 53/065 (2006.01)	B 2 4 B 53/065	3 C 0 4 7
B 2 4 B 49/10 (2006.01)	B 2 4 B 49/10	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2016-155748 (P2016-155748)	(71) 出願人	000001247
(22) 出願日	平成28年8月8日 (2016.8.8)		株式会社ジェイテクト
			大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号
		(74) 代理人	100089082
			弁理士 小林 脩
		(74) 代理人	100130188
			弁理士 山本 喜一
		(74) 代理人	100190333
			弁理士 木村 群司
		(72) 発明者	渡邊 明
			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
		Fターム(参考)	3C034 AA13 BB92 CA07 CB12 CB14
			DD07
			3C047 AA08 AA15 BB10 BB18 CC08
			DD02 DD15 EE11

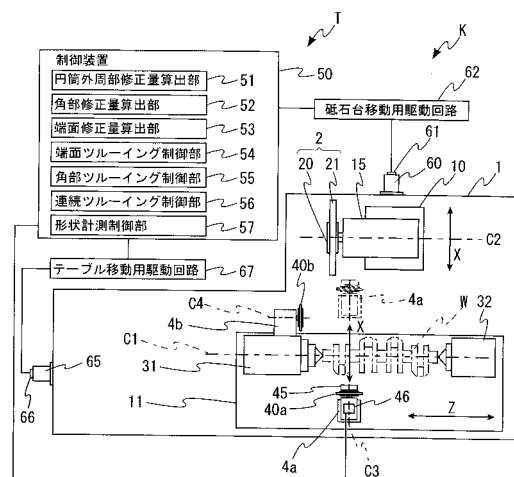
(54) 【発明の名称】 ツルーイング装置及びツルーイング方法

(57) 【要約】

【課題】作業効率がよく、作業時間を短縮できるツルーイング装置を提供すること。

【解決手段】ツルーイング装置Tは、端面22a、22b、円筒外周部23、端面22a、22bと円筒外周部23とをつなぐ角部24a、24bを備える砥石車2をツルーイング対象とし、ツルア40aと、砥石車2とツルア40aとを相対移動させる制御装置50を備える。制御装置50は、砥石車2の形状を計測する形状計測制御部57と、ツルーイング前及びツルーイング後の砥石車2の形状に基づいて角部24a、24bの修正量を算出する角部修正量算出部52と、修正量に応じて角部24a、24bをツルーイングする角部ツルーイング制御部55と、角部24a、24bのツルーイング終了後、角部24a、24bと円筒外周部23とを連続してツルーイングする連続ツルーイング制御部56とを備える。

【選択図】 図1A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

端面、円筒外周部、及び、前記端面と前記円筒外周部とをつなぐ角部を備える砥石車を
ツルーイング対象とするツルーイング装置であって、

ツルアと、

前記砥石車と前記ツルアとを相対移動させる送り装置と、前記送り装置を制御する制御
装置と、

を備え、

前記制御装置は、

前記砥石車の形状を計測する形状計測制御部と、

10

研削前の前記砥石車の形状と、ツルーイング前の前記砥石車の形状により導いた前記端
面の摩耗量に基づいて前記端面の修正量を算出する端面修正量算出部と、

研削前の前記砥石車の形状と、ツルーイング前の前記砥石車の形状により導いた前記円
筒外周部の摩耗量に基づいて前記円筒外周部の修正量を算出する円筒外周部修正量算出部
と、

研削前の前記砥石車の形状と、前記端面の修正量と前記円筒外周部の修正量から導き出
されるツルーイング後の前記砥石車の形状とに基づいて、前記角部の修正量を算出する角
部修正量算出部と、

算出した前記角部の修正量から、少なくとも 1 回の切り込み量を残して前記角部をツル
ーイングする角部ツルーイング制御部と、

20

前記角部のツルーイング終了後、前記少なくとも 1 回の切り込み量に応じ、前記角部と
前記円筒外周部とを連続してツルーイングする連続ツルーイング制御部と、

を備えたツルーイング装置。

【請求項 2】

前記角部ツルーイング制御部は、ツルーイング前の前記角部の形状からツルーイング後の
前記角部の形状に向かって、算出した前記角部の修正量から、前記少なくとも 1 回の切
り込み量を残す複数回の前記ツルアの切込みと、前記角部に沿う複数回の前記ツルアの移
動とでツルーイングする請求項 1 に記載のツルーイング装置。

【請求項 3】

前記角部ツルーイング制御部は、ツルーイング前の前記角部の形状とツルーイング後の
前記角部の形状とで囲まれたツルーイング範囲から、算出した前記端面の修正量を除いた
新たなツルーイング範囲を設定し、前記新たなツルーイング範囲で前記ツルアの前記切込
みと前記移動とでツルーイングする請求項 2 に記載のツルーイング装置。

30

【請求項 4】

前記角部ツルーイング制御部は、前記角部の修正量から、前記少なくとも 1 回の切り込
み量を残す前記砥石車の径方向に沿う複数回の前記ツルアの切込みと、前記角部に沿う複
数回の前記ツルアの移動とでツルーイングする請求項 1 に記載のツルーイング装置。

【請求項 5】

前記制御装置は、算出した前記端面の修正量に応じて前記端面をツルーイングする端面
ツルーイング制御部を備え、

40

前記角部修正量算出部は、ツルーイング前の前記砥石車の形状と、前記端面をツルーイ
ングした後の前記端面との交点から修正基準点を算出し、

前記角部ツルーイング制御部は、前記修正基準点をツルーイングする軌跡でツルーイン
グを開始する請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のツルーイング装置。

【請求項 6】

前記角部修正量算出部は、前記ツルーイング前の前記砥石車の形状と、前記端面の摩耗
量に基づいて修正基準点を算出し、

前記角部ツルーイング制御部は、前記修正基準点をツルーイングする軌跡でツルーイン
グを開始する請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のツルーイング装置。

【請求項 7】

50

前記ツルアとして、
前記砥石車の回転軸線と直交する軸線回りに回転する第一ツルアと、
前記砥石車の回転軸線と平行な軸線回りに回転する第二ツルアと、を備え、
前記端面ツルーイング制御部は、前記第一ツルアを用いて前記端面をツルーイングする
ようになし、
前記角部ツルーイング制御部は、前記第二ツルアを用いて前記角部をツルーイングする
ようになし、
前記連続ツルーイング制御部は、前記第二ツルアを用いて前記角部及び前記円筒外周部
を連続してツルーイングする請求項 5 に記載のツルーイング装置。

【請求項 8】

10

前記ツルアとして、
円錐台形状をなし、該円錐台形状の中心線まわりに回転可能なコアと、
該コアの円錐台形状小径側の基端の外周から大径側の先端の外周にわたるテーパ状の
外周面に固着された砥粒層と、を備えたカップ型ツルアを用い、
前記ツルアを、前記コアの回転軸を前記砥石車の径方向に向け、且つ前記先端を前記砥
石車側に配置せしめ、
前記角部ツルーイング制御部は、算出した前記角部の修正量から、算出した前記端面の
修正量を残して前記角部をツルーイングし、
前記連続ツルーイング制御部は、前記角部のツルーイング終了後、算出した前記端面の
修正量に応じ、一方の前記端面と一方の前記角部及び前記円筒外周部とを連続してツルー
イングし、更に他方の前記端面と他方の前記角部とを連続してツルーイングするようにな
した請求項 6 に記載のツルーイング装置。

20

【請求項 9】

端面、円筒外周部、及び、前記端面と前記円筒外周部とをつなぐ角部を備える砥石車を
ツルーイングするツルーイング方法であって、
前記砥石車の形状を計測する形状計測工程と、
研削前の前記砥石車の形状と、ツルーイング前の前記砥石車の形状により導いた前記端
面の摩耗量に基づいて前記端面の修正量を算出する端面修正量工程と、
研削前の前記砥石車の形状と、ツルーイング前の前記砥石車の形状により導いた前記円
筒外周部の摩耗量に基づいて前記円筒外周部の修正量を算出する円筒外周部修正量工程と
、
研削前の前記砥石車の形状と、前記端面の修正量と前記円筒外周部の修正量から導き出
されるツルーイング後の前記砥石車の形状とに基づいて、前記角部の修正量を算出する角
部修正量算出工程と、
算出した前記角部の修正量から、少なくとも 1 回の切り込み量を残して前記角部のツル
ーイングを行う角部ツルーイング工程と、
前記角部のツルーイング終了後に、前記少なくとも 1 回の切り込み量に応じて、前記角
部と前記円筒外周部とを連続してツルーイングする連続ツルーイング工程と、を備えるツ
ルーイング方法。

30

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】**【0001】**

本発明は、砥石車の形状崩れをツルアにより修正するツルーイング装置及びツルーイン
グ方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、研削加工後に形状が崩れた砥石車の外周（研削面）をツルアにより削り取って、
砥石車の形状崩れを修正するツルーイング装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照
）。

一般にツルーイング装置によるツルーイングは、ツルアを回転させながら、砥石車の外

50

周に沿ってトラバースさせることにより行われている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平3-277468号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところでツルーイングを行う場合、砥石車及びツルアにかかる荷重を軽減するために、ツルアによる砥石車への切込み量が予め規定されている（例えば、約3 μ m）。従って、砥石車の修正には、複数回にわたりツルアを砥石車の外周に沿ってトラバースさせる必要がある。

【0005】

また砥石車は、例えばクランクシャフトのピン部を研削すると、およそ10：1の割合で砥石車の端面の摩耗が、円筒外周部に比べて大きい。更に、引用文献1には、砥石車の回転軸線と平行な軸線回りに回転するツルアで、一方の角部と円筒外周部と他方の角部を連続ツルーイングすることしか記載されていないが、砥石車の回転軸線と直交する軸線回りに回転する別のツルアで、砥石車の両端面のツルーイングを行う必要がある。この場合、3：1の割合で端面の修正量が、円筒外周部に比べて大きい。よって、研削あるいはツルーイングにより、砥石車の角部の一部がカットされたような形状となり、角部の形状が崩れる。外周の直線部と曲線状の角部とでは形状崩れの割合が異なり、角部の方が形状を修正するための修正量が大きくなる。よって、角部の修正量に応じてツルアのトラバース回数が決まる。このため修正量の少ない前記直線部ではツルアが当接することなく空振りの状態で通過することが多く、ツルーイングの作業効率が良いとは言えず、且つツルーイングの作業時間が長くなるといった問題があった。

【0006】

そこで本発明は、ツルーイングの作業効率が良好で、且つ作業時間を短縮できるツルーイング装置及びツルーイング方法を提供することを課題としてなされたものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

（1．ツルーイング装置）

本発明のツルーイング装置は、端面、円筒外周部、及び、前記端面と前記円筒外周部とをつなぐ角部を備える砥石車をツルーイング対象とするツルーイング装置であって、ツルアと、前記砥石車と前記ツルアとを相対移動させる送り装置と、前記送り装置を制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記砥石車の形状を計測する形状計測制御部と、研削前の前記砥石車の形状と、ツルーイング前の前記砥石車の形状により導いた前記端面の摩耗量に基づいて前記端面の修正量を算出する端面修正量算出部と、研削前の前記砥石車の形状と、ツルーイング前の前記砥石車の形状により導いた前記円筒外周部の摩耗量に基づいて前記円筒外周部の修正量を算出する円筒外周部修正量算出部と、研削前の前記砥石車の形状と、前記端面の修正量と前記円筒外周部の修正量から導き出されるツルーイング後の前記砥石車の形状とに基づいて、前記角部の修正量を算出する角部修正量算出部と、算出した前記角部の修正量から、少なくとも1回の切り込み量を残して前記角部をツルーイングする角部ツルーイング制御部と、前記角部のツルーイング終了後、前記少なくとも1回の切り込み量に応じ、前記角部と前記円筒外周部とを連続してツルーイングする連続ツルーイング制御部と、を備える。

【0008】

（2．ツルーイング方法）

本発明のツルーイング方法は、端面、円筒外周部、及び、前記端面と前記円筒外周部とをつなぐ角部を備える砥石車をツルーイングするツルーイング方法であって、前記砥石車の形状を計測する形状計測工程と、研削前の前記砥石車の形状と、ツルーイング前の前記

砥石車の形状により導いた前記端面の摩耗量に基づいて前記端面の修正量を算出する端面修正量工程と、研削前の前記砥石車の形状と、ツルーイング前の前記砥石車の形状により導いた前記円筒外周部の摩耗量に基づいて前記円筒外周部の修正量を算出する円筒外周部修正量工程と、研削前の前記砥石車の形状と、前記端面の修正量と前記円筒外周部の修正量から導き出されるツルーイング後の前記砥石車の形状とに基づいて、前記角部の修正量を算出する角部修正量算出工程と、算出した前記角部の修正量から、少なくとも1回の切り込み量を残して前記角部のツルーイングを行う角部ツルーイング工程と、前記角部のツルーイング終了後に、前記少なくとも1回の切り込み量に応じて、前記角部と前記円筒外周部とを連続してツルーイングする連続ツルーイング工程と、を備えることを要旨とする。

10

【0009】

本発明のツルーイング装置及びツルーイング方法によれば、角部の修正量から少なくとも1回の切り込み量を残して角部を修正後に、少なくとも1回の切り込み量に応じて角部と円筒外周部と連続するツルーイングを行うので、ツルーイング中にツルアと砥石車とが離間する空振り状態の発生を軽減することができ、ツルーイングの作業効率が向上し、作業時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1A】第一本実施形態の研削装置を示す。

【図1B】図1Aの研削装置の砥石車の主に砥石部分の回転軸方向の断面である。

20

【図2】研削装置の制御装置によるツルーイング処理1の流れを示すフローチャートである。

【図3】制御装置による砥石部計測処理の流れを示すフローチャートである。

【図4A】ツルーイング処理1における砥石車の第一端面及び第二端面をツルーイングする動作を示す図である。

【図4B】ツルーイング処理1における砥石車の第一角部及び第二角部をツルーイングする動作を示す図である。

【図4C】ツルーイング処理1における砥石車の第一角部、円筒外周部、第二角部をツルーイングする動作を示す図である。

【図5】ツルーイング処理1における砥石車の角部をツルーイングする第一例を示す図である。

30

【図6】ツルーイング処理1における砥石車の角部をツルーイングする第二例を示す図である。

【図7】ツルーイング処理1における砥石車の角部をツルーイングする第三例を示す図である。

【図8A】第二本実施形態の研削装置を示す。

【図8B】図7Aのツルーイング装置のツルアの回転軸方向の断面である。

【図9】研削装置の制御装置によるツルーイング処理2の流れを示すフローチャートである。

【図10A】ツルーイング処理2における砥石車の第一角部及び第二角部をツルーイングする動作を示す図である。

40

【図10B】ツルーイング処理2における砥石車の第一端面、第一角部及び円筒外周部をツルーイングする動作を示す図である。

【図10C】ツルーイング処理2における砥石車の第二端面及び第二角部をツルーイングする動作を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

〈第一実施形態〉

(1. 研削装置Kの構成)

研削装置Kの構成について、図1Aを参照して説明する。研削装置Kは、例えばクラン

50

クシャフトなどの工作物Wに対して砥石車2を相対移動させて研削加工を行う工作機械である。

【0012】

研削装置Kは、床上に固定されたベッド1を備え、ベッド1上には、X軸方向に沿って往復移動可能に設けられた砥石台10と、X軸に交差するZ軸方向に沿って往復移動可能に設けられたテーブル11とを備えている。ここで、本実施形態においては、Z軸方向は、工作物Wの回転中心軸C1に沿う方向とし、X軸方向は、工作物Wの回転中心軸C1に直交する方向とする。

【0013】

砥石台10には、砥石軸回転モータ15が設けられ、該砥石軸回転モータ15により砥石車2が回転可能に設けられている。砥石車2の砥石軸C2は、Z軸方向に沿って設けられている。

10

【0014】

砥石車2は、円盤状に形成され、砥石コア部20及び砥石部21を備える。砥石コア部20は、円盤状に形成された鉄又はアルミニウムなどの金属コアであって、砥石軸回転モータ15の砥石軸にボルト等により着脱可能に連結されている。砥石部21は、円環状に形成され、砥石コア部20の外周面に固定されている。砥石部21は、研削加工の際に工作物Wと接触する部位であって、例えば、砥石コア部20の外周に超硬質のCBN砥粒をビトリファイドボンドなどで結合して構成される。

【0015】

20

砥石部21の砥石軸C2に沿った断面（以下、「縦断面」とも称する）は、図1Bに示すとおりである。砥石部21の縦断面は、外周面である円筒外周部23、その両側の2つの端面（第一端面、第二端面）22a、22b、円筒外周部23と各端面22a、22bとをつなぐ2つの角部（第一角部、第二角部）24a、24b、並びに砥石コア部20の外周に結合された内周面を備える。

【0016】

円筒外周部23は、砥石軸C2と平行な面である。第一及び第二端面22a、22bは、砥石軸C2と直交する面である。第一及び第二角部24a、24bは、所定の半径Raを有する円弧凸状の断面形状に形成されている。第一及び第二角部24a、24bは、円筒外周部23、第一及び第二端面22a、22bに対して接線を連続するように接続される。つまり、第一及び第二角部24a、24bは、90°の中心角を有する。円筒外周部23、第一及び第二端面22a、22b、第一及び第二角部24a、24bは、それぞれ工作物Wに適宜に接触して研削を行うための面である。

30

【0017】

図1Aに示すように、テーブル11上には、工作物Wの一端を支持して回転駆動せしめる主軸台31と、工作物Wの他端を回転自在に支持する心押台32が設置されている。そして、主軸台31と心押台32とで工作物Wをその回転中心軸C1がZ軸方向に一致するように支持し、研削加工時には工作物Wを回転駆動する。

【0018】

またテーブル上にはツルーイング装置Tの第一ツールユニット4aがX軸方向に沿って往復移動可能に設けられている。第一ツールユニット4aは、回転可能な第一ツール40aと、第一ツール40aを回転駆動する駆動装置とを備える。第一ツール40aの回転軸C3はX軸方向に沿って設けられている。第一ツール40aは公知のロータリーツールである。この様に設けられた第一ツールユニット4aは、工作物Wのない状態で、X軸方向、即ち砥石車2の径方向に沿って移動して砥石車2の第一及び第二端面22a、22bをそれぞれツルーイングする構成である。

40

【0019】

また第一ツールユニット4aには、回転軸C3方向の砥石車2側の先端部に、砥石部21の第一端面22a及び円筒外周部23の位置を計測するための接触検知器45が設けられている。接触検知器45は公知の機器であり、円盤状の検知盤を備え、検知盤の外周に

50

砥石車 2 の第一端面 2 2 a を当て、検知盤の端面に砥石車 2 の円筒外周部 2 3 を当てたときの振動を検知する A E センサ 4 6 を備えている。そして A E センサ 4 6 の振動検知に基づいて第一端面 2 2 a の位置と円筒外周部 2 3 の位置とを計測する構成である。尚、接触検知器 4 5 は、砥石車 2 の端面の位置を検知する際、砥石車 2 の両端面の位置を検知せず、第一端面 2 2 a の位置のみを検知する。砥石車 2 の幅方向の中心が分かっているので、幅方向中心から第一端面 2 2 a までの距離が分かれば、それを利用して幅方向の中心から第二端面 2 2 b の位置を算出できる。

【0020】

更に、主軸台 3 1 に第二ツルアユニット 4 b が設けられている。第二ツルアユニット 4 b は、回転可能な第二ツルア 4 0 b と、第二ツルア 4 0 b を回転駆動する駆動装置とを備える。第二ツルア 4 0 b の回転軸 C 4 は Z 軸方向に沿って設けられている。第二ツルア 4 0 b は公知のロータリーツルアである。この様に設けられた第二ツルアユニット 4 b は、砥石車 2 の円筒外周部 2 3、第一及び第二角部 2 4 a、2 4 b をそれぞれツルーイングする構成である。

【0021】

研削装置 K は制御装置 5 0 を備えている。制御装置 5 0 は、CPU や ROM などにより構成され、数値制御 (NC) プログラム、研削加工条件、ツルーイング条件などを記憶している。制御装置 5 0 は、研削加工においては、砥石台 1 0 の X 軸位置、テーブル 1 1 の Z 軸位置、工作物 W の回転を NC 制御する。研削装置 K は、制御装置 5 0 により、砥石車 2 を回転させながら、工作物 W に対する砥石台 1 0 の各軸位置を制御することで、工作物 W の外周面を研削加工する。

【0022】

研削装置 K は、砥石台 1 0 を移動させる砥石台移動用駆動モータ 6 0、砥石台 1 0 の位置を検出する砥石台移動用エンコーダ 6 1、砥石台移動用駆動モータ 6 0 に駆動電流を供給する砥石台移動用駆動回路 6 2、テーブル 1 1 を移動させるテーブル移動用駆動モータ 6 5、テーブル 1 1 の位置を検出するテーブル移動用エンコーダ 6 6、テーブル移動用駆動モータに駆動電流を供給するテーブル移動用駆動回路 6 7 を備えている。そして、制御装置 5 0 から砥石台移動用駆動回路 6 2 とテーブル移動用駆動回路 6 7 とへ位置指令が与えられる。

【0023】

また、制御装置 5 0 は、ツルーイングにおいては、第一及び第二ツルアユニット 4 a、4 b のモータを回転させることで第一及び第二ツルア 4 0 a、4 0 b の回転を制御する。更に、制御装置 5 0 は、砥石車 2 の X 軸位置、第一ツルア 4 0 a の X 軸位置及び Z 軸位置、第二ツルア 4 0 b の Z 軸位置を NC 制御し、砥石車 2 の形状を成形するツルーイングを行う。

【0024】

制御装置 5 0 はツルーイングの制御に関する機能構成として、ツルーイング前の砥石車の形状と、研削前の砥石車 2 の形状により導いた円筒外周部 2 3 の摩耗量に基づいて円筒外周部 2 3 の修正量を算出する円筒外周部修正量算出部 5 1 を備えている。

【0025】

制御装置 5 0 はツルーイングの制御に関する機能構成として、ツルーイング前の砥石車 2 の形状と、ツルーイング後の砥石車 2 の形状とに基づいて、角部 2 4 a の修正量を算出する角部修正量算出部 5 2 を備えている。

【0026】

制御装置 5 0 はツルーイングの制御に関する機能構成として、ツルーイング前の砥石車 2 の形状と、研削前の砥石車 2 の形状により導いた端面 2 2 a の摩耗量に基づいて端面 2 2 a の修正量を算出する端面修正量算出部 5 3 を備えている。

【0027】

制御装置 5 0 はツルーイングの制御に関する機能構成として、砥石車 2 の砥石部 2 1 の第一及び第二端面 2 2 a、2 2 b をそれぞれツルーイングする端面ツルーイング制御部 5

10

20

30

40

50

4を備えている。

【0028】

制御装置50はツルーイングの制御に関する機能構成として第一及び第二角部24a, 24bをそれぞれツルーイングする角部ツルーイング制御部55を備えている。

【0029】

制御装置50はツルーイングの制御に関する機能構成として、第一角部24aと円筒外周部23と第二角部24bとを連続してツルーイングする連続ツルーイング制御部56、砥石車2の砥石部21の形状を計測する形状計測制御部57を備えている。

【0030】

本実施形態のツルーイング装置Tは、第一及び第二ツルアユニット4a, 4b、砥石車2と第一及び第二ツルアユニット4a, 4bとをX軸とZ軸方向に相対移動させるための送り装置として、砥石台移動用駆動モータ60、砥石台移動用エンコーダ61、砥石台移動用駆動回路62、テーブル移動用駆動モータ65、テーブル移動用エンコーダ66、テーブル移動用駆動回路67、並びに制御装置50を含む。

【0031】

(2. 第一実施形態のツルーイングの手順)

本実施形態の制御装置50で実行されるツルーイング処理1の手順及び動作を図2乃至図4Cに基づいて説明する。尚、ツルーイングは研削装置Kに工作物Wがない状態で実施される。

【0032】

図2に示すように、ツルーイング処理1は、先ず、研削後の摩耗した状態の砥石車2の砥石部21の形状を計測する(S10)。本S10の処理は、図3に示す砥石部計測処理に移行して、計測が実施される。

【0033】

図3に示すように、砥石部計測処理は、先ず、接触検知器45の検知盤の端面に砥石車2の砥石部21が対応する位置にテーブル11を移動させる(S30)。またこの処理では、接触検知器45を有する第一ツルアユニット4aを、X軸方向に沿って砥石車2側の所定の位置へ前進させる(図1A参照)。

【0034】

続いて、砥石台10をX軸方向に沿って前進させる(S31)。そして、砥石部21の円筒外周部23を接触検知器45により接触検知したか否かを判定する(S31)。即ち、接触検知器45の検知盤の端面に円筒外周部23が接触したときの振動をAEセンサ46で検知したか否かを判定する。否定判定であれば(S31: no)、S31の処理の砥石台10の前進を続ける。

【0035】

肯定判定であれば(S32: yes)、砥石台10の前進を停止する(S33)。次に、砥石台10の位置を砥石台移動用エンコーダ61で読み取り、砥石台10の位置を検出する(S34)。続いて、砥石部21の円筒外周部23の位置を算出する(S35)。この場合、検知盤の幅、砥石車2の径、砥石台10の位置が分かるので、砥石車2の径が変われば、砥石台10の位置が変わることから、このときの砥石台10の位置でもって、砥石車2の径が分かる。これより円筒外周部23の位置を算出する。

【0036】

続いて、砥石台10をX軸方向に沿って所定量後退させる(S36)。次に、テーブル11をZ軸方向に沿って所定量右進させる(S37)。次に、砥石台10をX軸方向に沿って所定量前進させる(S38)。その後、テーブル11をZ軸方向に沿って左進させる(S31)。

【0037】

そして、砥石部21の第一端面22aを接触検知器45により接触検知したか否かを判定する(S40)。即ち、接触検知器45の検知盤の外周に第一端面22aが接触したときの振動をAEセンサ46で検知したか否かを判定する。否定判定であれば(S40: n

10

20

30

40

50

o)、S 3 9 の処理のテーブル 1 1 の左進を続ける。

【0 0 3 8】

肯定判定であれば (S 4 0 : y e s)、テーブル 1 1 の左進を停止する (S 4 1)。次に、テーブル 1 1 の位置をテーブル移動用エンコーダ 6 6 で読み取り、テーブル 1 1 の位置を検出する (S 4 2)。続いて、砥石部 2 1 の第一端面 2 2 a の位置を算出する (S 4 3)。この場合、検知盤の径、砥石車 2 の幅、テーブル 1 1 の位置が分かるので、砥石車 2 の幅が変われば、テーブル 1 1 の位置が変わることから、テーブル 1 1 の位置でもって、砥石車 2 の幅が分かる。これにより第一端面 2 2 a の位置を算出する。

【0 0 3 9】

そして、テーブル 1 1 を Z 軸方向に沿って所定量右進させる (S 4 4)。その後、砥石台 1 0 を X 軸方向に沿って所定量後退させ (S 4 5)、砥石部計測処理を終了する。

本砥石部計測処理では、砥石車 2 の円筒外周部 2 3 の位置、第一端面 2 2 a の位置が分かれば、砥石部 2 1 の形状の位置が分かる。

【0 0 4 0】

砥石部計測処理の終了後、図 2 に示すように、第一端面 2 2 a 及び第二端面 2 2 b の摩耗量、円筒外周部 2 3 の摩耗量を算出する (S 1 1)。各摩耗量は、先回のツルーイング後 (研削前) の砥石部 2 1 の位置から計測によって検知したツルーイング前の現状の砥石部 2 1 の位置を差し引くことで算出される。

【0 0 4 1】

次に、第一端面 2 2 a 及び第二端面 2 2 b の摩耗量に応じて、第一端面 2 2 a 及び第二端面 2 2 b の修正量を算出する。また、円筒外周部 2 3 の摩耗量に応じて円筒外周部 2 3 の修正量を算出する (S 1 2)。

【0 0 4 2】

その後、砥石車 2 の第一端面 2 2 a を、その修正量に応じてツルーイングを行う (S 1 3)。次に、第二端面 2 2 b を、ツルーイングする (S 1 4)。

【0 0 4 3】

図 4 A に示すように、S 1 3 の処理による第一端面 2 2 a のツルーイングは、第一ツルアユニット 4 a の第一ツルア 4 0 a が、砥石部 2 1 の第一端面 2 2 a を、その第一角部 2 4 a 側から砥石部 2 1 の内周側へ向かって砥石車 2 の径方向に沿う直線的な軌道によるツルーイング F 1 0 を行う。この場合、ツルアの 1 回の切込み量は規定されており (約 3 μ m)、砥石車 2 の径方向の往復動端での Z 軸方向の規定量の切込みと、砥石車 2 の径方向の往復移動を複数回繰り返して第一端面 2 2 a をツルーイングする。

【0 0 4 4】

次に第一ツルア 4 0 a は反対側の第二端面 2 2 b に対応する位置へ相対移動する。この場合、高速での移動が可能で、移動時間が短時間ですむ。そして、S 1 4 の処理による第一端面 2 2 a のツルーイングは、第一ツルア 4 0 a が、第二端面 2 2 b を、その第二角部 2 4 b 側から砥石部 2 1 の内周側へ向かって砥石車 2 の径方向に沿う直線的な軌道によるツルーイング F 1 1 を行う。この場合も、第一端面 2 2 a のツルーイングと同様に、砥石車 2 の径方向の往復動端での Z 軸方向の規定量の切込みと、砥石車 2 の径方向の往復移動を複数回繰り返して第二端面 2 2 b をツルーイングする。

【0 0 4 5】

次に、図 2 に示すように、ツルーイング後の第一端面 2 2 a の位置の計測を行う (S 1 5)。これの計測は、図 3 に示す砥石部計測処理の S 3 8 乃至 S 4 5 の処理と同様に行われる。続いて、計測した第一端面 2 2 a の位置に応じてツルーイング後の第二端面 2 2 b の位置の算出する (S 1 6)。

【0 0 4 6】

その後、第一角部 2 4 a 及び第二角部 2 4 b の修正量を算出する (S 1 7)。この場合、先回のツルーイング後で研削前の砥石部 2 1 の形状から断面円弧凸状をなす第一角部 2 4 a 及び第二角部 2 4 b の位置、円弧形状及び半径が分かっているので、第一角部 2 4 a の修正量は、第一端面 2 2 a の修正量と円筒外周部 2 3 の修正量により算出される。同様

10

20

30

40

50

に、第二角部 2 4 b の修正量は、第二端面 2 2 b の修正量と円筒外周部 2 3 の修正量により算出される。先回のツルーイング後で研削前の砥石部 2 1 の形状から、第一端面 2 2 a の修正量、第二端面 2 2 b の修正量、円筒外周部 2 3 の修正量を引くことにより、ツルーイング後の砥石部 2 1 の形状が導き出せる。

【0047】

算出した修正量に応じて、第一角部 2 4 a のツルーイングを行う (S 1 8)。この場合、ツルーイングは、規定量 (約 3 μ m) の切込みを行いながら複数回行われる。また、第一角部 2 4 a のツルーイングを行う際には、第一端面 2 2 a、第二端面 2 2 b、円筒外周部 2 3 及び第二角部 2 4 b のツルーイングは行われない。

【0048】

第一角部 2 4 a のツルーイングが終了すると、第一角部 2 4 a と同様に、算出した修正量に応じて、第二角部 2 4 b のツルーイングを行う (S 1 9)。また、第二角部 2 4 b のツルーイングを行う際には、第一端面 2 2 a、第二端面 2 2 b、円筒外周部 2 3 及び第一角部 2 4 a のツルーイングは行われない。

【0049】

S 1 8 の処理による第一角部 2 4 a のツルーイングは、算出された第一角部 2 4 a の修正量から少なくとも 1 回の切込み量を差し引いた 1 次修正分量に応じて行われる。図 4 B に示すように、第一角部 2 4 a のツルーイングは、第二ツルアユニット 4 b の第二ツルア 4 0 b が、第一角部 2 4 a を、その第一端面 2 2 a 側から円筒外周部 2 3 側へ向かって、先回のツルーイング後の砥石部 2 1 の第一角部 2 4 a の円弧凸状の断面形状に沿う円弧軌跡によるツルーイング F 2 0 を行う。この場合、第二ツルア 4 0 b は、円弧軌跡の往復動端での規定量 (約 3 μ m) の切込みと、円弧軌跡の往復移動を複数回繰り返して第一角部 2 4 a をツルーイングする。

【0050】

第二ツルア 4 0 b は反対側の第二角部 2 4 b に対応する位置へ相対移動する。この場合も高速移動により移動時間が短時間ですむ。そして、S 1 9 の処理による第二角部 2 4 b のツルーイングは、算出された第二角部 2 4 b の修正量から少なくとも 1 回の切込み量を差し引いた 1 次修正分量に応じて行われる。第二角部 2 4 b のツルーイングは、第二ツルアユニット 4 b の第二ツルア 4 0 b が、第二角部 2 4 b を、その第二端面 2 2 b 側から円筒外周部 2 3 側へ向かって、先回のツルーイング後で研削前の砥石部 2 1 の第二角部 2 4 b の円弧凸状の断面形状に沿う円弧軌跡によるツルーイング F 2 1 を行う。この場合も、第二ツルア 4 0 b は、円弧軌跡の往復動端での規定量 (約 3 μ m) の切込みと、円弧軌跡の往復移動を複数回繰り返して第二角部 2 4 b をツルーイングする。

【0051】

図 2 に示すように、第二角部 2 4 b のツルーイングが終了すると、第一角部 2 4 a、円筒外周部 2 3 及び第二角部 2 4 b を一連に連続してツルーイングを行う (S 2 0)。この連続ツルーイングは、第一角部 2 4 a の修正量から 1 次修正分量を差し引いた 2 次修正分量、少なくとも 1 回の切込み量、及び、第二角部 2 4 b の修正量から 1 次修正分量を差し引いた 2 次修正分量に応じて行われる。

【0052】

砥石部 2 1 の全てのツルーイングが終了した後、今回のツルーイング後の砥石部 2 1 の形状及び位置を計測する (S 2 1)。これは、次回のツルーイング時の砥石部 2 1 の修正量を算出する際に用いるためである。その後、ツルーイング処理 1 を終了する。

【0053】

図 4 C に示すように、第二角部 2 4 b のツルーイング F 2 1 の終了後、第二ツルア 4 0 b は第一角部 2 4 a に対応する位置へ戻る。この移動も高速で移動することにより短時間ですむ。そして、S 2 0 の処理による連続ツルーイングは、第二ツルア 4 0 b が、第一角部 2 4 a に対応する円弧状の軌跡のツルーイングと、円筒外周部 2 3 に対応して砥石車 2 の砥石軸に沿う直線状の軌跡のツルーイングと、第二角部 2 4 b に対応する円弧状の軌跡のツルーイングとが連続する連続ツルーイング F 3 0 を行う。この場合、第二ツルア 4 0

10

20

30

40

50

bは、全体軌跡の往復動端での規定量（約 $3\mu\text{m}$ ）の切込みと、全体軌跡の往復移動を複数回繰り返して第一角部24a、円筒外周部23及び第二角部24bをツルーイングする。その後、動作を終了する。

【0054】

（3．第一例の角部のツルーイングの説明）

次に図5に基づいて第一及び第二角部24a、24bのツルーイングの詳細を説明する。

本ツルーイングは、砥石部21への第二ツルア40bの切り込み方向を砥石車2の径方向に沿って行うツルーイングである。尚、図では第一角部24aのツルーイングを中心に説明するが、第二角部においても同様である。

10

【0055】

先回のツルーイング後で研削前に計測した砥石部21の形状及び位置と、今回の第一端面22aのツルーイング後に計測した第一端面22aの位置との交点から修正基準点P1を算出する。そして算出された第一角部24aの修正量により新たに成形される第一角部24aの所望形状Gが設定される。該所望形状Gは、先回のツルーイング後の砥石部21の第一角部24aと同一半径の円弧凸状である。

【0056】

そして、修正基準点P1と、所望形状Gの第一端面22aの境界点とにより、砥石車2の径方向に沿う第一角部24aの修正量Dが算出される。図中、E2は、円筒外周部23の径方向に沿う修正量である。

20

【0057】

第一角部24のツルーイングF20は、角部24aの修正量Dから円筒外周部23の修正量E2あるいは第一角部24aの1回の切込み量を差し引いた1次修正分量に応じて、第二ツルア40bにより修正基準点P1をツルーイングする円弧軌跡でツルーイングF20を開始する。そして、第二ツルア40bは、軌跡の往復動端で砥石車2の径方向に沿って切り込みながら（矢印h）、円弧軌跡のツルーイングF20を繰り返し行う。

ツルーイングF20は、所望形状Gに対して円筒外周部23の修正量E2あるいは第一角部24aの1回の切込み量に相当する2次修正分量を残した状態で終了する。その後、連続ツルーイングF30により所望形状Gが成形される。修正量D>第一角部24aの1回の切込み量>修正量E2の大小関係であるので、2次修正分量は第一角部24aの1回の切込み量であるのが望ましい。2次修正分量が修正量E2であると、ツルーイングF20が行われなくなり、好ましくない。

30

【0058】

尚、図においてJ1は先回のツルーイング後の砥石部21の第一角部24aの中心点を示し、J2は所望形状Gの円弧の中心点を、J3は最初のツルーイングF20の円弧軌跡の中心点を示す。中心点J3は、ツルーイングF20の繰り返しにより、砥石車2の径方向に沿って中心点J2に向かって移動することとなる。

【0059】

（4．第二例の角部のツルーイングの説明）

図6に示すように、本ツルーイングは、ツルーイング前の第一角部24aの形状から所望形状Gの第一角部24aの形状に向かって行う。即ち、砥石部21への第二ツルア40bの切り込み方向を、砥石車2の径方向に対して傾斜姿勢をなし、先回のツルーイング後の砥石部21の第一角部24aの中心点J1と所望形状Gの中心点J2とを結ぶ直線L1に沿う方向に行うツルーイングである。従って、第一角部24aの修正量D1は、直線L1に沿う方向に沿う、先回のツルーイング後の砥石部21の第一端面の位置と、ツルーイング後の第一端面22aとの位置との間の距離である。

40

【0060】

そして修正量D1から第一角部24aの1回の切込み量を差し引いた1次修正分量に応じて、第二ツルア40bにより修正基準点P1を通過する円弧軌跡でツルーイングF20を開始する。そして、第二ツルア40bは、軌跡の往復動端で直線L1に沿う方向に切り

50

込みながら（矢印 h）、円弧軌跡のツルーイング F 20 を繰り返す行う。

【0061】

ツルーイング F 20 は、所望形状 G に対して第一角部 24 a の 1 回の切込み量に相当する 2 次修正分量を残した状態で終了する。その後、連続ツルーイング F 30 により所望形状 G が成形される。修正量 D 1 を軸方向及び径方向に分解すると、修正量 E 1 及び修正量 E 2 となる。つまり、第一角部 24 a を修正量 D 1 だけ修正すると、径方向に修正量 E 2 だけ修正される。このことから、2 次修正分量は第一角部 24 a の 1 回の切込み量であるのが望ましい。2 次修正分量が修正量 E 2 であると、ツルーイング F 20 が行われなくなり、好ましくない。

この様に本ツルーイングによれば、第一角部 24 a の修正量 D 1 を第一例のツルーイングの修正量 D に比べて大幅に削減することができ、その分、ツルーイング回数を減らすことができ効率的である。

【0062】

（5．第三例の角部のツルーイングの説明）

第一例及び第二例のツルーイングは何れもツルアの移動軌跡が、中心角が直角の円弧軌跡であり、ツルアが砥石部の角部から離間して移動する空振りが発生する。そこで本ツルーイングでは、ツルーイング毎に、ツルーイング前の角部 24 a の形状と所望形状 G の角部 24 a の形状とで囲まれたツルーイング範囲から、第一端面 22 a の修正量 E 1 を除いた新たなツルーイング範囲を設定し、その範囲に基づいてツルアの移動量を変化させるようすることが望ましい。

図 7 は、図 6 に示した第二例のツルーイングに本第三例を適用したもので、ツルアの移動が砥石部 21 の第一端面 22 a からはみ出さないようにしたものである。これによれば空振りがなくし、ツルーイングの効率を向上することができる。

【0063】

〈第二実施形態〉

図 8 A 乃至図 10 C に基づいて本発明の第二実施形態を説明する。尚、本実施形態の基本的な構成は第一実施形態のそれとほぼ同じであり、相違点を中心に説明する。また図において同一部材は同一符号で示し、同一部材の説明を省略する。

【0064】

（6．研削装置 K 1 の構成）

図 8 A に示すように、研削装置 K 1 には、テーブル 11 上の主軸台 31 に隣接してツルアユニット 4 c が設けられている。ツルアユニット 4 c は、回転可能なツルア 40 c と、ツルア 40 c を回転駆動する駆動装置とを備える。ツルア 40 c の回転軸 C 5 は砥石車 2 の径方向、即ち X 軸方向に沿って設けられている。ツルアユニット 4 c は、砥石車 2 の第一及び第二端面 22 a, 22 b、円筒外周部 23、第一及び第二角部 24 a, 24 b をそれぞれツルーイングする構成である。

【0065】

主軸台 31 には、砥石台側に向けて接触検知器 45 a が設けられている。接触検知器 45 a は、実質、第一実施形態の接触検知器 45 と同一構成である。また、接触検知器 45 a は、実質、第一実施形態の接触検知器 45 と同様の動作により、砥石部 21 の第一端面 22 a 及び円筒外周部 23 の位置を計測する。

【0066】

制御装置 50 はツルーイングの制御に関する機能構成として、研削前の砥石車 2 の形状と、ツルーイング前の砥石車 2 の形状により導いた円筒外周部 23 の摩耗量に基づいて円筒外周部 23 の修正量を算出する円筒外周部修正量算出部 51 を備えている。

【0067】

制御装置 50 はツルーイングの制御に関する機能構成として、ツルーイング前の砥石車 2 の形状と、端面 22 a, 22 b の修正量と円筒外周部 23 の修正量から導き出されるツルーイング後の砥石車 2 の形状とに基づいて、角部 24 a の修正量を算出する角部修正量算出部 52 を備えている。

【0068】

制御装置50はツルーイングの制御に関する機能構成として、研削前の砥石車2の形状と、ツルーイング前の砥石車2の形状により導いた第一端面22aの摩耗量に基づいて第一端面22aの修正量を算出する端面修正量算出部53を備えている。

【0069】

制御装置50はツルーイングの制御に関する機能構成として第一及び第二角部24a, 24bをそれぞれツルーイングする角部ツルーイング制御部55を備えている。

【0070】

制御装置50はツルーイングの制御に関する機能構成として、第一端面22aと第一角部24aと円筒外周部23第二とを連続してツルーイングし、第二端面22bと第二角部24bとを連続してツルーイングする連続ツルーイング制御部56、砥石車2の砥石部21の形状を計測する形状計測制御部57を備えている。

10

【0071】

図8Bはツルア40cの回転軸C5に沿う縦断面を示す。

ツルア40cは、駆動装置の駆動軸43の先端面にボルトにより着脱可能に取り付けられる。ツルア40cは、円錐台形に形成される。ツルア40cの円錐台形の小径側が、駆動軸43の先端面に固定される基端側となり、ツルア40cの円錐台形の大径側が、駆動軸43とは反対側に位置する先端側となる。

【0072】

ツルア40cは、コア41と、砥粒層42とを備える。

20

コア41は、鉄やアルミニウム等の金属材料で形成され、円錐台形に形成される。コア41は、回転軸C5に沿った断面視において開口部側が拡張されたカップ形状に形成される。コア41は、カップの底部に相当する円錐台の小径側に位置する基台411と、カップの周壁に相当する円錐台の大径側に開口する中空筒状の筒部412を有する。砥粒層42は、コア41の筒部412のテーパ状の外周面413に形成される。砥粒層42は、例えば粒状のダイヤモンド等の砥粒を電着により形成される。

【0073】

(7. 第二実施形態のツルーイングの手順)

本実施形態の制御装置50で実行されるツルーイング処理2の手順及び動作を図9乃至図10Cに基づいて説明する。図9に示すように、ツルーイング処理2は、先ず、砥石車2の形状及び位置を計測する(S20)。計測は、接触検知器45aを用い、図3に示した砥石部計測処理にて行われる。計測の説明は省略する。

30

【0074】

砥石部計測処理の終了後、第一端面22a及び第二端面22bの摩耗量、円筒外周部23の摩耗量を算出する(S51)。各摩耗量は、先回のツルーイング後(研削前)の砥石部21の位置から計測によって検知したツルーイング前(研削後)の現状の砥石部21の位置を差し引くことで算出される。

【0075】

続いて、第一端面22a及び第二端面22bの摩耗量に応じて、第一端面22a及び第二端面22bの修正量を算出する。また、円筒外周部23の摩耗量に応じて円筒外周部23の修正量を算出する(S52)。

40

【0076】

その後、第一角部24a及び第二角部24bの修正量を算出する(S53)。この場合、先回のツルーイング後で研削前の砥石部21の形状から断面円弧凸状をなす第一角部24a及び第二角部24bの位置、円弧形状及び半径が分かっているので、第一角部24aの修正量は、第一端面22aの修正量と円筒外周部23の修正量により算出される。同様に、第二角部24bの修正量は、第二端面22bの修正量と円筒外周部23の修正量により算出される。

ツルーイング前の砥石部21の計測が行われると、その情報に応じて、第一端面22aの摩耗量から第一端面22aの修正量E1が割り出され、第一端面22aと第一角部24

50

aとの境界である修正基準点 P 1 が割り出される。

【0077】

算出した修正量に応じて、第一角部 2 4 a のツルーイングを行う (S 5 4)。この場合、ツルーイングは、規定量 (約 $3 \mu\text{m}$) の切込みを行いながら複数回行われる。また、第一角部 2 4 a のツルーイングを行う際には、第一端面 2 2 a、第二端面 2 2 b、円筒外周部 2 3 及び第二角部 2 4 b のツルーイングは行われない。

【0078】

第一角部 2 4 a のツルーイングが終了すると、第一角部 2 4 a と同様に、算出した修正量に応じて、第二角部 2 4 b のツルーイングを行う (S 5 5)。また、第二角部 2 4 b のツルーイングを行う際には、第一端面 2 2 a、第二端面 2 2 b、円筒外周部 2 3 及び第一角部 2 4 a のツルーイングは行われない。

【0079】

S 5 4 の処理による第一角部 2 4 a のツルーイングは、算出された第一角部 2 4 a の修正量から少なくとも第一端面 2 2 a の残りの修正量を差し引いた 1 次修正分量に応じて行われる。つまり、第一端面 2 2 a の修正量 = 第一端面 2 2 a の残りの修正量 + 第一端面 2 2 a の摩耗量で表され、第一端面 2 2 a の摩耗量相当の第一角部 2 4 a の修正量で第一角部 2 4 a のツルーイングが行われる。図 9 A に示すように、第一角部 2 4 a のツルーイングは、ツルアユニット 4 c のツルア 4 0 c が、第一角部 2 4 a を、その第一端面 2 2 a 側から円筒外周部 2 3 側へ向かって、先回のツルーイング後で研削前の砥石部 2 1 の第一角部 2 4 a の円弧凸状の断面形状に沿う円弧軌跡によるツルーイング F 2 0 を行う。この場合、ツルア 4 0 c は、円弧軌跡の第一端面 2 2 a 側端での規定量 (約 $3 \mu\text{m}$) の切込みと、第一端面 2 2 a 側から円筒外周部 2 3 側へ円弧軌跡に沿う移動を複数回繰り返して第一角部 2 4 a をツルーイングする。

【0080】

ツルア 4 0 c は反対側の第二角部 2 4 b に対応する位置へ相対移動する。この場合も高速移動により移動時間が短時間ですむ。そして、S 5 5 の処理による第二角部 2 4 b のツルーイングは、算出された第二角部 2 4 b の修正量から少なくとも第二端面 2 2 b の残りの修正量を差し引いた 1 次修正分量に応じて行われる。つまり、第二端面 2 2 b の修正量 = 第二端面 2 2 b の残りの修正量 + 第二端面 2 2 b の摩耗量で表され、第二端面 2 2 b の摩耗量相当の第二角部 2 4 b の修正量で第二角部 2 4 b のツルーイングが行われる。第二角部 2 4 b のツルーイングは、第二ツルアユニット 4 b の第二ツルア 4 0 b が、第二角部 2 4 b を、その第二端面 2 2 b 側から円筒外周部 2 3 側へ向かって、先回のツルーイング後で研削前の砥石部 2 1 の第二角部 2 4 b の円弧凸状の断面形状に沿う円弧軌跡によるツルーイング F 2 1 を行う。この場合も、ツルア 4 0 c は、円弧軌跡の第二端面 2 2 b 側端での規定量 (約 $3 \mu\text{m}$) の切込みと、第二端面 2 2 b 側から円筒外周部 2 3 側へ円弧軌跡に沿う移動を複数回繰り返して第二角部 2 4 b をツルーイングする。

【0081】

図 9 に示すように、第二角部 2 4 b のツルーイングが終了すると、第一端面 2 2 a、第一角部 2 4 a、及び円筒外周部 2 3 を一連に連続してツルーイングを行う (S 5 6)。この連続ツルーイングは、第一端面 2 2 a の残りの修正量、第一角部 2 4 a の修正量から 1 次修正分量を差し引いた 2 次修正分量に応じて行われる。

【0082】

図 10 B に示すように、ツルア 4 0 c は第一端面 2 2 a の内周側に対応する位置へ移る。この移動も高速で移動することにより短時間ですむ。そして、S 5 6 の処理による連続ツルーイングは、第一端面 2 2 a に対応して砥石車 2 の径方向に沿う直線状の軌跡のツルーイングと、第一角部 2 4 a に対応する円弧状の軌跡のツルーイングと、円筒外周部 2 3 に対応して砥石車 2 の砥石軸に沿う直線状の軌跡のツルーイングとが連続する連続ツルーイング F 4 0 を行う。この場合、ツルア 4 0 c は、第一端面 2 2 a の内周端での規定量 (約 $3 \mu\text{m}$) の切込みと、第一端面 2 2 a の内周端から円筒外周部 2 3 の第二角部 2 4 b 側の端部への移動を複数回繰り返して連続ツルーイングする。その後、動作を終了する。

【0083】

図9に示すように、第一端面22aと第一角部24aと円筒外周部23の連続ツルーイングが終了すると、第二端面22bと第二角部24bを一連に連続してツルーイングを行う(S57)。この連続ツルーイングは、第二端面22bの残りの修正量、第二角部24bの修正量から1次修正分量を差し引いた2次修正分量に応じて行われる。

【0084】

図10Cに示すように、ツルア40cは第二端面22bの内周側に対応する位置へ移動する。この移動も高速で移動する。そして、S57の処理による連続ツルーイングは、第二端面22bの内周側から第二端面22b及び第二角部24bを連続してツルーイングする(F50)。この場合、ツルア40cは、第二端面22bの内周端での規定量(約3μm)の切込みと、第二端面22bの内周端から第二角部24bの円筒外周部23側の端部への移動を複数回繰り返して連続ツルーイングする。その後、動作を終了する。

【0085】

本実施形態では、第一又は第二角部24a、24bをツルーイングする場合(F20、F21)において、切り込み方向を砥石車の径方向に沿って行うツルーイング(第一例)、角部の原形の中心点と所望形状の中心点とを結ぶ直線に沿う方向に行うツルーイング(第二例)、及びツルアの移動の範囲であるツルーイング範囲を、端面の研削による摩耗量を除いた範囲とする量を変化させるツルーイング(第三例)の何れも実施可能である。

【0086】

(8. 実施形態の効果)

第一実施形態の第一例、第二例、第三例及び第二実施形態において、ツルーイング装置T、T1は、端面22a、22b、円筒外周部23、及び、端面22a、22bと円筒外周部23とをつなぐ角部24a、24bを備える砥石車2をツルーイング対象とする。ツルーイング装置T、T1は、ツルア40a、40b、40cと、砥石車2とツルア40a、40b、40cとを相対移動させる送り装置と、送り装置を制御する制御装置50を備える。制御装置50は、砥石車2の形状を計測する形状計測制御部57と、研削前の砥石車2の形状と、ツルーイング前の砥石車2の形状により導いた円筒外周部23の摩耗量に基づいて円筒外周部23の修正量を算出する円筒外周部修正量算出部51と、ツルーイング前の砥石車2の形状と、端面22a、22bの修正量と円筒外周部23の修正量から導き出されるツルーイング後の砥石車2の形状とに基づいて、角部24a、24bの修正量を算出する角部修正量算出部52と、算出した角部24a、24bの修正量から、少なくとも1回の切込み量を残して角部24a、24bをツルーイングする角部ツルーイング制御部55と、角部24a、24bのツルーイング終了後、少なくとも1回の切込み量に同じ、角部24a、24bと円筒外周部23とを連続してツルーイングする連続ツルーイング制御部56とを備える。

【0087】

そしてツルーイング装置T、T1を用いたツルーイング方法は、砥石車2の形状を計測する形状計測工程(図2のS10、図9のS50)と、研削前の砥石車2の形状と、ツルーイング前の砥石車2の形状により導いた端面22a、22bの摩耗量に基づいて端面22a、22bの修正量を算出する端面修正量工程(図2のS12、図9のS52)と、研削前の砥石車2の形状と、ツルーイング前の砥石車2の形状により導いた円筒外周部23の摩耗量に基づいて円筒外周部23の修正量を算出する円筒外周部修正量工程(図2のS12、図9のS52)と、ツルーイング後の砥石車2の形状と、ツルーイング前の砥石車2の形状とに基づいて、角部24a、24bの修正量を算出する角部修正量算出工程(図2のS17、図9のS53)と、算出した角部24a、24bの修正量から、少なくとも1回の切込み量を残して角部24a、24bのツルーイングを行う角部ツルーイング工程(図2のS18、S19、図9のS54、S55)と、角部24a、24bのツルーイング終了後に、少なくとも1回の切込み量に応じて、角部24a、24bと円筒外周部23とを連続してツルーイングする連続ツルーイング工程(図2のS20、図9のS56)と、を有する。

【0088】

つまり、形状崩れの大きい砥石車2の角部24a, 24bを、角部24, 24bの修正量から少なくとも1回の切込み量を残してツルーイングする。このツルーイングが終了した後に、角部24a, 24bと連続して円筒外周部23をツルーイングするので、ツルーイング中において砥石車2とツルア40a, 40b, 40cとが離間した空振り状態の発生を軽減することができ、ツルーイングの作業効率が向上し、作業時間を短縮することができる。

【0089】

第一実施形態の第一例、第二例及び第三例において、制御装置50は、研削前の砥石車2の形状と、ツルーイング前の砥石車2の形状により導いた端面22a, 22bの摩耗量に基づいて端面22a, 22bの修正量を算出する端面修正量算出部53と、端面22a, 22bの修正量に応じて端面22a, 22bをツルーイングする端面ツルーイング制御部54とを備える。また制御装置50の角部修正量算出部52は、ツルーイング前の砥石車2の形状と、端面22a, 22bをツルーイングした後の端面22a, 22bとの交点から修正基準点P1を算出する。そして、角部ツルーイング制御部55は、修正基準点P1をツルーイングする軌跡でツルーイングを開始する。これによれば角部24a, 24bの好適なツルーイングが実施できる。

【0090】

角部のツルーイングの第一例（図5）では、第一及び第二の実施形態のツルーイング装置T, T1において、制御装置50の角部ツルーイング制御部55は、角部24a, 24bの修正量から、少なくとも1回の切込み量を残す砥石車2の径方向に沿う複数回の前記ツルア40a, 40b, 40cの切込みと、角部24a, 24bに沿う複数回のツルア40a, 40b, 40cの移動とでツルーイングを行う。これによれば、角部24a, 24bにおける確実なツルーイングが可能である。

【0091】

角部24a, 24bのツルーイングの第二例（図6）では、制御装置50の角部ツルーイング制御部55は、ツルーイング前の角部24a, 24bの形状からツルーイング後の角部24a, 24bの形状に向かって、算出した角部24a, 24bの修正量から、算出した少なくとも1回の切込み量を残す複数回の前記ツルア40a, 40b, 40cの切込みと、角部24a, 24bに沿う複数回のツルア40a, 40b, 40cの移動とでツルーイングする。これによれば、角部24a, 24bにおける効率のよいツルーイングが可能である。

【0092】

角部24a, 24bのツルーイングの第三例（図7）では、制御装置50の角部ツルーイング制御部55は、ツルーイング前の角部24a, 24bの形状とツルーイング後の角部24a, 24bの形状とで囲まれたツルーイング範囲から、算出した端面22a, 22bの修正量を除いた新たなツルーイング範囲を設定し、新たなツルーイング範囲で前記ツルア40a, 40b, 40cの切込みと移動とでツルーイングを行う。これによれば、角部24a, 24bにおけるツルーイングの作業効率が向上し、作業時間が短縮できる。

【0093】

第一実施形態のツルーイング装置Tは、砥石車2の回転軸線と直交する軸線回りに回転する第一ツルア40aと、砥石車2の回転軸線と平行な軸線回りに回転する第二ツルア40bとを備え、端面ツルーイング制御部54は第一ツルア40aを用いて端面22a, 22bをツルーイングする。角部ツルーイング制御部55は第二ツルア40bを用いて角部24a, 24bをツルーイングする。また連続ツルーイング制御部56は第二ツルア40bを用いて角部24a, 24b及び円筒外周部23を連続してツルーイングする。これによれば、第一及び第二ツルア40a, 40bにより分担しつつ砥石車2の各部位を効率よくツルーイングすることができる。

【0094】

第二実施形態のツルーイング装置T1では、角部修正量算出部52は、ツルーイング前

10

20

30

40

50

の砥石車 2 の形状と、端面 22 a, 22 b の摩耗量に基づいて修正基準点 P 1 を算出する。角部ツルーイング制御部 55 は、修正基準点 P 1 をツルーイングできる軌跡でツルーイングを開始する。これによれば角部 24 a, 24 b の好適なツルーイングが実施できる。

【0095】

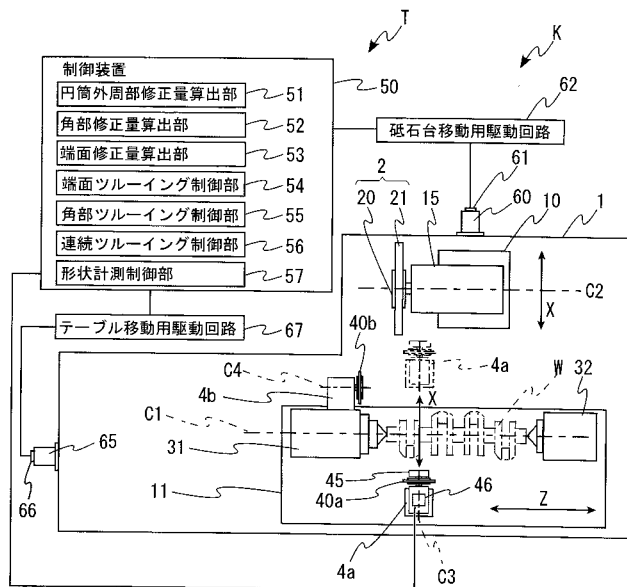
第二実施形態のツルーイング装置 T 1 は、円錐台形状をなし、該円錐台形状の中心線まわりに回転可能なコア 41 と、その円錐台形状小径側の基端（基台 411）の外周から大径側の先端（筒部 412）の外周にわたるテーパ状の外周面 413 に固着された砥粒層 42 と、を備えたカップ型ツルア 40 c を用いる。ツルア 40 c は、コア 41 の回転軸を砥石車 2 の径方向に向け、且つ先端を砥石車 2 側に配置される。角部ツルーイング制御部 55 は、算出した角部 24 a, 24 b の修正量から、算出した端面 22 a, 22 b の修正量を残して角部 24 a, 24 b をツルーイングする。そして、連続ツルーイング制御部 56 は、角部 24 a, 24 b のツルーイング終了後、算出した端面 22 a, 22 b の修正量に応じ、一方の端面 22 a と一方の角部 24 a 及び円筒外周部 23 とを連続してツルーイングし、更に他方の端面 22 b と他方の角部 24 b とを連続してツルーイングする。これによれば、ツルーイング装置の簡素化が図れる。

【符号の説明】

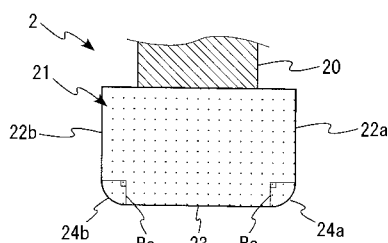
【0096】

2：砥石車、22 a, 22 b：端面、23：円筒外周部、24 a, 24 b：角部、40 a, 40 b, 40 c：ツルア、41：コア、42：砥粒層、50：制御装置、51：円筒外周部修正量算出部、52：角部修正量算出部、53：端面修正量算出部、54：端面ツルーイング制御部、55：角部ツルーイング制御部、56：連続ツルーイング制御部、57：形状計測制御部、K, K1：研削装置、T, T1：ツルーイング装置、W：工作物

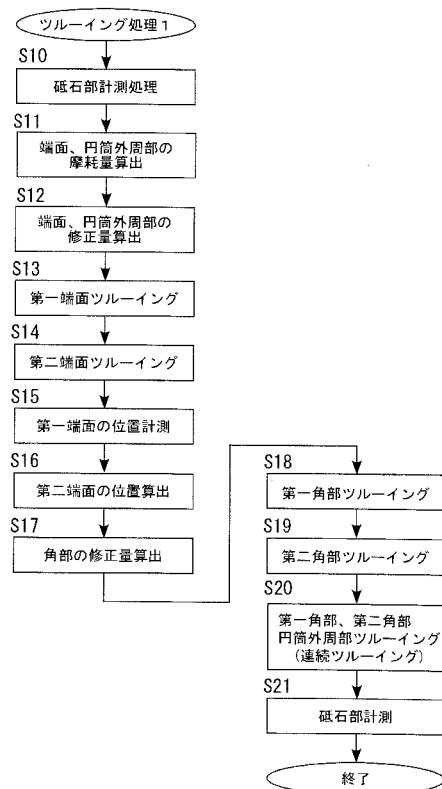
【図 1 A】



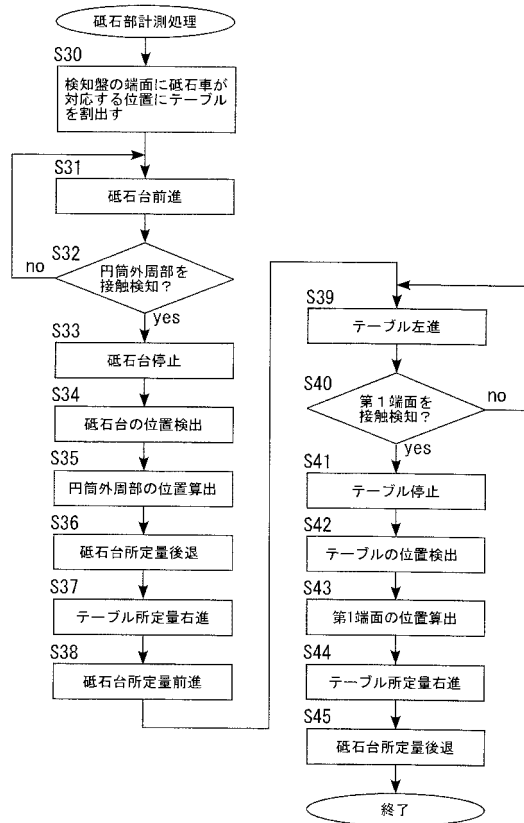
【図 1 B】



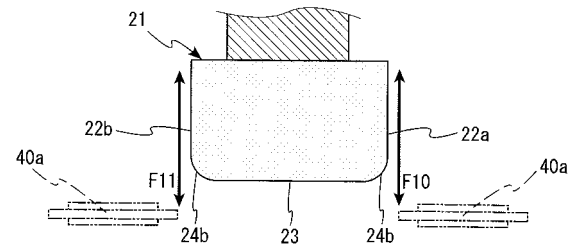
【図 2】



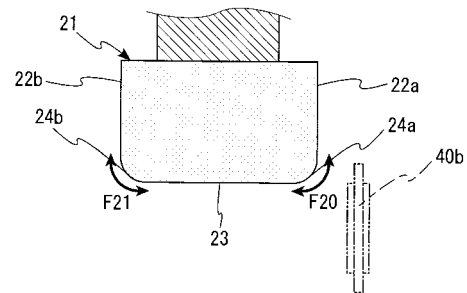
【図 3】



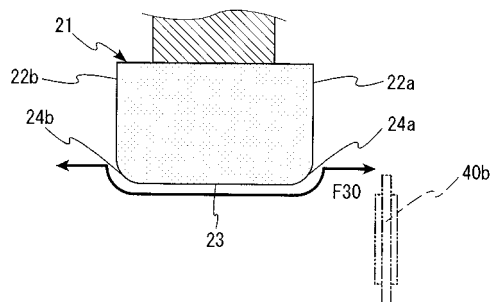
【図 4 A】



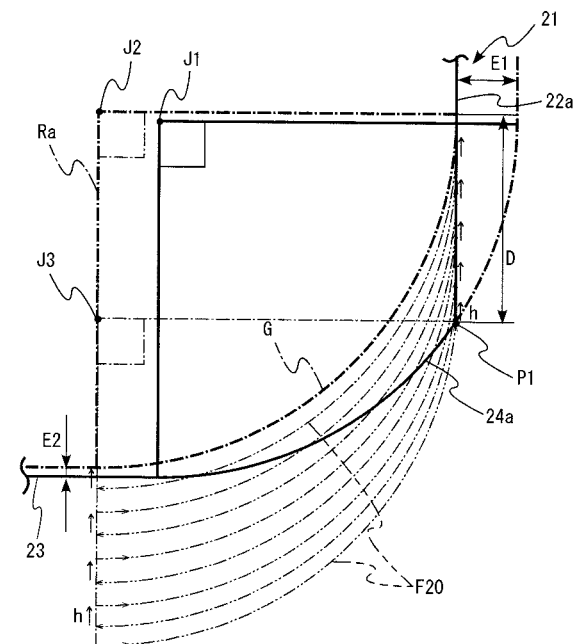
【図 4 B】



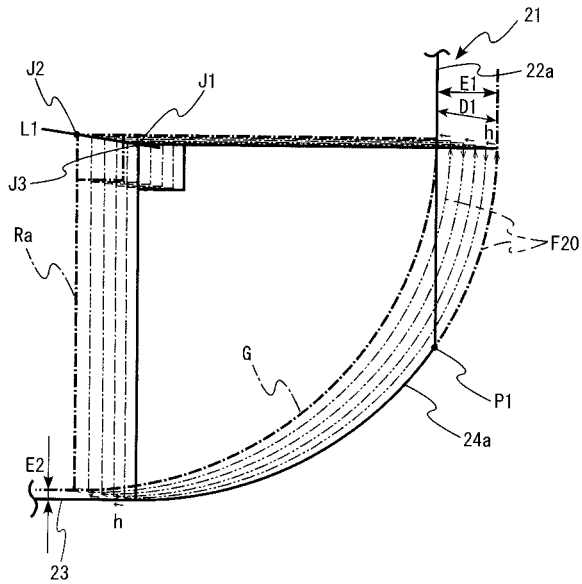
【図 4 C】



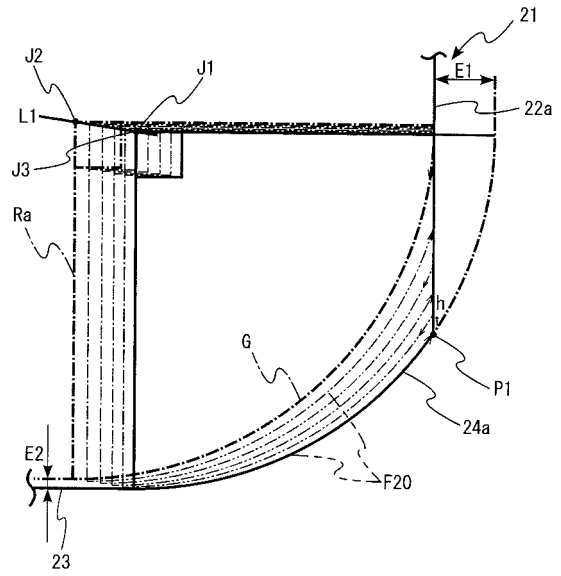
【図 5】



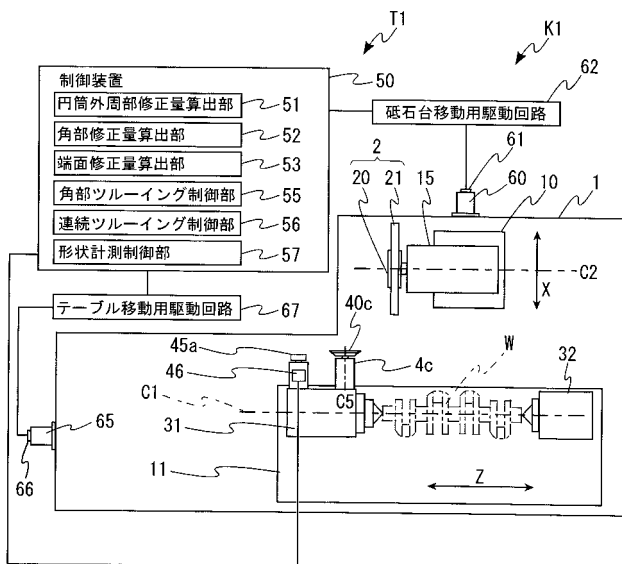
【図 6】



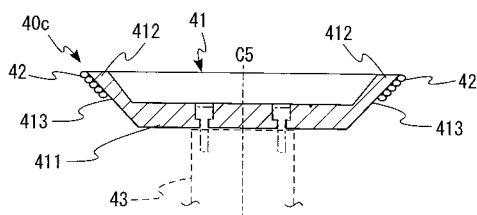
【図 7】



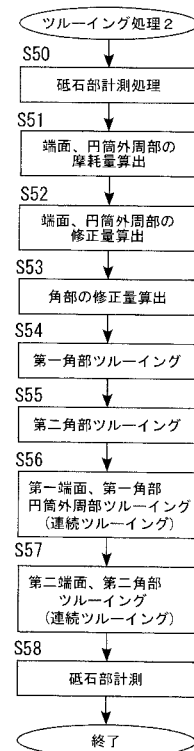
【図 8 A】



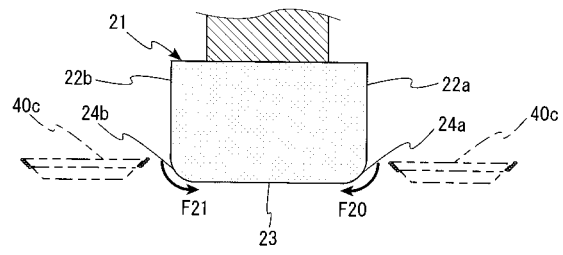
【図 8 B】



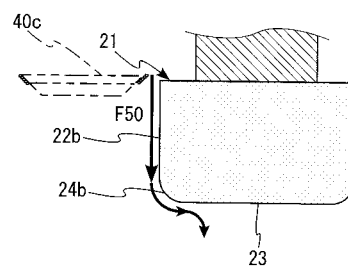
【図 9】



【図 10 A】



【図 10 C】



【図 10 B】

