

(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2006-15477  
(P2006-15477A)

(43) 公開日 平成18年1月19日(2006.1.19)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 2 4 B 49/04 (2006.01)</b>	B 2 4 B 49/04 A	3 C 0 3 4
<b>B 2 4 B 5/42 (2006.01)</b>	B 2 4 B 5/42	3 C 0 4 3

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 13 頁)

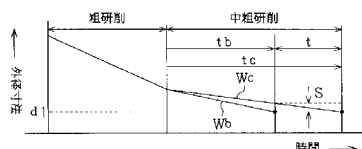
(21) 出願番号	特願2005-156166 (P2005-156166)	(71) 出願人	000152675 株式会社日平トヤマ
(22) 出願日	平成17年5月27日 (2005.5.27)		東京都品川区南大井6丁目26番2号
(31) 優先権主張番号	特願2004-167564 (P2004-167564)	(74) 代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣
(32) 優先日	平成16年6月4日 (2004.6.4)	(74) 代理人	100105957 弁理士 恩田 誠
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	安味 貞恒 富山県南砺市福野100番地 株式会社日平トヤマ富山工場内
		Fターム(参考)	3C034 AA02 AA13 BB38 BB74 BB91 CA02 CA13 CB03 CB14 DD07 3C043 AC25 CC03 CC11 DD05

(54) 【発明の名称】 多頭研削盤及び多頭研削盤を用いた研削方法

(57) 【要約】

【課題】 ワークの加工部分間において仕上がりにアンバランスを生じることなく高精度加工を達成できる多頭研削盤及び研削方法を提供すること。

【解決手段】 制御装置は、ワークの加工部分の研削加工が、粗研削工程から中粗研削工程及び仕上げ研削工程を経て最終工程の精密研削工程に移行するように制御する。各工程の研削が実行されると、2箇所各加工部分の測定が実行され、一方または双方の測定値が予め定められた各工程終了時の所定値に達したか否かが判別される。加工部分間に加工時間差  $t$  が生じている場合には次工程における単位時間当たりの切込み量が増加または減少設定されその加工時間差が解消される。これにより、最終工程直前の仕上げ研削工程が同時に終了され、片方が待つことなくすぐに双方同時に最終の精密研削工程に移行する。



【選択図】 図6

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ワーク支持手段により支持されたワークの複数箇所を独立して加工送りされる複数の砥石車により同時に研削加工するようにした多頭研削盤において、

研削中途における各研削箇所の外径寸法を測定するための測定手段と、

その測定手段による測定により、研削箇所間に外径寸法の差が生じている場合には、前記差が解消されるように、少なくともひとつの砥石車の単位時間当たりの切込み量を調整するための調整手段とを

設けたことを特徴とする多頭研削盤。

## 【請求項 2】

前記調整手段は、前記外径寸法の差を、外径寸法が所定値に到達するまでに要する加工時間の差に置き換えて、前記切込み量の調整を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の多頭研削盤。

## 【請求項 3】

各研削箇所で前記測定手段が外径寸法の所定値を測定したときその所定値に到達するまでに要した各加工時間を記憶する記憶手段を設け、

前記調整手段は、前記記憶手段により記憶された前記加工時間の差が次の所定値までの研削工程で解消されるように前記切込み量の調整を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の多頭研削盤。

## 【請求項 4】

前記ワーク支持手段は、長尺状のワークの両端をチャックして、ワークを回転させる構成である請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれかに記載の多頭研削盤。

## 【請求項 5】

ワークの複数箇所を、独立して加工送りされる複数の砥石車により同時に研削加工するようにした多頭研削盤を用いた研削方法であって、

研削中途において各研削箇所の外径寸法を測定し、

その測定により、研削箇所間に外径寸法の差が生じている場合には、前記差が解消されるように、少なくともひとつの砥石車の単位時間当たりの切込み量を調整することを特徴とする多頭研削盤を用いた研削方法。

## 【請求項 6】

前記研削加工が粗研削から最終の精密研削までの複数の研削工程を含み、最終の精密研削工程へ移行するまでの間で前の工程で発生した外径寸法の差を後の工程で解消することを特徴とする請求項 5 に記載の多頭研削盤を用いた研削方法。

## 【請求項 7】

前記外径寸法の差を各研削箇所で外径寸法が所定値に到達するまでに要する加工時間の差に置き換えたことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の多頭研削盤を用いた研削方法。

## 【請求項 8】

各研削箇所で外径寸法の所定値が測定されたとき、その所定値に到達するまでに要した各加工時間を記憶し、この記憶された加工時間の差が次の所定値までの研削工程で解消されるように前記切込み量の調整を行うことを特徴とする請求項 7 に記載の多頭研削盤を用いた研削方法。

## 【請求項 9】

前記ワークがクランクシャフトであって、前記砥石車がクランクシャフトのクランクピンを研削することを特徴とする請求項 5 ~ 8 のいずれかに記載の多頭研削盤を用いた研削方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、例えばエンジン用クランクシャフトのピンを研削する場合に採用される双頭研削盤等の多頭研削盤及び多頭研削盤を用いた研削方法に関するものである。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

双頭研削盤においては、長尺状のワークを一对の主軸台間に支持した状態でその軸線を中心に回転させながら、ワーク上の2箇所加工部分にそれぞれ砥石車を同時に接触させて、それらの加工部分の外周面を同時に研削加工するようになっている。そして、複数の砥石車による研削が、ワーク回転速度や加工送り速度が異なる粗研削、中粗研削、仕上げ研削等の複数の研削工程を順次経て実行される。

## 【0003】

ところが、前記ワークのたわみや各砥石車間の切れ味の違い等により、前記各研削工程の加工終了タイミングにバラツキが発生することがある。従って、このような場合は、一方の砥石車の研削加工が終了した場合には、他方の砥石車のみによる研削加工となる。そして、先行する砥石車による研削加工の終了後は、一方の砥石車のみによる研削となり、ワークに加わる研削負荷のバランスが不安定になることから加工精度が著しく低下する。

10

## 【0004】

このような問題点を解消するために、特許文献1(特開2003-136379号公報)において、一对の砥石車によるワークの最終研削加工が同時に実行されるようにした発明が提案された。この特許文献1の発明においては、長尺状のワークの複数箇所を複数の砥石車により研削加工する際に、ワークの各加工部分の外径寸法が測定される。そして、この測定に基づいて、複数の砥石車が駆動制御される。すなわち、図12に示すように、ワークの複数箇所の加工部分のうちで、研削加工の先行する加工部分における測定値(ワークの外径寸法)が所定値dになったとき、その先行加工部分の切込みが停止される。そして、研削加工の後続する加工部分における測定値が所定値dになるまで、先行加工部分の切込みが待たれ、両者の測定値が一致したときに、両者の切込みが同時再開されて最終の精密研削工程が開始される。

20

【特許文献1】特開2003-136379号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

前述した特許文献1の発明においては、最終研削工程を同時に開始することにより、加工精度向上が可能になるものの、一方の砥石車が他方の砥石車を待つために切込みを停止している状態においても、ワークと砥石とが研削液を介して接触しているため、ワークがその弾性復元等により砥石車に押し付けられてワークの切込みが進行する。このため、最終研削工程を行っても一方の加工部分で所要の精度を得ることができないことがあり、ワークの加工部分間において仕上がりにアンバランスが発生する。加工切込み停止側で切込みが進行しないように、砥石車をワークから離すこともかんがえられるが、このようにすると、ワークに対する砥石車の再接触等によって、アンバランスがさらに大きくなる懸念がある。

30

## 【0006】

この発明の目的は、ワークの加工部分間において仕上がりにアンバランスを生じることなく、高精度加工を達成できる多頭研削盤及び研削方法を提供することにある。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

以上の目的を達成するために、多頭研削盤に係る請求項1に記載の発明においては、ワーク支持手段により支持されたワークの複数箇所を独立して加工送りされる複数の砥石車により同時に研削加工するようにした多頭研削盤において、研削中途における各研削箇所の外径寸法を測定するための測定手段と、その測定手段による測定により、研削箇所間外径寸法の差が生じている場合には、前記差が解消されるように、少なくともひとつの砥石車の単位時間当たりの切込み量を調整するための調整手段と設けたことを特徴とする。

## 【0008】

請求項2に記載の発明においては、請求項1に記載の発明において、前記調整手段は、

50

前記外径寸法の差を、外径寸法が所定値に到達するまでに要する加工時間の差に置き換えて、前記切込み量の調整を行うことを特徴とする。

【0009】

請求項3に記載の発明においては、請求項2に記載の発明において、各研削箇所では前記測定手段が外径寸法の所定値を測定したときその所定値に到達するまでに要した各加工時間を記憶する記憶手段を設け、前記調整手段は、前記記憶手段により記憶された前記加工時間の差が次の所定値までの研削工程で解消されるように前記切込み量の調整を行うことを特徴とする。

【0010】

請求項4に記載の発明においては、請求項1～請求項3のいずれかに記載の発明において、前記ワーク支持手段は、長尺状のワークの両端をチャックして、ワークを回転させる構成である。

10

【0011】

研削方法に係る請求項5に記載の発明においては、ワークの複数箇所を、独立して加工送りされる複数の砥石車により同時に研削加工するようにした多頭研削盤を用いた研削方法であって、研削中途において各研削箇所の外径寸法を測定し、その測定により、研削箇所間に外径寸法の差が生じている場合には、前記差が解消されるように、少なくともひとつの砥石車の単位時間当たりの切込み量を調整することを特徴とする多頭研削盤を用いた。

【0012】

請求項6に記載の発明においては、請求項5に記載の発明において、前記研削加工が粗研削から最終の精密研削までの複数の研削工程を含み、最終の精密研削工程へ移行するまでの間で前の工程で発生した外径寸法の差を後の工程で解消することを特徴とする。

20

【0013】

請求項7に記載の発明においては、請求項5または6に記載の発明において、前記外径寸法の差を各研削箇所では外径寸法が所定値に到達するまでに要する加工時間の差に置き換えたことを特徴とする。

【0014】

請求項8に記載の発明においては、請求項7に記載の発明において、各研削箇所では外径寸法の所定値が測定されたとき、その所定値に到達するまでに要した各加工時間を記憶し、この記憶された加工時間の差が次の所定値までの研削工程で解消されるように前記切込み量の調整を行うことを特徴とする。

30

【0015】

請求項9に記載の発明においては、請求項5～8のいずれかに記載の発明において、前記ワークがクランクシャフトであって、前記砥石車がクランクシャフトのクランクピンを研削することを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

従って、この発明においては、複数の砥石車によるワークの複数箇所同時研削において研削箇所間に外径寸法の差が生じた場合には、その外径寸法差が解消されるように、一方の砥石車の単位時間当たりの切込み量が調整され、研削加工が同時に終了される。このため、片方の待ち時間が徐々になくなり、ワークの研削箇所間において仕上がりにアンバランスを生じることなく、高精度加工を得ることができる。また、最終の研削工程へ移行するまでの間で前工程で発生した差を後の工程で解消するようにしたことで、最終工程直前の仕上げ研削工程が同時終了し、片方が待つことなくすぐに双方同時に最終の精密研削工程を開始できるので、アンバランスのない高精度加工を達成でき、加工効率を向上させることができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

(第1実施形態)

50

以下に、この発明を双頭研削盤に具体化した第1実施形態を、図1～図7に基づいて説明する。

【0018】

図1に示すように、この双頭研削盤においては、基台11上にワーク支持装置12が配設されている。すなわち、基台11の上には支持テーブル13が固定されている。支持テーブル13の上には主軸15a, 16aを回転自在に支持した一对の主軸台15, 16がガイドレール17を介してZ軸と平行な軸方向へ移動調整可能に支持され、それらの主軸15a, 16a対向端部にはクランクシャフトよりなるワークWをその両端にて支持するためのワーク支持手段としてのチャック15b, 16bが設けられている。

【0019】

前記ワーク支持装置12と対応するように、基台11上には一对の砥石装置18A, 18Bが一对のガイドレール25を介してZ軸方向へそれぞれ移動可能に支持されて配設されている。また、各砥石装置18A, 18Bにおいては、基台11の上には砥石台19A, 19Bが各一对のガイドレール20を介してX軸方向(切込み方向及びその逆方向)へ移動可能に支持され、それらの上には加工ヘッド21が配設されている。各加工ヘッド21には回転軸22が回転可能に支持され、それらの対向端部には第1及び第2の砥石車23A, 23Bが取り付けられている。

【0020】

前記各加工ヘッド21には研削駆動部としてのビルトインモータでなる第1及び第2の砥石回転用モータ24A, 24Bが内蔵され、これらのモータ24A, 24Bにより、各砥石車23A, 23Bが研削回転されるようになっている。基台11と各砥石台19A, 19Bとの間にはリニアモータでなる第1及び第2の砥石送り用モータ28A, 28Bが配設され、これらのモータ28A, 28Bにより、各砥石台19A, 19BがX軸方向へそれぞれ移動されるようになっている。また、各砥石装置18A, 18Bはトラバースモータ27A, 27BによりZ軸方向にそれぞれ移動されるようになっている。

【0021】

そして、この実施形態においては、ワークWの研削箇所としての加工部分Wa～Wdがクランクシャフトのピンである。この加工部分Wa～Wdを研削加工する場合には、そのワークWが一对の主軸15a, 16a間に適切に装着されるように、図示しない主軸台移動用モータ(図3の符号M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>)により主軸台15, 16が軸方向に移動調整される。そして、このワークW上の2箇所の加工部分Wb(Wa), Wc(Wd)に対応してトラバースモータ27A, 27Bにより第1及び第2の砥石車23A, 23Bが対応配置される。この状態で、主軸台15, 16にそれぞれ内蔵の図示しない主軸モータ(図3の符号15c, 16c)により、ワークWが軸線Lを中心に、すなわちジャーナルを中心に回転される。

【0022】

それとともに、第1及び第2の砥石車23A, 23Bが砥石回転用モータ24A, 24Bにより所定の回転速度で回転されながら、砥石送り用モータ28A, 28Bにより主軸15a, 16aの回転と同期したプロファイル量と所定の切込み量とに基づいてワークWに向かってX軸方向に送り移動される。この送り移動により、各砥石車23A, 23BがワークW上の2箇所の加工部分Wb(Wa), Wc(Wd)に接触されて、それらの加工部分Wb(Wa), Wc(Wd)の外周面が同時に研削される。

【0023】

図1に示すように、ワークW上の2箇所の加工部分Wb(Wa), Wc(Wd)が研削加工される際に、この実施形態では図5に示す中粗研削及び仕上げ研削時に、ワークレスト29が、ワークWの両加工部分Wb(Wa), Wc(Wd)間に位置する1箇所または2箇所のジャーナル部分の外周面に当接される。この当接により、ワークWが砥石車23A, 23Bと反対側から支持される。

【0024】

図2に示すように、前記両砥石台19A, 19B上には測定手段としての第1、第2の

10

20

30

40

50

測定装置 3 2 A , 3 2 B がそれぞれ配設されている。そして、ワーク W の各加工部分 W b ( W a ) , W c ( W d ) が研削加工される際に、その各加工部分 W b ( W a ) , W c ( W d ) の外径寸法がこのピン径測定装置 3 9 により測定される。

【 0 0 2 5 】

すなわち、砥石台 1 9 A , 1 9 B 上にはブラケット 4 1 が取り付けられ、そのブラケット 4 1 には支持アーム 4 2 が支軸 4 3 を介して回動可能に支持されている。支持アーム 4 2 の先端には取付部材 4 4 が支軸 4 5 を介して回動可能に支持され、その先端下部にはゲージ 3 6 が取り付けられている。このゲージ 3 6 には、加工部分 W a ~ W d に相当するクランクピン W p の外周面に接触可能な一対の接触子 3 6 a 及び測定子 3 6 b が設けられている。

10

【 0 0 2 6 】

前記ブラケット 4 1 上にはゲージ用シリンダ 3 7 が配設され、そのピストンロッドが支持アーム 4 2 に作動連結されている。そして、このシリンダ 3 7 が出沒動作されることにより、支持アーム 4 2 が支軸 4 3 を中心に回動されて、ゲージ 3 6 が上方の退避位置と、下方の測定位置とに移動配置される。また、ゲージ 3 6 が測定位置に移動配置された状態で、接触子 3 6 a 及び測定子 3 6 b が研削加工中のクランクピン W p に回転砥石 2 3 の反対側から接触され、測定子 3 6 b を介してクランクピン W p の外径寸法が測定される。

【 0 0 2 7 】

さらに、このゲージ 3 6 によるピン径測定時には、クランクピン W p がジャーナル W j の軸線 L 1 を中心に公転されるのに追従して、取付部材 4 4 が支軸 4 5 を中心に回動される。この回動により、ゲージ 3 6 の測定位置がクランクピン W p に対して常にほぼ定位置に保持される。

20

【 0 0 2 8 】

次に、前記のように構成された双頭研削盤の制御装置 4 0 の構成について説明する。図 3 に示すように、制御手段及び調整手段としての制御装置 4 0 には、研削盤の動作を制御するのに必要な諸データやプログラム等を記憶する記憶手段としてのメモリ 5 1、及び諸データ等の入力に使用するキーボード等の入力装置 5 2 が接続されている。また、制御装置 4 0 には、前記第 1 及び第 2 の測定装置 3 2 A , 3 2 B から、ワーク W の加工部分 W a ~ W d における外径寸法の測定信号が入力される。さらに、制御装置 4 0 からは、主軸台移動用モータ M<sub>1</sub> , M<sub>2</sub> や砥石台 1 9 A , 1 9 B のトラバースモータ 2 7 A , 2 7 B に対し位置制御信号が出力されるとともに、加工に際しては、両砥石装置 1 8 A , 1 8 B の砥石送り用モータ 2 8 A , 2 8 B 及び前記主軸モータ 1 5 c , 1 6 c に対して駆動信号及び制御信号が出力される。

30

【 0 0 2 9 】

そして、前記制御装置 4 0 は、メモリ 5 1 に記憶された加工プログラムにより研削中の両測定装置 3 2 A , 3 2 B からの測定情報に基づいて、各モータ 1 5 c , 1 6 c , 2 8 A , 2 8 B の動作を独立して制御して、主軸 1 5 a , 1 6 a の回転速度及び加工送り速度、すなわち砥石台 1 9 A , 1 9 B の送り量等を制御する。これらの制御により、各砥石車 2 3 A , 2 3 B によるワーク W 上の加工部分 W a ~ W d の研削加工を、その外径寸法が予め定められた所定値に達するごとに、粗研削工程から、中粗研削工程、仕上げ研削工程及び最終の研削工程としての精密研削工程に順に切り換えて実行させるようになっている。

40

【 0 0 3 0 】

この場合、制御装置 4 0 は、ワーク W の加工部分 W a ~ W d の研削加工が、粗研削工程から中粗研削工程及び仕上げ研削工程を経て精密研削工程に移行するのに伴って、適切な切込み速度に制御する。この切込み速度のデータは、基準の切込み速度データとしてメモリ 5 1 に記憶されている。

【 0 0 3 1 】

また、制御装置 4 0 は、両砥石装置 1 8 A , 1 8 B が保有する特有の研削特性や、同時加工時の負荷干渉等に起因したプロファイル面での研削誤差を打ち消すように、前記各研削工程において、主軸 1 5 a , 1 6 a と砥石台 1 9 A , 1 9 B の同期加工動作において発

50

生する形状誤差の補償（図10参照）を行わせる。例えば、加工部分W a ~ W dの研削加工面にプラス方向の誤差が生じる場合には、形状誤差補償として、そのプラス部分が消滅するように、砥石台19 A, 19 Bの送りに誤差補償量e（ ）が加えられて調整される。

【0032】

さらに、このワークWの研削加工時には、ワークWの弾性変形やたわみ、あるいは各砥石車23 A, 23 B間の切れ味の違い等により、ワークWの各加工部分W a ~ W dにおいて、研削量に差が生じることがある。このような場合、前記制御装置40は、メモリ51に記憶された後述の図4のフローチャートに示す制御プログラムを実行して、各加工部分W a ~ W d間の外径寸法の差を解消するとともに、各加工部分W a ~ W dが同時に所定の外径寸法となるような処理が行われる。

10

【0033】

次に、前記のように構成された双頭研削盤の動作を説明する。

さて、この双頭研削盤において、ワークWの加工部分W a ~ W d、すなわちクランクシャフトのクランクピン部を研削加工する場合には、そのワークWが一对の主軸15 a, 16 aのチャック15 b, 16 b間に装着される。この状態で、砥石装置18 A, 18 Bの移動により、ワークW上の2箇所の加工部分W b (W a), W c (W d)に対し第1及び第2の砥石車23 A, 23 Bが対応配置されるとともに、ワークWが軸線Lを中心に、すなわち、加工部分W b (W a), W c (W d)であるピンW pはジャーナルW jの回転中心から所定量離れたところを回転する。

20

【0034】

それとともに、両砥石車23 A, 23 Bが砥石回転用モータ24 A, 24 Bにより一定の回転速度で回転されながら、砥石送り用モータ28 A, 28 Bにより図10に示すように、主軸15 a, 16 aの回転に同期させたプロファイル量x（ ）と、前記誤差補償量e（ ）と、切込み量f（ ）との重畳されたX軸送り量X（ ）の位置制御データに基づいてX軸方向に移動される。この移動により、図5に示すように、ワークW上の2箇所の加工部分W b (W a), W c (W d)の外周面が同時に研削される。

【0035】

まず、粗研削により円筒面が形成されると、各加工部分W b (W a), W c (W d)の外径寸法が測定装置32 A, 32 Bにより常時測定される。そして、その測定寸法が予め設定された中粗研削完了寸法の所定値d1に達したとき、各砥石車23 A, 23 Bの切り込み送りが中粗研削から仕上げ研削に変更されて、各加工部分W b (W a), W c (W d)に対する加工が中粗研削から仕上げ研削に順に切り換えられる。

30

【0036】

引き続き、この仕上げ研削加工時においても、各加工部分W b (W a), W c (W d)の外径寸法が測定装置32 A, 32 Bにより常時測定される。そして、研削加工の先行する加工部分の測定寸法が予め設定された仕上げ研削完了寸法の所定値d2に達すると、両砥石車23 A, 23 Bの切り込み送りが仕上げ研削から精密研削に変更されて、図5に示すように、各加工部分W b (W a), W c (W d)に対する精密研削加工が同時に開始され、所定値d3になったところで終了する。

40

【0037】

ここで、ワークWのたわみや砥石車23 A, 23 B間の切れ味の相違等が原因となって、図7に示すように、各研削加工工程において砥石車23 A, 23 Bによる加工部分W b (W a), W c (W d)の間に一方の加工部分が例えば所定の外径寸法の値d1に到達した時点で研削量の差s、すなわち外形寸法の差が生じた場合は、図6のように、その研削量の差sを各加工部分W b, W c間での外径寸法が所定値d1に到達するまでに要する各加工時間t b, t cの差t = t c - t bに置き換える。そして、その加工時間差tを解消するために制御装置40により図4に示す以下のような単位時間当たりの切込み量を調整する処理が実行される。

【0038】

50

図4に示すフローチャートは、研削中の加工部分W a ~ W dの外径寸法が測定される中粗研削、仕上げ研削及び精密研削の各研削工程における処理を示すものである。加工部分W b ( W a ) , W c ( W d ) にゲージ36がセットされてスタートする。ステップS 1 ( 以下、『ステップS』を単に『S』とする)において、操作者により入力装置52が操作されて、加工部分W a ~ W dの加工時間差tの解消が、砥石車23A, 23Bの単位時間当たりの切込み量の増加すなわち切込み速度の増速により行われるのか、単位時間当たりの切込み量の減少すなわち切込み速度の減速により行われるのか、その解消態様のモードが予め設定されている。すなわち、加工時間差tが生じた場合は、一方の砥石車23Aまたは23Bの切込み速度を他方の砥石車23Bまたは23Aの切込み速度に対して増速するか、または減速するかして、加工時間差tの解消を実行するとともに、各加工部分W a ~ W dが同一加工時間に所定の外径寸法に達するようにするために、増速モードまたは減速モードを設定する。

10

## 【0039】

S 2においては、前述した2箇所の各加工部分、例えばW b , W cの研削及び測定が実行される。そして、S 3とS 5において、加工部分W b又はW cすなわちL (左)側又はR (右)側のいずれか一方の測定結果が予め定められた各工程終了時の所定値d 1 , d 2 , ...に達したか否かが判別される。所定値に達した場合は、S 4 , S 6において、現工程においてその所定値に達するまで加工開始からの加工時間t b又はt cすなわちt L又はt Rがカウントされ記憶されるとともに、先に所定値に達した砥石車23A又は23Bの切込みを停止して、いずれか他方が所定値に達するまで待機する。(図8のtの部分)

20

次に、S 7において両方の加工部分W b , W cが所定値になったかどうか判別されるとS 8において、次の工程が最終研削工程か否か、すなわち、今、終了したこの研削工程が最終研削工程の直前の工程であるか否かが判断される。この研削工程が、最終研削工程の直前の工程でない場合は、S 9においてその時間比t L / t Rを算出し、かつS 10においてその比が予め設定された許容範囲内かどうか判断され、研削加工条件を著しく逸脱しないための許容チェックが行われる。ここで、許容範囲内のとき、S 11において、前記S 1において設定されたモードが増速または減速のどちらに設定されているかが判別され、その判別結果に基づいて、S 12またはS 13において、次工程における切込み速度が増速または減速設定され、S 2に戻る。従って、図8から明らかのように、次工程では、加工時間差t、すなわち寸法差sが解消されるとともに、各加工部分W b , W cが同時に所定の外径寸法となったところで、同時に終了されるように、一方の砥石車23Aまたは23Bの切込み速度が増速または減速するように調整されて、研削が実行される。

30

## 【0040】

ここで、切込み速度の調整は以下のようにして実行される。すなわち、砥石車23A及び23Bによる所定値に到達するまでの時間をそれぞれt b , t cとし、砥石車23A及び23Bの次工程での予め定められた切込み速度をそれぞれv b , v cとした場合、次工程における砥石車23A及び23Bの切込み速度v b ' , v c 'は、

$$t_b > t_c \text{ であって増速の場合は、 } v_{b'} = v_b (t_b / t_c), v_{c'} = v_c$$

$$t_b < t_c \text{ であって増速の場合は、 } v_{c'} = v_c (t_c / t_b), v_{b'} = v_b$$

$$t_b > t_c \text{ であって減速の場合は、 } v_{c'} = v_c (t_c / t_b), v_{b'} = v_b$$

$$t_b < t_c \text{ であって減速の場合は、 } v_{b'} = v_b (t_b / t_c), v_{c'} = v_c$$

40

となるように、切込み速度が調整される。この調整後の切込み速度v b ' , v c 'は、前記S 10の許容チェックで許容範囲にあることにより、研削条件を満たす範囲内になる。

## 【0041】

このため、例えば、図6及び図8に示すように、中粗研削において、一方の加工部分W b ( W a ) と他方の加工部分W c ( W d ) との間に加工時間差tが生じた場合、次工程の加工終了時において、その加工時間差tが解消されるように、設定モードに応じ研削が遅い方の砥石車23A, 23Bの切込み速度が増速されるか、或いは、研削が速い方の砥石車23A, 23Bの切込み速度が減速される。

## 【0042】

50



このように、加工部分  $W_b$  ( $W_a$ ) ,  $W_c$  ( $W_d$ ) に加工時間差  $t$  が生じた場合には、その加工時間差  $t$  が解消されるように、次工程で一方の砥石車 23A , 23B の切込み速度が増速または減速されて、その研削加工が同時に終了する。このため、ワーク  $W$  の加工部分  $W_b$  ( $W_a$ ) ,  $W_c$  ( $W_d$ ) 間にアンバランスを生じることなく、高精度加工を得ることができる。

【0043】

そして、S8において次が最終研削工程となると、S9～S13の時間比計算や切込み速度の調整をすることなく、S14において最終工程の精密研削工程が同時に開始される。すなわち、待ち時間なく両者の足並みが揃い最終工程がすぐに同時開始でき、そして同時に終了される。

10

【0044】

S10において、左右比が許容範囲内でない場合は、S15において上記式中の  $t_b / t_c$  または  $t_c / t_b$  を許容限界値に置き換えて、S11, S12, S13の処理を行う。これにより、研削加工条件を満たす無理のない研削加工を維持できる。

【0045】

また、図9に示すように、例えば中粗研削工程を前半、後半の2つの工程に分割して、それぞれの終了時の外径寸法の所定値  $d_0$  ,  $d_1$  を設定し、図8の中粗研削工程1回に対し、図9では中粗研削工程の途中で1回分増やして2回の調整を行うようにしてもよい。工程が進むごとに時間差  $t$  ( $= t_{R1} - t_{L1}$  ,  $t_{R2} - t_{L2}$ ) の調整量が徐々に解消され、仕上げ研削工程までには両砥石車 23A , 23B の差がほとんど解消される。これにより、仕上げ研削工程の同時終了がより確実に行えるようになり、加工精度も向上できる。中粗研削工程のみならず仕上げ研削工程も分割する制御を行ってもよい。

20

【0046】

(第2実施形態)

次に、この発明の第2実施形態を図11について説明する。前記第1実施形態では、加工部分  $W_b$  ( $W_a$ ) ,  $W_c$  ( $W_d$ ) の寸法差  $s$  で表される加工時間差  $t$  が生じた場合、その加工時間差  $t$  の解消のための砥石車 23A , 23B における単位時間当たりの切込み量の増加または減少、すなわち切込み速度の増速または減速を入力装置 52 による設定に基づいて行われるように構成した。これに対して、第2実施形態においては、以下のように構成されている。すなわち、前記第1実施形態における解消モード設定のための処理(図4のS1)は存在せず、フローチャートは図4のS2から開始される。従って、図11のS1～S7までとS14の処理は、図4のS2からS8までとS14の処理と同内容である。

30

【0047】

この第2実施形態のS8, S9においては、S3, S5における加工時間  $t_L$  ,  $t_R$  それぞれについて、スケジュール値として予め設定された基準値  $t_0$  との比を計算する。S10, S11において、図4におけるS10とS15のような許容範囲の判定と置換処理を行う許容チェック処理を行った後、S12, S13において基準値  $t_0$  との比較によりその差が解消されるように、研削が遅い方の砥石車の切込み速度が増速されるとともに、研削が速い方の砥石車の切込み速度が減速される。このように双方とも調整することにより、調整量が少くなり、好適な研削加工条件を維持することができ、しかも従来よりもトータル待ち時間を短縮できるので加工効率が向上される。そして、当初のスケジュールに近い研削加工が行われるので、スケジュール管理が容易に行えるようになる。

40

【0048】

(別の実施形態)

なお、この発明は以下のように具体化することも可能である。

- ・ 砥石車が3つ以上の多頭研削盤においてこの発明を具体化すること。

【0049】

・ ワーク  $W$  として、クランクシャフト以外のもの、例えば、カムシャフトを研削加工するように構成すること。

50

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】第1実施形態の双頭研削盤を示す平面図。

【図2】図1の双頭研削盤のゲージ装置を拡大して示す要部断面図。

【図3】双頭研削盤の回路構成を示すブロック図。

【図4】図1の双頭研削盤の研削加工動作を説明するフローチャート。

【図5】図1の双頭研削盤の研削加工動作を説明する線図。

【図6】図1の双頭研削盤の寸法差解消動作を説明する線図。

【図7】寸法差の解消を説明するための簡略図。

【図8】図4のフローチャートに基づく双頭研削盤の研削加工動作を説明する線図。

10

【図9】図8の線図とは別の実施例を示す双頭研削盤の研削加工動作を説明する線図。

【図10】X軸送り量X( )、プロファイル量x( )、誤差補償量e( )、切込み量f( )の関係を示すグラフ。

【図11】第2実施形態の研削加工動作を説明するフローチャート。

【図12】従来技術の研削加工動作を説明する線図。

【符号の説明】

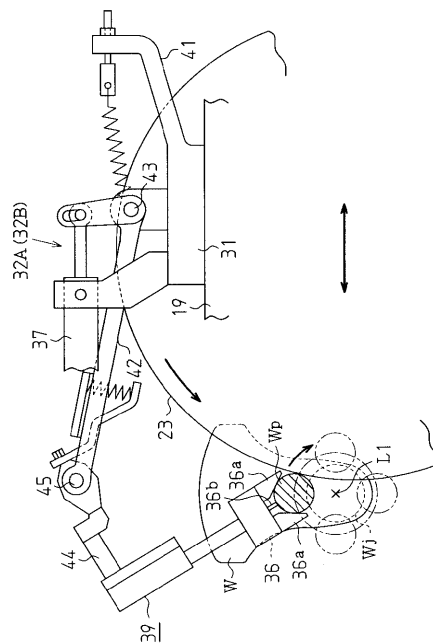
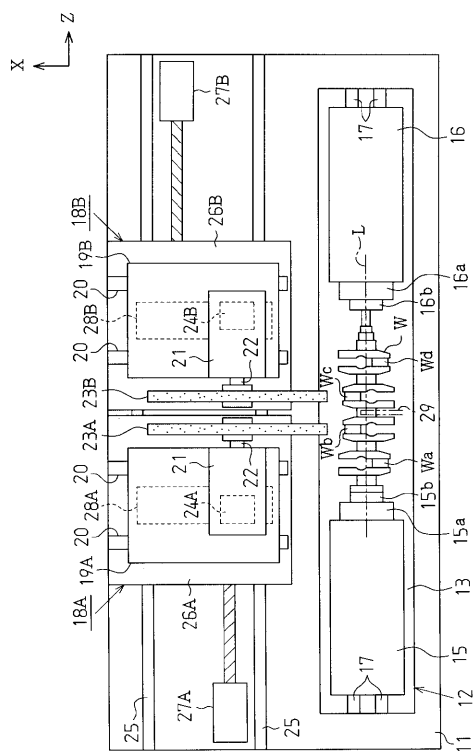
【0051】

11...基台、12...ワーク支持装置、15, 16...主軸台、15a, 16a...主軸、15b, 16b...ワーク支持手段としてのチャック、18a...クランクピン、18A, 18B...砥石装置、19A, 19B...砥石台、21...加工ヘッド、23A...第1砥石車、23B...第2砥石車、32A...測定手段としての第1測定装置、32B...測定手段としての第2測定装置、36...測定器、40...制御手段及び調整手段としての制御装置、d1...所定値、tb...加工時間、tc...加工時間、tL...加工時間、tR...加工時間、f...切込み量、s...差、W...ワーク、Wa~Wd...加工部分、Wb...クランクピン、51...記憶手段としてのメモリ、t...加工時間の差。

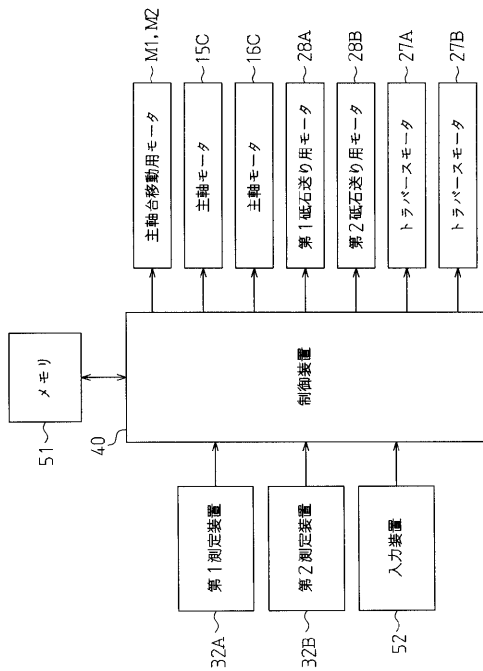
20

【図1】

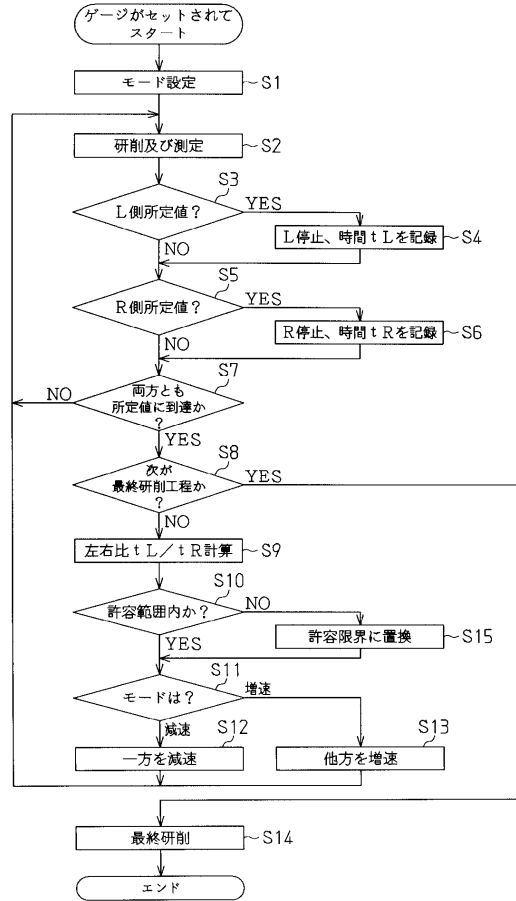
【図2】



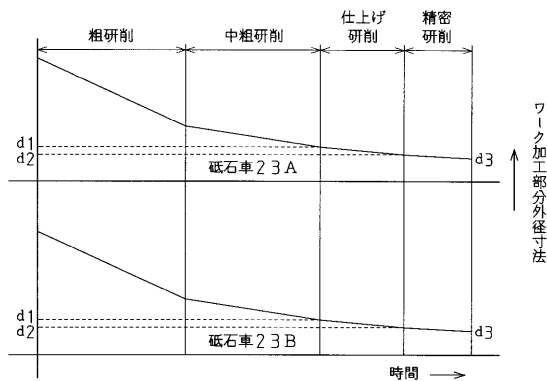
【 図 3 】



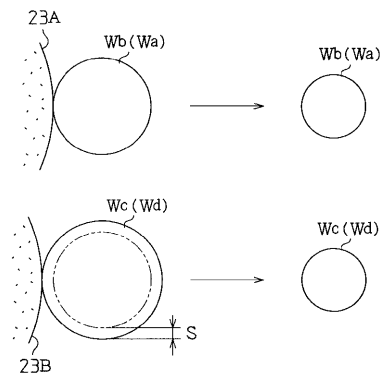
【 図 4 】



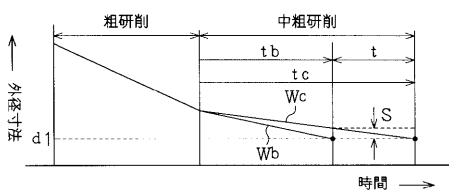
【 図 5 】



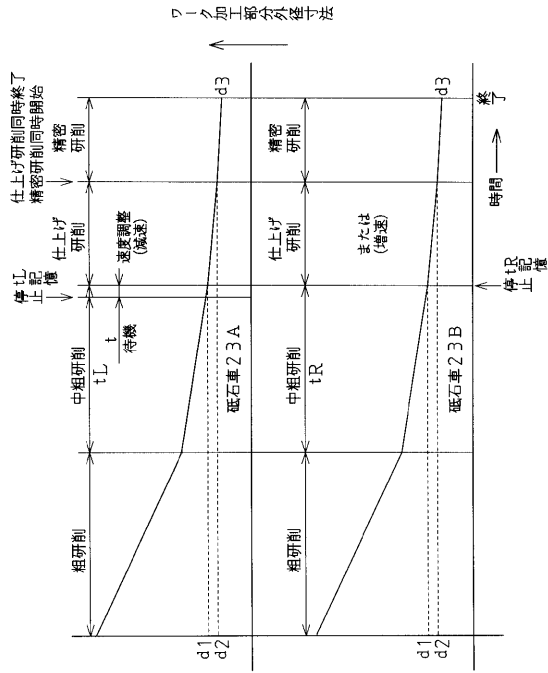
【 図 7 】



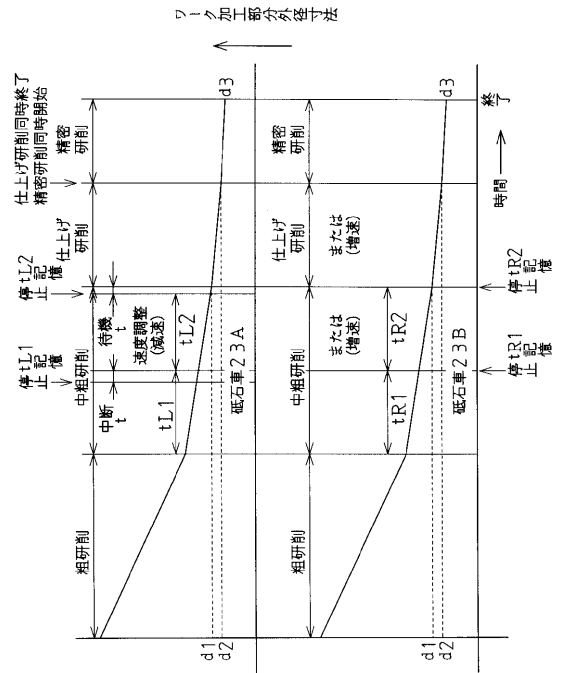
【 図 6 】



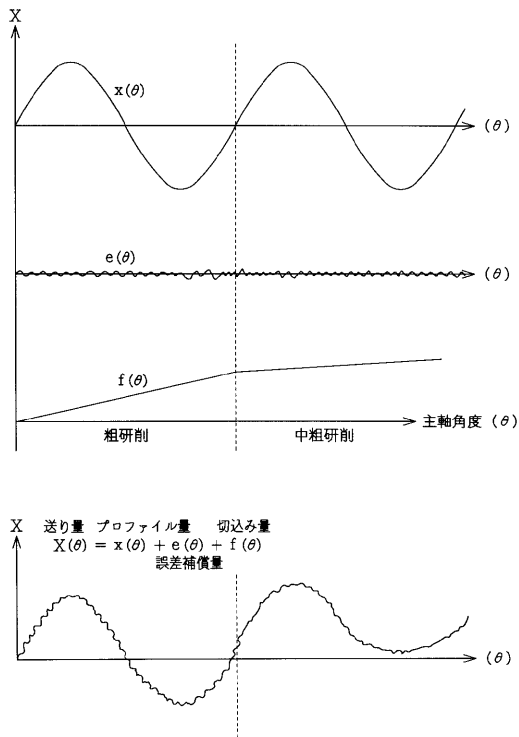
【 図 8 】



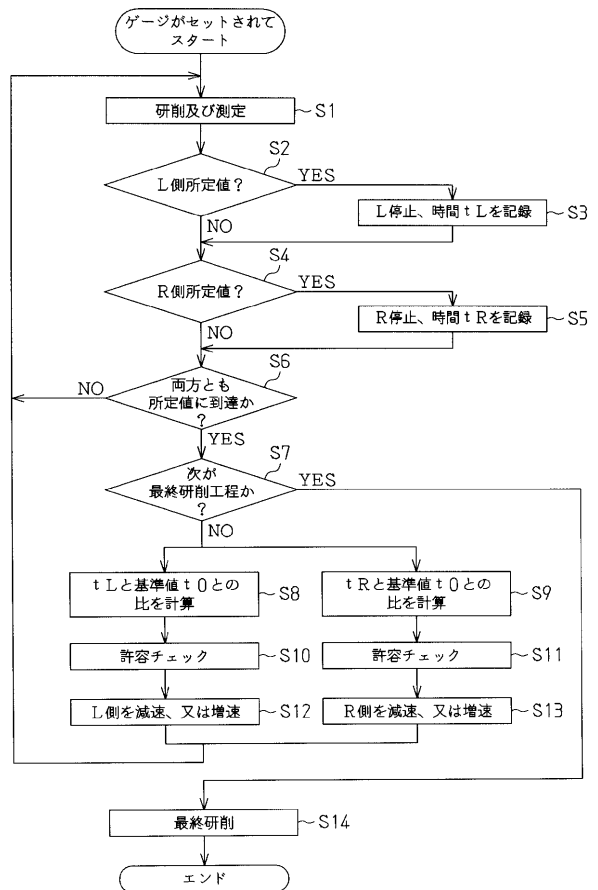
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 1 2 】

