

(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2019-147208
(P2019-147208A)

(43) 公開日 令和1年9月5日(2019.9.5)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
B 2 4 B 53/047 (2006.01) B 2 4 B 53/047 3 C 0 4 7
B 2 4 B 53/00 (2006.01) B 2 4 B 53/00 A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2018-32333 (P2018-32333)
 (22) 出願日 平成30年2月26日 (2018.2.26)

(71) 出願人 000001247
 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 牧内 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
 (72) 発明者 斉藤 孝一
 愛知県額田郡幸田町大字菱池字江尻1番地
 の3 株式会社豊幸内

最終頁に続く

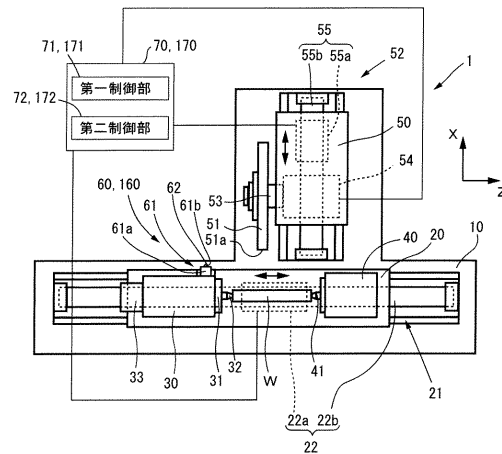
(54) 【発明の名称】 砥石車の形状修正装置及び形状修正方法

(57) 【要約】

【課題】 低コストで、且つ、平滑な外周面が得られる砥石車の形状修正装置及び形状修正方法を提供する。

【解決手段】 砥石車51の形状修正装置60は、砥石台50と、形状修正工具61と、砥石台50及び形状修正工具61を相対的にトラバース移動させる第一移動装置21と、形状修正工具61を用いて回転する砥石車51の外周面の形状修正を行なう制御装置70と、を備える。制御装置は、第一移動装置を制御することにより、砥石車51及び形状修正工具61の一方を、回転軸線方向に微小往復動を行なわせると同時に、微小往復動の中心S1を、砥石車51の回転軸線方向の一方方向へ移動させる、又は、砥石車51及び形状修正工具61の他方を、回転軸線方向の一方方向へ移動させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

砥石車を回転可能に支持する砥石台と、
前記砥石車の外周面の形状修正を行なう形状修正工具と、
前記砥石台及び前記形状修正工具を相対的に前記砥石車の回転軸線方向にトラバース移動させる第一移動装置と、
前記第一移動装置を制御することにより、前記形状修正工具を用いて回転する前記砥石車の前記外周面の形状修正を行なう制御装置と、
を備えた砥石車の形状修正装置であって、
前記制御装置は、
前記第一移動装置を制御することにより、
前記砥石車及び前記形状修正工具の一方を、前記回転軸線方向に複数回の微小往復動を行なわせると同時に、
前記砥石車及び前記形状修正工具の前記一方における前記微小往復動の中心を、前記砥石車の前記回転軸線方向の一方方向へ移動させる、又は、前記砥石車及び前記形状修正工具の他方を、前記回転軸線方向の一方方向へ移動させる、砥石車の形状修正装置。

10

【請求項 2】

前記制御装置は、前記砥石車及び前記形状修正工具を前記回転軸線に直交する方向に固定した状態で、前記砥石車の前記外周面の形状修正を行なう、請求項 1 に記載の砥石車の形状修正装置。

20

【請求項 3】

前記砥石車の形状修正装置は、さらに、前記砥石車及び前記形状修正工具を相対的に前記回転軸線方向に交差する方向に移動させる第二移動装置を備え、
前記制御装置は、
前記第二移動装置を制御することにより、前記砥石車及び前記形状修正工具を前記回転軸線に直交する方向に相対的に微小往復動させながら、
前記第一移動装置を制御することにより、前記砥石車の前記外周面の形状修正を行う、請求項 1 に記載の砥石車の形状修正装置。

【請求項 4】

前記第一移動装置は、リニアモータを動力源として前記砥石台及び前記形状修正工具を相対的に移動させる、請求項 1 - 3 の何れか一項に記載の砥石車の形状修正装置。

30

【請求項 5】

前記第二移動装置は、リニアモータを動力源として前記砥石台及び前記形状修正工具を相対的に移動させる、請求項 3 に記載の砥石車の形状修正装置。

【請求項 6】

前記制御装置が、前記形状修正工具を用いて前記砥石車の前記外周面の前記形状修正を行なう際、前記形状修正工具が前記砥石車の前記外周面上に形成する接触軌跡は、前記砥石車の少なくとも 1 周前の回転において前記形状修正工具が前記外周面上に形成した接触軌跡と重複する、請求項 1 - 5 の何れか 1 項に記載の砥石車の形状修正装置。

【請求項 7】

前記接触軌跡は、サインカーブに近似の曲線で形成される、請求項 6 に記載の砥石車の形状修正装置。

40

【請求項 8】

砥石車及び前記砥石車の形状修正工具を相対的に前記砥石車の回転軸線方向にトラバース移動させることにより、前記砥石車の外周面の形状修正を行う砥石車の形状修正方法であって、
前記砥石車及び前記形状修正工具の一方を、前記回転軸線方向に複数回の微小往復動を行わせると同時に、
前記砥石車及び前記形状修正工具の前記一方における前記微小往復動の中心を、前記砥石車の前記回転軸線方向の一方方向へ移動させる、又は、前記砥石車及び前記形状修正工

50

具の他方を、前記回転軸線方向の一方方向へ移動させる、砥石車の形状修正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、砥石車の形状修正装置及び形状修正方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、研削装置においては、工作物の良好な加工精度を確保するため、形状修正工具（ドレッサ、ツルア）による砥石車の外周面の形状修正（ドレッシング、ツルイーイング）が行われる（特許文献1-3参照）。例えば、特許文献1に記載の形状修正工具（ロータリドレッサ）による形状修正（ドレッシング）では、回転する砥石車の外周面と対向する方向から外周面にロータリドレッサの先端を押し当て砥石車の外周面に所定量だけ切り込む。その後、所定量だけ切り込んだ状態でロータリドレッサと砥石車とを、砥石車の軸線方向に所定の速度で相対移動させ、砥石車の外周面の最表面を削り取り、新生面を形成する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-175815号公報

【特許文献2】特開2011-152618号公報

【特許文献3】特開2002-361556号公報

20

【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、上記方法では、ロータリドレッサが削り取った砥石車の外周面上におけるロータリドレッサの接触軌跡は、周方向において螺旋となる。このため、前記軸線方向において隣接する螺旋の溝間には、削り残りの部分として山が残る。従って、砥石車の外周面において所望の平滑面を得ることが困難となる場合がある。

【0005】

このとき、前記軸線方向におけるロータリドレッサと砥石との間の相対移動速度を非常に遅くすることにより、溝間における山の幅を短くすることはできる。また、このような削り取りの作動を繰り返し行なうことにより、やがて山を除去し、所望の平滑な面を得ることはできる。しかし、このような方法では、時間がかかりすぎ、高コスト化の一因となる。なお、特許文献1に記載のロータリドレッサに限らず、固定式の形状修正工具（例えば、シングルポイントドレッサ等）においても同様の課題を有する。

30

【0006】

本発明は、低コストで、且つ、平滑な外周面が得られる砥石車の形状修正装置及び形状修正方法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】

【0007】

（1．砥石車の形状修正装置）

本発明に係る砥石車の形状修正装置は、砥石車と、前記砥石車を回転可能に支持する砥石台と、前記砥石車の外周面の形状修正を行なう形状修正工具と、前記砥石台及び前記形状修正工具を相対的に前記砥石車の回転軸線方向にトラバース移動させる第一移動装置と、前記第一移動装置を制御することにより、前記形状修正工具を用いて回転する前記砥石車の前記外周面の形状修正を行なう制御装置と、を備える。

40

【0008】

前記制御装置は、前記第一移動装置を制御することにより、前記砥石車及び前記形状修正工具の一方を、前記回転軸線方向に複数回の微小往復動を行なわせると同時に、前記砥石車及び前記形状修正工具の前記一方における前記微小往復動の中心を、前記砥石車の前

50

記回転軸線方向の一方方向へ移動させる、又は、前記砥石車及び前記形状修正工具の他方を、前記回転軸線方向の一方方向へ移動させる。

【 0 0 0 9 】

このように、形状修正工具が、回転する砥石車の外周面に対し相対的に回転軸線方向での微小往復動を繰り返しながら周方向に螺旋状に移動しつつ外周面の形状修正を行なう。これにより、微小往復動をせず単に外周面を螺旋状に移動した場合、即ち、従来技術によって形状修正を行った場合に形成される回転軸線方向における螺旋溝間の山は形成されにくい。従って、形状修正された砥石車の外周面の状態は、従来技術に対してより平滑な面が得られる。また、形状修正工具の微小往復動は、研削装置が本来備える第一移動装置を利用して実現できる。このため、砥石車の外周面の形状修正を、低コストに実施することが可能となる。

10

【 0 0 1 0 】

(2 . 砥石車の形状修正方法)

本発明に係る砥石車の形状修正方法は、砥石車及び前記砥石車の形状修正工具を相対的に前記砥石車の回転軸線方向にトラバース移動させることにより、前記砥石車の外周面の形状修正を行う方法である。前記砥石車及び前記形状修正工具の一方を、前記回転軸線方向に複数回の微小往復動を行わせると同時に、前記砥石車及び前記形状修正工具の前記一方における前記微小往復動の中心を、前記砥石車の前記回転軸線方向の一方方向へ移動させる、又は、前記砥石車及び前記形状修正工具の他方を、前記回転軸線方向の一方方向へ移動させる。これにより、上記、形状修正装置によって、砥石車の外周面の形状修正を行った場合と同様の効果が得られる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 本発明の第一実施形態の円筒研削装置を示す概略平面図である。

【 図 2 】 形状修正装置の形状修正工具と砥石車との接触状態を説明する図である。

【 図 3 】 形状修正工具が微小往復動するときの、作動を説明する模式図である。

【 図 4 】 形状修正工具が砥石車の外周面に描く接触軌跡を示す図である。

【 図 5 】 砥石車の外周面において隣接する接触軌跡が重複する状態を説明する図である。

【 図 6 】 形状修正装置の作動を説明するフローチャートである。

【 図 7 】 本発明の第二実施形態の円筒研削装置を示す概略平面図である。

30

【 図 8 】 本発明の第三実施形態の円筒研削装置を示す概略平面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

< 1 . 第一実施形態 >

(1 - 1 . 研削装置の構成)

本実施形態の形状修正装置 6 0 を備える研削装置の一例として、テーブルトラバース型円筒研削装置である研削装置 1 を例に挙げて説明する。図 1 に示すように、研削装置 1 は、ベッド 1 0、テーブル 2 0、工作物 W を回転可能に支持する主軸台 3 0 と心押台 4 0、砥石台 5 0、形状修正装置 6 0、及び制御装置 7 0 等を備える。

【 0 0 1 3 】

40

ベッド 1 0 上には、テーブル 2 0 がリニアモータ 2 2 を動力源とする第一移動装置 2 1 によって Z 軸方向 (図 1 の左右方向) に相対移動可能に案内支持される。第一移動装置 2 1 は、ベッド 1 0、テーブル 2 0 及びリニアモータ 2 2 を備える。リニアモータ 2 2 は、テーブル 2 0 に取付けられた電磁コイルユニット 2 2 a 及びベッド 1 0 に両端を固定された永久磁石板ユニット 2 2 b を備え、図略の読取ヘッドで読み取るリニアスケールの目盛情報に基づいて動作制御される。

【 0 0 1 4 】

リニアモータ 2 2 は公知のモータであり、制御装置 7 0 に接続される。通常、リニアモータは、所定の方角に対して高速で、且つ精度よく位置制御できるとともに、位置制御においては、微小な距離から長距離まで自在に移動可能である。リニアモータ 2 2 もこのよ

50

うな特性を有している。なお、リニアモータ 22 は公知の技術であるため、これ以上の詳細な説明については省略する。

【0015】

第一移動装置 21 は、制御装置 70 からの指令により、リニアモータ 22 が作動され、テーブル 20 をベッド 10 に対して工作物 W の回転軸線方向（Z 軸方向）両側にトラバース移動させる。ベッド 10 とテーブル 20 との間には公知の静圧軸受（図略）が設けられ、ベッド 10 とテーブル 20 とが相対移動する際の摩擦を低減している。

【0016】

テーブル 20 上には、主軸 31 を回転可能に支持する主軸台 30 が設置される。主軸台 30 は、主軸 31 を介して工作物 W の一端を回転可能に支持する。主軸 31 の先端には、工作物 W の一端を支持するセンタ 32 が取付けられる。工作物 W は、サーボモータ 33 によって回転駆動される。さらに、テーブル 20 上には、主軸台 30 と対向する位置に心押台 40 が設置される。心押台 40 には、工作物 W の他端を支持するセンタ 41 が取付けられる。センタ 32 とセンタ 41 との間で工作物 W が挟持され支持される。

10

【0017】

ベッド 10 上のテーブル 20 の後方位置（図 1 において上方）には、砥石車 51 を回転可能に支持する砥石台 50 が配置される。砥石台 50 は、リニアモータ 55 を動力源とする第二移動装置 52 によって、Z 軸方向と直交する X 軸方向（図 1 の上下方向）に移動可能に案内支持される。第二移動装置 52 は、ベッド 10、砥石台 50 及びリニアモータ 55 を備える。第二移動装置 52 は、制御装置 70 からの指令により、リニアモータ 55 が作動され、砥石台 50（砥石車 51）をベッド 10 に対して砥石車 51 の回転軸線と交差する X 軸方向（の両側）に相対移動させる。

20

【0018】

リニアモータ 55 は、上記リニアモータ 22 と同様の構成を有する。つまり、リニアモータ 55 は、砥石台 50 に取付けられた電磁コイルユニット 55a 及びベッド 10 に両端を固定された永久磁石板ユニット 55b を備え、図略の読取ヘッドで読み取るリニアスケールの目盛情報に基づいて動作制御される。上記リニアモータ 22 と同様、リニアモータ 55 は公知のモータであり、制御装置 70 に接続される。

【0019】

ベッド 10 と砥石台 50 との間には公知の静圧軸受（図略）が設けられ、ベッド 10 と砥石台 50 とが相対移動する際の摩擦を低減している。また、砥石台 50 には、上述した砥石車 51 が Z 軸方向と平行な回転軸線回りに回転可能な砥石軸 53 を介して軸支される。砥石車 51 は、ビルトイン型の砥石軸駆動モータ 54 によって回転駆動される。

30

【0020】

制御装置 70 は、上述したリニアモータ 22（第一移動装置 21）及びリニアモータ 55（第二移動装置 52）以外にも、サーボモータ 33、砥石軸駆動モータ 54 等の各アクチュエータに接続（図略）され、各アクチュエータの作動の制御を行なう。制御装置 70 は、図 1 に示すように、第一制御部 71 と第二制御部 72 を備える。第一制御部 71 は、各アクチュエータを制御して、回転する砥石車 51 を工作物 W に接触させ工作物 W の研削を行なう。第一制御部 71 が行なう制御の詳細な説明については省略する。

40

【0021】

また、第二制御部 72 は、各アクチュエータを制御して砥石車 51 の外周面 51a の形状修正（ドレッシング又はツルイーニング）を行なう。換言すると、第二制御部 72 は、形状修正工具 61 を用い、第一移動装置 21（リニアモータ 22）、第二移動装置 52（リニアモータ 55）及び砥石軸駆動モータ 54 を制御して、回転する砥石車 51 の外周面 51a の形状修正を行なう。詳細については、後に延べる。

【0022】

（1-2. 形状修正装置 60）

次に、形状修正装置 60 について説明する。形状修正装置 60 は、上述した砥石台 50、形状修正工具 61、第一移動装置 21 及び制御装置 70 を備える。ここで、砥石台 50

50

、第一移動装置 2 1 及び制御装置 7 0 は、上述した研削装置 1 の構成と兼用である。

【 0 0 2 3 】

形状修正装置 6 0 は、工作物 W を研削する砥石車 5 1 の外周面 5 1 a (研削歯面) に対し、第二制御部 7 2 (制御装置 7 0) の制御によって所定のタイミングで形状修正 (ドレッシング又はツルーイング) を実施する装置である。このとき、ドレッシングとは、砥石車 5 1 の外周面 5 1 a を、後述する形状修正工具 6 1 によって所定深さだけ削り取り、新たな研削歯面を露出させる工程である。また、ツルーイングとは、研削作業において変形した砥石車 5 1 の外周面 5 1 a の形状を整える工程である。また、形状修正を行なう所定のタイミングとは、例えば、砥石車 5 1 が工作物 W に対して仕上げ研削を行なう前等のタイミングをいう。ただし、この態様に限らず、形状修正は任意のタイミングで行えばよく限定されるものではない。

10

【 0 0 2 4 】

本実施形態において、形状修正工具 6 1 は、固定形の形状修正工具とする。固定型の形状修正工具とは、通常、シャンク (軸) の先端にダイヤモンド片が固定され、回転する砥石車の外周面 (研削歯面) をダイヤモンド片に押し付けることにより、砥石車の外周面の形状修正 (ドレッシング又はツルーイング) を行なう工具である。

【 0 0 2 5 】

図 2 に示すように、本実施形態の形状修正工具 6 1 は、支持部である軸状のシャンク 6 1 a 及びダイヤモンド片 6 1 b を備える。そして、シャンク 6 1 a の下端が主軸台 3 0 に固定される。つまり、形状修正工具 6 1 は、主軸台 3 0 を介してテーブル 2 0 に支持される。ダイヤモンド片 6 1 b は、シャンク 6 1 a の上端に固定される。

20

【 0 0 2 6 】

ダイヤモンド片 6 1 b は、砥石車 5 1 が X 軸方向で、かつ工作物 W 側に移動したとき、砥石車 5 1 の外周面 5 1 a と角部 6 2 で接触するようシャンク 6 1 a の上端に配置され固定される。このとき、角部 6 2 は、高さ方向 (Y 軸方向) において、砥石車 5 1 (図 2 の二点鎖線参照) の回転軸線高さ h_1 とほぼ一致して配置されることが好ましい。そして、第一移動装置 2 1 が、テーブル 2 0 をベッド 1 0 に対して回転軸線方向に相対移動させると、形状修正工具 6 1 は、テーブル 2 0 及び主軸台 3 0 と一体的に回転軸線方向 (Z 軸方向) に移動する。

【 0 0 2 7 】

形状修正装置 6 0 が備える第一移動装置 2 1 のリニアモータ 2 2 は、上述したように、第二制御部 7 2 (制御装置 7 0) の指令により、テーブル 2 0 をベッド 1 0 に対して工作物 W の軸線方向 (Z 軸方向) 両側に相対移動 (トラバース移動) させる。つまり、第一移動装置 2 1 は、砥石台 5 0 (砥石車 5 1) 、及び主軸台 3 0 を介してテーブル 2 0 に支持される形状修正工具 6 1 を相対的に砥石車 5 1 の回転軸線方向両側にトラバース移動させる。

30

【 0 0 2 8 】

このとき、外周面 5 1 a の形状修正時におけるトラバース移動は、回転軸線方向 (Z 軸方向) における複数の微小往復動からなる移動である。つまり、本実施形態では、砥石車 5 1 の外周面 5 1 a の形状修正を行なう際、砥石車 5 1 が回転軸線周りに回転するよう制御された状態において、外周面 5 1 a と形状修正工具 6 1 とを接触させるとともに、形状修正工具 6 1 (一方に相当) を、回転軸線方向において複数回、微小往復動させる (図 3 参照) 。

40

【 0 0 2 9 】

図 3 は、形状修正工具 6 1 の 1 回毎の往復の様子を表す図であり、グラフは横軸が往復動の往路及び復路の移動距離及び方向を表し、1 回毎の移動が終了するたびに、次の移動を上方にずらして示している。図 3 において、左に向かう矢印は往路を示すものとする。また、右に向かう矢印は復路を示すものとする。また、図 4 は、形状修正工具 6 1 が回転する砥石車 5 1 の外周面 5 1 a に接触して描く接触軌跡 P を示す図である。

【 0 0 3 0 】

50

図4を見て判るように、砥石車51の回転に伴い、外周面51aに対し繰り返し微小往復動する形状修正工具61(一方)の各微小往復動の中心S1が、砥石車51の回転軸線方向において図1、図4における左方向(一方方向に相当)に徐々に移動するよう微小往復動が第二制御部72(制御装置70)によって制御される。

【0031】

このような、形状修正工具61の一方方向への相対移動を実現させるためには、図3、図4に示すように、微小往復動のうち往路(図3、図4において左方向(一方方向)に向う移動)における第一移動距離L1が、微小往復動のうちの復路(図3、図4において右方向(他方方向)に向う移動)における第二移動距離L2より大きくなる($L1 > L2$)よう微小往復動の作動を制御する。

10

【0032】

これにより、微小往復動が繰返される度に、形状修正工具61は砥石台50(砥石車51)に対して往路方向(一方方向)に第一移動距離L1と第二移動距離L2との差分($L2 - L1$)だけ一方方向に向かって移動(前進)する。このとき、一方方向に向かって移動する相対移動速度V1(図略)は、微小往復動の平均速度、及び第一移動距離L1及び第二移動距離L2の差分($L2 - L1$)の大きさ等によって決定される。第一移動距離L1及び第二移動距離L2は、例えば $10\mu\text{m} \sim 1000\mu\text{m}$ の範囲内で設定すればよい。ただし、この態様には限らず、第一移動距離L1及び第二移動距離L2は、 $10\mu\text{m}$ 未満でもよいし $1000\mu\text{m}$ を超えてもよい。

20

【0033】

なお、上記において微小往復動の中心S1は、例えば以下のように定義する。つまり、図4に示すように、中心S1は、外周面51aに対して相対的に微小往復動する形状修正工具61が外周面51aに形成する接触軌跡Pが描く曲線のうち一往復分の曲線P1(図4内の太線部参照)が囲う仮想の閉空間M(斜線部参照)の重心位置Gと一致する位置であると定義すればよい。ただし、これはあくまで一例であって、中心S1はどのような定義で設定されてもよい。

【0034】

また、図4をみて判るように、微小往復動の中心S1を連続的に結んで作成した線を基準線B(従来技術における螺旋溝の形状に相当)とすると、微小往復動によって形成される各接触軌跡Pは、基準線Bを跨ぐように左右に亘って形成される。そして、接触軌跡Pの形状は、サインカーブに近似の曲線であることが好ましい。

30

【0035】

また、図5に示すように少なくとも軸線方向(Z軸方向)で隣接する接触軌跡Pa、Pbは重複して形成される。換言すると接触軌跡Pbは、砥石車51の少なくとも1周前の回転において形状修正工具61が砥石車51の外周面51a上に形成した接触軌跡Paと重複して形成される。これによって、接触軌跡Pa、Pb同士が交差した部分においては、従来技術で形成されるような直線的な溝間で形成されるような山はできず、好ましい平滑な面が得られる。なお、本実施形態においては、接触軌跡Pa、Pbはそれぞれサインカーブに近似の曲線で形成されているので、重複する部分において溝間の山は形成されにくく、平滑な面を得やすい。

40

【0036】

なお、上記の態様に限らず、接触軌跡Pbは、砥石車51の1周前の回転において形状修正工具61が外周面51a上に形成した接触軌跡Paと重複するだけでなく、砥石車51の2周以上前の回転において形状修正工具61が外周面51a上に形成した複数の接触軌跡と重複しても良い。これにより、砥石車51の外周面51aではさらに平滑な面が得られる。

【0037】

(1-3. 外周面51aの形状修正方法について)

次に、外周面51aの形状修正方法について図6のフローチャートに基づき説明する。このとき、前提として、研削装置1が、砥石車51によって、工作物Wの外周面の粗研削

50

を終了させた状態であるものとする。外周面 5 1 a の形状修正は、主に第二制御部 7 2 (制御装置 7 0) の制御によって行なう。

【 0 0 3 8 】

まず、第一工程 S 1 0 では、第二制御部 7 2 が、第一移動装置 2 1 のリニアモータ 2 2 を制御して、形状修正工具 6 1 が主軸台 3 0 を介して支持されるテーブル 2 0 をベッド 1 0 に対して Z 軸方向に移動させる。また、第二制御部 7 2 が、第二移動装置 5 2 のリニアモータ 5 5 を制御して、砥石台 5 0 (砥石車 5 1) をベッド 1 0 に対して X 軸方向に移動させる。これにより、砥石車 5 1 の外周面 5 1 a と形状修正工具 6 1 の角部 6 2 とが、形状修正を実施する際の初期位置に位置するよう対向して配置される。なお、本実施形態では、図 1 において外周面 5 1 a の右側端部と、形状修正工具 6 1 の角部 6 2 とが対向する位置を初期位置とする。

10

【 0 0 3 9 】

次に、第二工程 S 2 0 では、第二制御部 7 2 が砥石軸駆動モータ 5 4 の回転を制御し、予め設定された所定の回転数で砥石車 5 1 を回転させる。このとき、「所定の回転数」とは、形状修正工具 6 1 の角部 6 2 が、砥石車 5 1 の外周面 5 1 a と接触して外周面 5 1 a に形成する上述の接触軌跡 P が所望の形状となるよう設定される回転数である。「所定の回転数」は、第二制御部 7 2 が有する図略の記憶部に記憶されている。

【 0 0 4 0 】

次に、第三工程 S 3 0 では、第二制御部 7 2 が、第二移動装置 5 2 のリニアモータ 5 5 を制御して、砥石台 5 0 (砥石車 5 1) を X 軸方向に移動させ、予め設定された所定の切込み位置まで切り込む。

20

【 0 0 4 1 】

次に、第四工程 S 4 0 では、第二制御部 7 2 が、砥石車 5 1 及び形状修正工具 6 1 を回転軸線に直交する方向に固定した状態で、砥石車 5 1 の外周面 5 1 a の形状修正を行なう。形状修正は、第二制御部 7 2 が第一移動装置 2 1 のリニアモータ 2 2 を制御して、テーブル 2 0、即ちテーブル 2 0 に支持される形状修正工具 6 1 (一方に相当) を、回転軸線方向に連続して複数回、微小往復動させることにより行なう。

【 0 0 4 2 】

このとき、微小往復動は、上記で説明したとおりであり、上述した接触軌跡 P が所望の形状、及び所望の相対移動速度 V_1 で一方方向に向かって移動するよう、往路 (一方方向に向う移動) における第一移動距離 L_1 、復路 (他方方向に向う移動) における第二移動距離 L_2 、及び微小往復動の平均速度等が予め設定されている。これらの予め設定された L_1 、 L_2 及び微小往復動の平均速度等は、第二制御部 7 2 が有する図略の記憶部に記憶されている。

30

【 0 0 4 3 】

これにより、第四工程 S 4 0 では、微小往復動が繰返される度に、形状修正工具 6 1 が、砥石車 5 1 (砥石台 5 0) に対し第一移動距離 L_1 と第二移動距離 L_2 との差分 ($L_2 - L_1$) だけ往路方向 (一方方向) に向かって徐々に移動 (前進) する。そして、微小往復動の中心 S 1 は、砥石車 5 1 の回転軸線方向における一方方向へ所定の相対移動速度 V_1 で移動する。

40

【 0 0 4 4 】

第五工程 S 5 0 では、形状修正工具 6 1 が、一方方向に向かって移動した移動長さ L_A が、所定長さ L_O に達したか否か ($L_A \geq L_O$ 又は $L_A < L_O$) が確認される。このとき、所定長さ L_O は、形状修正すべき砥石車 5 1 の外周面 5 1 a の回転軸線方向における長さである。

【 0 0 4 5 】

移動長さ L_A が所定長さ L_O 未満 ($L_A < L_O$) である場合、N に従い、第四工程 S 4 0 に戻り、第五工程 S 5 0 にて Yes と判定されるまで、S 4 0、S 5 0 が繰り返し処理される。また、移動長さ L_A が所定長さ L_O 以上 ($L_A \geq L_O$) である場合、Y に従いプログラムを終了する。

50

【 0 0 4 6 】

なお、上記第一実施形態では、制御装置 7 0 の第二制御部 7 2 は、第二移動装置 5 2 のリニアモータ 5 5 を制御して砥石台 5 0 (砥石車 5 1) の X 軸方向への移動を制御した。しかしこの態様には限らず、砥石台 5 0 (砥石車 5 1) は、ボールねじ装置によって、X 軸方向に移動可能に構成されてもよい。そして、第二制御部 7 2 は、ボールねじ装置を作動させることで、砥石台 5 0 (砥石車 5 1) を X 軸方向に移動させてもよい。

【 0 0 4 7 】

(1 - 4 . 第一実施形態による効果)

上記第一実施形態の形状修正装置 6 0 によれば、制御装置 7 0 (第二制御部 7 2) は、第一移動装置 2 1 を制御することにより、形状修正工具 6 1 (一方)を、回転軸線方向に複数回の微小往復動を行なわせると同時に、形状修正工具 6 1 (一方)における微小往復動の中心 S 1 を、砥石車 5 1 の回転軸線方向の一方方向へ移動させる。

10

【 0 0 4 8 】

このように、形状修正工具 6 1 が、回転する砥石車 5 1 の外周面 5 1 a に対し回転軸線方向での相対的な微小往復動を繰り返しながら外周面 5 1 a の周方向に螺旋状に移動しつつ外周面の形状修正を行なう。これにより、微小往復動を行わず単に外周面 5 1 a を螺旋状に移動した場合、即ち、従来技術によって形状修正を行った場合に形成される回転軸線方向における螺旋溝間の山は形成されにくい。従って、形状修正された砥石車 5 1 の外周面 5 1 a の状態は、従来技術に対してより平滑な面が得られる。また、形状修正工具 6 1 の微小往復動は、研削装置 1 が本来備える第一移動装置 2 1 等を利用して実現できる。このため、砥石車 5 1 の外周面 5 1 a の形状修正を、低コストに実施可能となる。

20

【 0 0 4 9 】

また、上記第一実施形態によれば、制御装置 7 0 (第二制御部 7 2) は、砥石車 5 1 及び形状修正工具 6 1 を回転軸線に直交する方向に固定した状態で、砥石車 5 1 の外周面 5 1 a の形状修正を行なう。これにより、砥石車 5 1 の外周面 5 1 a においては、同一切り込み深さで形状修正が行われるため、安定した平滑面が形成できる。

【 0 0 5 0 】

また、上記第一実施形態によれば、第一移動装置 2 1 は、リニアモータ 2 2 を動力源として砥石台 5 0 及び形状修正工具 6 1 を相対的に移動させた。これにより、制御装置 7 0 (第二制御部 7 2) がリニアモータ 2 2 を制御して、形状修正工具 6 1 を、回転軸線方向に微小往復動させる際、微小且つ高速とすることができるので、所望の接触軌跡 P 及び相対移動速度 V 1 が容易に実現できる。

30

【 0 0 5 1 】

また、上記第一実施形態に係る砥石車の形状修正方法によれば、形状修正工具 6 1 (一方)を、回転軸線方向に複数回の微小往復動を行わせると同時に、形状修正工具 6 1 (一方)における微小往復動の中心 S 1 を、砥石車 5 1 の回転軸線方向の一方方向へ移動させる。これにより、第一実施形態の形状修正装置 6 0 によって、砥石車 5 1 の外周面 5 1 a の形状修正を行った場合と同様の効果が得られる。

【 0 0 5 2 】

< 2 . 第一実施形態の変形例 >

(2 - 1 . 変形例 1)

上記第一実施形態では、形状修正工具 6 1 が支持されるテーブル 2 0 が第一移動装置 2 1 によってトラバース移動可能に構成された。しかしこの態様には限らない。変形例 1 (図 7 参照)として、第一移動装置 1 2 1 によって砥石台 5 0 が Z 軸方向にトラバース移動可能に構成され、形状修正工具 6 1 は、Z 軸方向にトラバース移動不能に構成されてもよい。

40

【 0 0 5 3 】

この場合、第一移動装置 1 2 1 のリニアモータ 1 2 2 (電磁コイルユニット 1 2 2 a 及び永久磁石板ユニット 1 2 2 b) は、砥石台 5 0 とベッド 1 0 との間の中間部材 1 2 3 に設けられ、中間部材 1 2 3 の上面に砥石台 5 0 が、中間部材 1 2 3 に対して X 軸方向に移

50

動可能に載置されるものとする。そして、制御装置 170 (第二制御部 172) がリニアモータ 122 を制御して砥石台 50 (砥石車 51) を Z 軸方向 (トラバース方向) に往復動 (微小往復動) させる構成とする。

【0054】

これにより、砥石台 50 (砥石車 51) (一方) に、回転軸線方向に複数回の微小往復動を行わせると同時に、形状修正工具 61 (他方) における微小往復動の中心 S1 を、砥石車 51 の回転軸線方向の一方方向 (図 1 において左方) へ移動させる。これによっても第一実施形態と同様の効果が得られる。

【0055】

(2-2.変形例 2)

さらに、変形例 2 (図略) として、変形例 1 と第一実施形態とを組み合わせた態様としても良い。つまり、形状修正工具 61 を一方として第一移動装置 21 によって微小往復動させる。ただし、このとき、往復動における往路の第一移動距離 L1 と復路の第二移動距離 L2 は同一距離 ($L1 = L2$) とする。そして、砥石台 50 (砥石車 51) を第一移動装置 121 によって他方方向へトラバース移動させることで、形状修正工具 61 における微小往復動の中心 S1 を、砥石車 51 の回転軸線方向の一方方向 (図 1 において左方) へ相対移動させる。これによっても、上記第一実施形態と同様の効果が得られる。

【0056】

(2-3.変形例 3)

また、変形例 2 に対し、変形例 3 (図略) として砥石台 50 (砥石車 51) を一方として第一移動装置 121 によって Z 軸方向に微小往復動させてもよい。つまり、砥石台 50 (砥石車 51) を Z 軸方向に微小往復動 ($L1 = L2$) させるとともに、形状修正工具 61 を第一移動装置 21 によって、一方方向へトラバース移動させることで、形状修正工具 61 における微小往復動の中心 S1 を、砥石車 51 の回転軸線方向の一方方向 (図 1 において左方) へ相対移動させてもよい。これによっても、上記第一実施形態と同様の効果が得られる。

【0057】

< 3. 第二実施形態 >

次に第二実施形態について説明する。第二実施形態の形状修正装置 160 (図 1 参照) は、外周面 51a の形状修正を行なう際に、第二移動装置 52 による砥石台 50 (砥石車 51) の移動制御も加えて行なう点が第一実施形態の形状修正装置 60 に対して異なる。よって異なる点についてのみ詳細に説明し、同様部分についての説明は省略する。また、同様の構成については、同じ符号を付して説明する。

【0058】

第一実施形態の形状修正装置 60 は、制御装置 70 (第二制御部 72) が、砥石車 51 及び形状修正工具 61 を回転軸線に直交する方向に固定した状態で、砥石車 51 の外周面 51a の形状修正を行なった。しかしながら、第二実施形態の形状修正装置 160 は、制御装置 170 の第二制御部 172 が、動力源としての第二移動装置 52 のリニアモータ 55 を制御することにより、砥石車 51 を形状修正工具 61 に対して回転軸線と直交する方向 (X 軸方向) に相対的に微小往復動させる。そして、砥石車 51 を X 軸方向に微小往復動させながら、第一実施形態と同様に第二制御部 172 が、第一移動装置 21 のリニアモータ 22 を制御し、砥石車 51 の外周面 51a の形状修正を行なう。このように、リニアモータ 55 を動力源とすることにより、X 軸方向における微小往復動が可能となるため、切り込み方向も含んで三次元的に外周面 51a の状態が精度よくコントロールでき、所望の状態を有した外周面 51a がより得やすくなる。

【0059】

< 4. 第三実施形態 >

次に第三実施形態について説明する。上記第一実施形態の形状修正装置 60 では、第一移動装置 21 が、テーブル 20 をベッド 10 に対して Z 軸方向に往復動させるとともに、形状修正工具 61 を Z 軸方向に微小往復動させたが、この態様には限らない。図 8 に示す

10

20

30

40

50

ように、第三実施形態の形状修正装置 2 6 0 とし、第一移動装置 2 1 が、ベッド 1 0 に対してテーブル 2 0 を Z 軸方向に往復動させる第三移動装置 3 2 1 (リニアアクチュエータ)と、形状修正工具 6 1 を Z 軸方向において微小往復動させる第四移動装置 3 2 2 (リニアアクチュエータ)とを別々に有して構成されてもよい。なお、第三移動装置 3 2 1 及び第四移動装置 3 2 2 の各動力源は、リニアモータでもよいし、ガス圧又は油圧により作動されるシリンダであってもよい。

【0060】

上記において、第三移動装置 3 2 1 は、第一実施形態におけるリニアモータ 2 2 によって構成すればよい。また、第四移動装置 3 2 2 は、例えば、主軸台 3 0 に固定されるものとする。第四移動装置 3 2 2 は、主軸台 3 0 に対し Z 軸方向へ相対微小往復動が可能な移動台 3 2 3 を備え、移動台 3 2 3 に形状修正工具 6 1 が固定される。そして、第一移動装置 2 1 の第三移動装置 3 2 1 が作動されると、テーブル 2 0 をベッド 1 0 に対して Z 軸方向における一方方向に移動させるとともに、第四移動装置 3 2 2 も作動し、形状修正工具 6 1 を Z 軸方向において微小往復動させる。これにより、第一実施形態と同様に、形状修正工具 6 1 における微小往復動の中心 S 1 を、砥石車 5 1 の回転軸線方向の一方方向へ移動させることができる。

10

【0061】

< 5 . その他 >

なお、上記実施形態では、形状修正工具 6 1 が備えるダイヤモンド片 6 1 b の角部 6 2 の高さが、砥石車 5 1 の回転軸線高さ h_1 とほぼ一致するよう配置したが、この態様には限らない。角部 6 2 の高さは、砥石車 5 1 の回転軸線高さ h_1 と一致していなくてもよい。角部 6 2 は、回転軸線高さ h_1 より高い位置や低い位置で、砥石車 5 1 の回転軸線方向に向くよう配置しても良い。

20

【0062】

また、上記実施形態では、形状修正工具 6 1 は、主軸台 3 0 を介してテーブル 2 0 に固定支持された。しかしながら、この態様に限らず、形状修正工具 6 1 は、主軸台 3 0 を介さず、直接テーブル 2 0 に固定支持されてもよい。

【0063】

また、上記実施形態では、砥石車 5 1 は、ビルトイン型の砥石軸駆動モータ 5 4 によって回転駆動された。しかし、この態様に限らず、砥石車 5 1 は、外付けのモータによって回転駆動されてもよい。さらには、その他のどのようなモータによって回転駆動されてもよい。

30

【0064】

また、上記実施形態では、第一移動装置 2 1 , 1 2 1 は、リニアモータ 2 2 , 1 2 2 を動力源としてテーブル 2 0 又は砥石台 5 0 を Z 軸方向両側にトラバース移動可能とするとともに、Z 軸方向に微小往復動可能とした。しかし、この態様には限らない。第一移動装置 2 1 , 1 2 1 は、回転作動するモータを動力源とし、モータの回転作動によってボールねじ装置を作動させて、テーブル 2 0 又は砥石台 5 0 を Z 軸方向両側にトラバース移動させるとともに、Z 軸方向に微小往復動させてもよい。

【0065】

また、上記実施形態においては、ベッド 1 0 とテーブル 2 0 との間、又はベッド 1 0 と砥石台 5 0 との間には静圧軸受が設けられ、静圧軸受を介してベッド 1 0 とテーブル 2 0 、又はベッド 1 0 と砥石台 5 0 が相対移動 (摺動) する態様としたが、この態様には限らない。ベッド 1 0 とテーブル 2 0 、又はベッド 1 0 と砥石台 5 0 とは、転がりガイドや滑りガイドを介して相対移動 (摺動) するよう構成してもよい。

40

【符号の説明】

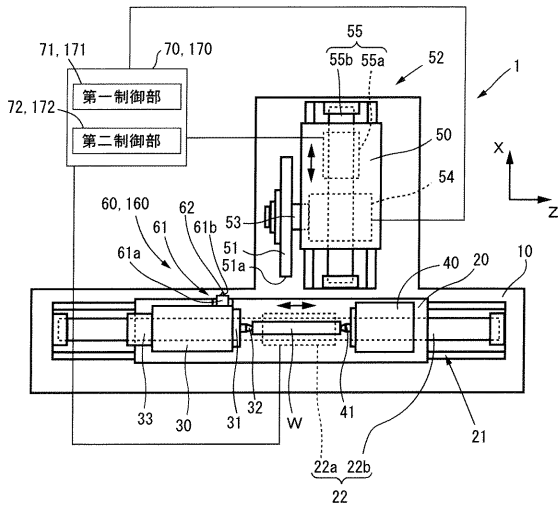
【0066】

1 ; 研削装置、 1 0 ; ベッド、 2 0 ; テーブル、 2 1 , 1 2 1 ; 第一移動装置、 2 2 , 5 5 ; リニアモータ、 3 0 ; 主軸台、 3 1 ; 主軸、 4 0 ; 心押台、 5 0 ; 砥石台、 5 1 ; 砥石車、 5 1 a ; 外周面、 5 2 ; 第二移動装置、 6 0 , 1 6 0 ,

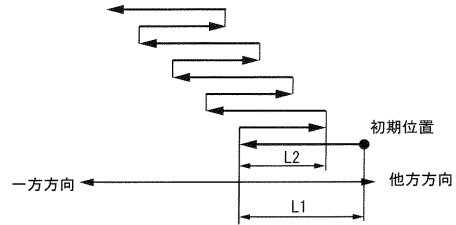
50

260 ; 形状修正装置、 61 ; 形状修正工具、 70 , 170 ; 制御装置、 71 , 171 ; 第一制御部、 72 , 172 ; 第二制御部、 B ; 基準線、 L1 ; 第一移動距離、 L2 ; 第二移動距離、 P , Pa , Pb ; 接触軌跡、 S1 ; 中心、 W ; 工作物。

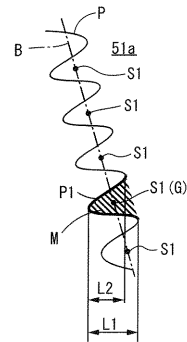
【図1】



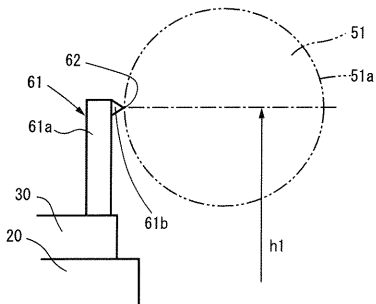
【図3】



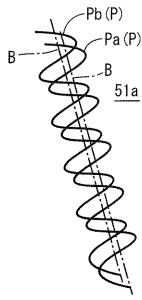
【図4】



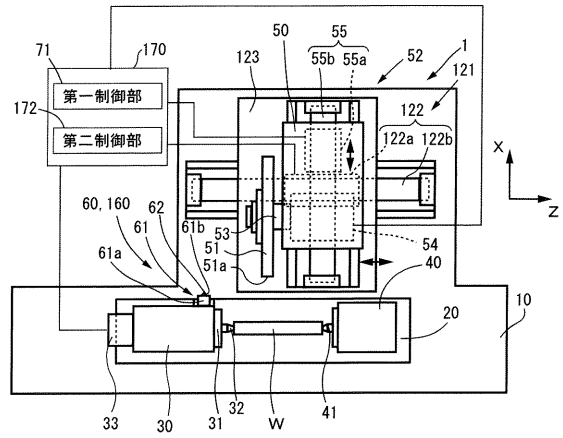
【図2】



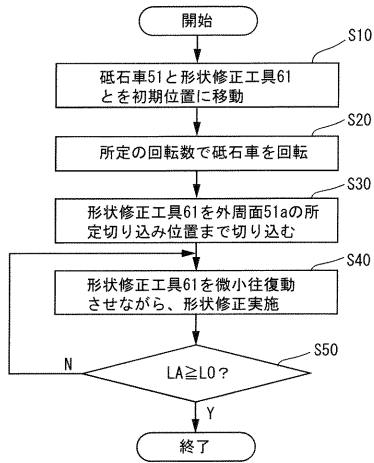
【 図 5 】



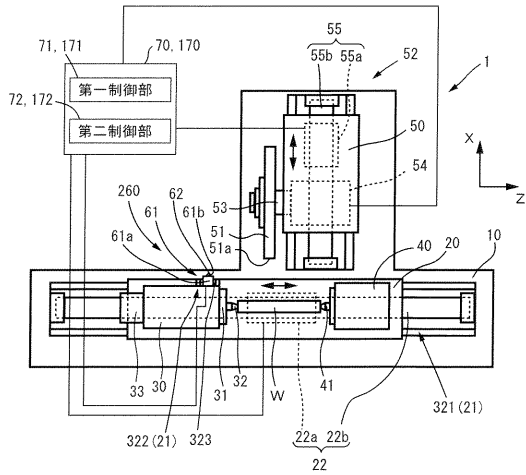
【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 今野 金太郎

愛知県額田郡幸田町大字菱池字江尻 1 番地の 3 株式会社豊幸内

(72)発明者 高橋 宏美

愛知県額田郡幸田町大字菱池字江尻 1 番地の 3 株式会社豊幸内

F ターム(参考) 3C047 AA05 AA16 AA38 BB04 BB08 BB10 BB12 BB18