

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ベッドと、
工作物を第一軸回りに回転可能に支持する工作物支持装置と、
第二軸回りに回転しながら前記工作物を研削する砥石車と、
前記砥石車の中心軸である前記第二軸回りに回転可能に前記砥石車を支持すると共に、
前記第二軸に直交する第三軸回りに回転可能に前記ベッドに支持される砥石台と、
前記砥石車の形状を成形するツールと、
直進駆動軸により駆動され、前記工作物支持装置と前記砥石台とを相対移動させる移動体と、
前記ベッドに対して前記砥石台を前記第三軸回りに回転させながら、前記砥石車における前記ツールとの接線に対する前記ツールの向きが一定の状態となるように前記砥石車のツルーイングを行う制御手段と、
を備える研削盤。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記ツールは、前記ベッドのうち前記工作物支持装置から離間した位置に設けられる研削盤。

【請求項 3】

請求項 2 において、
前記ツールは、前記工作物の中心軸である前記第一軸に直交する方向において、前記ベッドに対して前記砥石台が回転する前記第三軸の位置を基準として、前記第一軸の位置とは反対側に位置する研削盤。

20

【請求項 4】

請求項 2 または 3 において、
前記移動体は、直進駆動軸により駆動され、前記砥石台を前記ベッドに対して移動させる研削盤。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 の何れか一項において、
前記ツールは、円盤形状に形成され、前記円盤形状の中心軸周りに回転可能に設けられるロータリーツールであり、
前記制御手段は、前記砥石車における前記ロータリーツールとの接線に対して前記ロータリーツールの前記中心軸が平行な状態となるように、前記砥石台を前記第三軸回りに回転させながら前記砥石車のツルーイングを行う研削盤。

30

【請求項 6】

ベッドと、
工作物を第一軸回りに回転可能に支持する工作物支持装置と、
第二軸回りに回転しながら前記工作物を研削する砥石車と、
前記砥石車の中心軸である前記第二軸回りに回転可能に前記砥石車を支持すると共に、
前記第二軸に直交する第三軸回りに回転可能に前記ベッドに支持される砥石台と、
前記砥石車の形状を成形するツールと、
直進駆動軸により駆動され、前記工作物支持装置と前記砥石台とを相対移動させる移動体と、
を備える研削盤における前記砥石車のツルーイング方法であって、
前記ベッドに対して前記砥石台を前記第三軸回りに回転させながら、前記砥石車における前記ツールとの接線に対する前記ツールの向きが一定の状態となるように前記砥石車のツルーイングを行う砥石車のツルーイング方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、砥石車の形状を成形するツルアを備える研削盤、および、ツルアによる砥石車のツルイーイング方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えば、外径の異なる部位が軸方向に設けられる段付き軸状の工作物がある。この工作物の外周面と端面との隅部を、曲面形状に研削する場合がある。このような工作物に対して、端面と当該隅部とを同時に1回のプランジ研削で行うために、砥石車の回転軸方向の断面形状を円弧形状などの曲面形状に成形した砥石車を用いることがある。この砥石車を成形するためにロータリーツルア（一般に「ロータリードレスサ」と称する場合もある）を用いることがある。ロータリーツルアの回転軸を固定した位置にて、ロータリーツルアを回転させながら、砥石車の円弧形状部分を成形する場合、ロータリーツルアにおける砥石車との接触点が変わる。そのため、ロータリーツルアの各接触点における成形量が異なるため、ロータリーツルアが偏摩耗するという問題が生じる。その結果、ロータリーツルアの摩耗のばらつきによって、砥石車の形状が所望の形状からずれた形状に成形されてしまう。そうすると、工作物の形状精度が低下するおそれがある。

10

【0003】

特に、形状がそれぞれ異なる複数の砥石車を備える複合研削盤において、複数の砥石車を1つのロータリーツルアにより成形する場合には、ロータリーツルアの摩耗がさらに複雑となり、砥石車の形状精度を低下するおそれがある。

【0004】

20

このようなロータリーツルアを備えた研削盤が、例えば、特開2000-84852号公報（特許文献1）に記載されている。なお、特許文献1には、ロータリーツルア（特許文献1の中においては「ロータリードレス」と称する）の他に、砥石車の中心軸に直交する軸回りに傾斜させながら、砥石車を成形するNCドレスについても記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-84852号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0006】

ところで、一般に、ツルアは、研削盤の構成上、砥石車、砥石台、主軸台などに比べて、非常に小型である。これは、砥石車により工作物に研削する際に、ツルアが砥石車および工作物に干渉しないように、ツルアを設置しなければならないためである。さらには、研削盤全体として可能な限り小型化を図ることも求められるためである。

【0007】

そして、小型なツルアに対して、砥石車の中心軸に直交する軸回りに傾斜させる構成を付加した場合において、ツルアの支持剛性は、砥石車、砥石台および主軸台などの支持剛性に比べると非常に小さくなってしまふ。支持剛性の低下によりツルアに振動などが発生する可能性があり、その場合には、砥石車の形状精度が低下するおそれがある。

40

【0008】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、ツルアの支持剛性を十分に確保することにより砥石車の形状成形精度を良好にしつつ、ツルアの偏摩耗の発生を防止することができる研削盤および砥石車のツルイーイング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】

【0009】

（研削盤）

（請求項1）本発明の研削盤は、ベッドと、工作物を第一軸回りに回転可能に支持する工作物支持装置と、第二軸回りに回転しながら前記工作物を研削する砥石車と、前記砥石車の中心軸である前記第二軸回りに回転可能に前記砥石車を支持すると共に、前記第二軸

50

に直交する第三軸回りに回転可能に前記ベッドに支持される砥石台と、前記砥石車の形状を成形するツルアと、直進駆動軸により駆動され、前記工作物支持装置と前記砥石台とを相対移動させる移動体と、前記ベッドに対して前記砥石台を前記第三軸回りに回転させながら、前記砥石車における前記ツルアとの接線に対する前記ツルアの向きが一定の状態となるように前記砥石車のツルーイングを行う制御手段とを備える。

【0010】

（請求項2）前記ツルアは、前記ベッドのうち前記工作物支持装置から離間した位置に設けられるようにしてもよい。

（請求項3）前記ツルアは、前記工作物の中心軸である前記第一軸に直交する方向において、前記ベッドに対して前記砥石台が回転する前記第三軸の位置を基準として、前記第一軸の位置とは反対側に位置するようにしてもよい。

（請求項4）前記移動体は、直進駆動軸により駆動され、前記砥石台を前記ベッドに対して移動させるようにしてもよい。

【0011】

（請求項5）前記ツルアは、円盤形状に形成され、前記円盤形状の中心軸周りに回転可能に設けられるロータリーツルアであり、前記制御手段は、前記砥石車における前記ロータリーツルアとの接線に対して前記ロータリーツルアの前記中心軸が平行な状態となるように、前記砥石台を前記第三軸回りに回転させながら前記砥石車のツルーイングを行うようにしてもよい。

【0012】

（砥石車のツルーイング方法）

（請求項6）本発明の砥石車のツルーイング方法は、ベッドと、工作物を第一軸回りに回転可能に支持する工作物支持装置と、第二軸回りに回転しながら前記工作物を研削する砥石車と、前記砥石車の中心軸である前記第二軸回りに回転可能に前記砥石車を支持すると共に、前記第二軸に直交する第三軸回りに回転可能に前記ベッドに支持される砥石台と、前記砥石車の形状を成形するツルアと、直進駆動軸により駆動され、前記工作物支持装置と前記砥石台とを相対移動させる移動体と、を備える研削盤における前記砥石車のツルーイング方法であって、前記ベッドに対して前記砥石台を前記第三軸回りに回転させながら、前記砥石車における前記ツルアとの接線に対する前記ツルアの向きが一定の状態となるように前記砥石車のツルーイングを行う。

【発明の効果】

【0013】

（請求項1）本発明によれば、砥石台が、砥石車の中心軸である第二軸に直交する第三軸回りに回転可能となるようにベッドに支持されている。そして、砥石車のツルーイングは、ベッドに対して砥石台を第三軸回りに回転させながら、砥石車におけるツルアとの接線に対するツルアの向きが一定の状態となるようにして行う。従って、ツルアにおける砥石車との接点を常に一定の位置にすることができ、結果として、ツルアの偏摩耗の発生を防止することができる。結果として、砥石車の形状成形精度を向上することができる。

【0014】

ここで、一般に、砥石台は砥石車を支持する必要があるため、ツルアに比べると非常に大型に形成される。そして、本発明の研削盤は、このように大型な砥石台をベッドに対して第三軸回りに回転させる構成としている。さらに、砥石車は工作物を研削するものであるため、砥石車の支持剛性は十分に確保していなければ、工作物の研削精度が低下してしまう。これらの理由により、砥石台の支持剛性は、ツルアの支持剛性に比べると非常に大きい。従って、砥石台に、ベッドに対する第三軸回りの回転機構を付加したとしても、砥石台の支持剛性は十分に確保できる。

【0015】

そして、上述したように、ツルアにおける砥石車との接点を常に一定の位置にするために、砥石台をベッドに対して第三軸回りに回転できるようにしている。そのため、ツルアは、従来のように、砥石車の中心軸に直交する第三軸回りに回転可能な構成とする必要が

ない。そのため、ツルアの支持剛性は、従来のように第三軸回りに回転させる構成を付加した場合に比べると、十分に大きくできる。従って、本発明によれば、砥石台の支持剛性およびツルアの支持剛性を十分に確保できるため、ツルアにより砥石車の形状成形精度を良好にできる。

【0016】

さらに、砥石台をベッドに対して第三軸回りに回転可能な構成とすることで、砥石車により工作物を研削する際において、砥石車の中心軸である第二軸を工作物の中心軸である第一軸に対して傾斜した状態とすることもできる。これにより、例えばテーパ面研削などを容易に行うことができ、研削態様の自由度が増す。さらに、砥石台をベッドに対して第三軸回りに回転して研削を行う研削盤であれば、ツルーイングと研削の両者について、砥石台をベッドに対して回転させる第三軸を共通化できる。従って、専用の第三軸を新たに設ける必要がなく、上記効果を奏することができる。

10

【0017】

(請求項2) 従来の研削盤では、ツルアが砥石車の中心軸に直交する軸回りに回転可能な構成としており、砥石車はベッドに対して砥石車の中心軸に直交する軸回りには回転しない構成となっている。そして、ツルアは、砥石車が相対的に移動可能領域のうち、工作物を研削する状態における砥石車に干渉しない領域に設置しなければならない。そうすると、従来の構成の研削盤においては、ツルアは、主軸台の近傍や心押台の近傍に設置せざるを得ない。このように、ツルアの設置位置には、非常に制約が大きい。

【0018】

これに対して、本発明の研削盤のように、砥石台をベッドに対して第三軸回り回転可能な構成とすることで、砥石台に支持されている砥石車は、ベッドに対して第三軸回りに回転可能となる。従って、砥石車の移動可能領域が、当該第三軸を中心として砥石車が回転する領域にまで拡大する。その結果、ツルアの設置位置の自由度が増大する。特に、工作物支持装置としての主軸台や心押台などから離間した位置に、ツルアを設置することができる。これにより、砥石車により工作物を研削する際に、砥石車および砥石台とツルアとの干渉の発生を低減できる。

20

【0019】

(請求項3) 特に、ツルアを、工作物の中心軸である第一軸に直交する方向において、ベッドに対して砥石台が回転する第三軸の位置を基準として、第一軸の位置とは反対側に位置することで、より干渉の発生を低減できる。

30

(請求項4) 砥石台をベッドに対して直進駆動軸の駆動により移動させる構成とすることで、ツルアをベッドに固定することができる。これにより、ツルアの支持剛性を確実に高めることができる。その結果、砥石車の形状成形精度をより向上できる。

(請求項5) 砥石車におけるロータリーツルアとの接線に対してロータリーツルアの中心軸が平行な状態となるように、砥石台を第三軸回りに回転させながら砥石車のツルーイングを行うことにより、ロータリーツルアの外周面を安定して砥石車に接触させることができる。その結果、砥石車の形状成形精度をより向上できる。

【0020】

(請求項6) 本発明は、上述した研削盤に係る発明を、砥石車のツルーイング方法として捉えたものである。当該砥石車のツルーイング方法によれば、上述した研削盤による効果と同様の効果を奏する。また、上述した研削盤における他の特徴についても、当該砥石車のツルーイング方法に係る発明に適用できる。この場合、対応する研削盤による効果と同一の効果を奏する。

40

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】第一実施形態：複合研削盤の平面図である。

【図2】砥石車の軸方向一端をツルーイングしている状態を示す複合研削盤の平面図である。

【図3】砥石車の軸方向中央部をツルーイングしている状態を示す複合研削盤の平面図で

50

ある。

【図４】砥石車の軸方向他端をツルーイングしている状態を示す複合研削盤の平面図である。

【図５】第二実施形態：複合研削盤の平面図である。

【図６】砥石車の軸方向一端をツルーイングしている状態を示す複合研削盤の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【００２２】

＜第一実施形態＞

（複合研削盤の構成）

10

複合研削盤について、図１を参照して説明する。図１に示すように、複合研削盤１は、砥石台トラバース型、すなわち砥石台がベッドに対して工作物の回転軸方向に移動する構成を例に挙げて説明する。複合研削盤１は、ベッド１０と、工作物支持装置２０と、砥石支持装置３０と、ツルア装置７０と、制御装置８０とを備えて構成される。

【００２３】

ベッド１０は、例えばほぼ矩形状に形成されており、床上に固定される。このベッド１０の上面には、砥石支持装置３０が摺動可能な２本の砥石台トラバース用ガイドレール１１が、図１の左右方向（Ｚ軸方向）に延びるように、且つ、相互に平行に形成されている。また、ベッド１０には、２本の砥石台トラバース用ガイドレール１１の間に、砥石支持装置３０を図１の左右方向に駆動するための、砥石台用Ｚ軸ボールねじ１２（本発明における「直進駆動軸」に相当する）が配置され、この砥石台用Ｚ軸ボールねじ１２を回転駆動する砥石台用Ｚ軸モータ１３が配置されている。

20

【００２４】

工作物支持装置２０は、工作物Ｗを回転可能に支持する。本実施形態において、工作物Ｗは、外径の異なる部位が軸方向に設けられる段付き軸状の部材を例示している。特に、当該工作物Ｗは、段付き端面と外周面との隅部に円弧凹形状などの凹曲面形状に形成されている。そして、工作物支持装置２０は、工作物Ｗの中心軸Ａ（本発明における「第一軸」に相当する）の回りに回転可能となるように、工作物Ｗの両端を支持する。この工作物支持装置２０は、工作物Ｗの一端を支持する主軸台２１と、工作物Ｗの他端を支持する心押台２２とを備える。工作物支持装置２０は、ベッド１０の上面のうち、砥石台トラバース用ガイドレール１１の手前側（図１の下側）に対向する位置に設けられ、工作物Ｗの軸方向がＺ軸方向となるように設けられている。

30

【００２５】

砥石支持装置３０は、砥石台トラバースベース４０（本発明における「移動体」に相当する）と、砥石台Ｘ軸ベース５０（本発明における「移動体」に相当する）と、複合砥石台６０とを備えている。砥石台トラバースベース４０は、矩形の平板状に形成されており、ベッド１０の上面のうち、砥石台トラバース用ガイドレール１１上をＺ軸方向（図１の左右方向）に摺動可能に配置されている。砥石台トラバースベース４０は、砥石台用Ｚ軸ボールねじ１２のナット部材に連結されており、砥石台用Ｚ軸モータ１３の駆動により砥石台トラバース用ガイドレール１１に沿ってトラバース送りされる。すなわち、砥石台トラバースベース４０は、ベッド１０に対して、工作物Ｗの中心軸Ａの方向へ移動する。この砥石台トラバースベース４０の上面には、砥石台Ｘ軸ベース５０が摺動可能な２本のＸ軸ガイドレール４１が、図１の上下方向（Ｘ軸方向）に延びるように、且つ、相互に平行に形成されている。さらに、砥石台トラバースベース４０には、Ｘ軸ガイドレール４１の間に、砥石台Ｘ軸ベース５０を図１の上下方向に駆動するための、Ｘ軸ボールねじ４２（本発明における「直進駆動軸」に相当する）が配置され、このＸ軸ボールねじ４２を回転駆動するＸ軸モータ４３が配置されている。

40

【００２６】

砥石台Ｘ軸ベース５０は、矩形の平板状に形成されており、砥石台トラバースベース４０の上面のうち、Ｘ軸ガイドレール４１上をＸ軸方向（図１の上下方向）に摺動可能に配

50

置されている。そして、砥石台X軸ベース50は、X軸ボールねじ42のナット部材に連結されており、X軸モータ43の駆動によりX軸ガイドレール41に沿って移動する。

【0027】

複合砥石台60は、砥石台本体61と、砥石台回転機構62と、第一砥石車63と、第二砥石車64と、砥石回転用モータ65, 66とを備えている。砥石台本体61は、砥石台X軸ベース50の上面に設けられている。つまり、砥石台本体61は、工作物支持装置20に支持されている工作物Wに対して、X軸方向およびZ軸方向に相対移動可能となる。さらに、この砥石台本体61は、砥石台回転機構62により、砥石台X軸ベース50に対して、砥石台回転軸B（図1の紙面法線のY軸回り、本発明における「第三軸」に相当する）の回りに回転可能に支持されている。この砥石台回転機構62の回転軸Bは、砥石台X軸ベース50の中央付近に位置している。さらに、砥石台本体61のうち回転軸Bの回りの外周側には、第一砥石車63および第二砥石車64が、水平な軸C1, C2（本発明における「第二軸」に相当する）の回りに回転可能に設けられている。

10

【0028】

第二砥石車64は、第一砥石車63の位置に対して、砥石台回転軸Bの軸対称となる位置に設けられている。つまり、第一砥石車63と第二砥石車64は、選択的に、工作物Wを研削可能な状態となる。さらに、砥石台本体61には、第一砥石車63および第二砥石車64のそれぞれを回転可能とする砥石回転用モータ65, 66が設けられている。ここで、第一砥石車63および第二砥石車64の外周面形状は、工作物Wの段付き端面と凹曲面形状の隅部とを同時に1回のプランジ研削で行うことができるように、例えば円弧凸形状などのような曲面凸形状に形成されている。ただし、図面上、第一砥石車63および第二砥石車64の外周面の形状は、曲面凸形状を誇張して図示している。また、第一砥石車63の外径と第二砥石車64の外径は、同一としてもよいし、異なるようにしてもよい。また、第一砥石車63を荒加工用とし、第二砥石車64を仕上加工用として設置してもよい。

20

【0029】

ツルア装置70は、砥石車63, 64の形状を成形するロータリーツルア装置を適用する。ツルア装置70は、ツルア本体71と、ロータリーツルア72とを備える。ツルア本体71は、ベッド10のうち工作物支持装置20から離間した位置に設けられる。詳細には、ツルア本体71は、工作物Wの中心軸Aに直交する方向において、ベッド10に対して複合砥石台60が回転する砥石台回転軸Bの位置を基準として、工作物Wの中心軸Aの位置とは反対側（図1において上側）に位置する。本実施形態においては、ツルア本体71は、主軸台21に対してX軸方向に対向する位置であって、主軸台21との間に砥石台トラバース用ガイドレール11を介在するように配置されている。

30

【0030】

ロータリーツルア72は、円盤形状に形成され、ダイヤモンドなどにより外周面を成形されており、ツルア本体71に対して円盤形状の中心軸Dの回りに回転可能に支持されている。ロータリーツルア72の回転軸D（円盤形状の中心軸）は、X軸およびZ軸に対して傾斜した軸としている。

【0031】

制御装置80は、主軸台21の主軸の回転、複合砥石台60のX軸位置およびZ軸位置、並びに、複合砥石台60の回転角度をNC制御している。さらに、制御装置80は、第一砥石車63と第二砥石車64のうち研削を行う方を回転駆動する砥石回転用モータ65, 66を回転させ、ロータリーツルア72を回転させる。つまり、制御装置80により、複合砥石台60を砥石台回転機構62による位置決めを行った後に、研削を行う砥石車63, 64の何れかを回転させながら、工作物Wに対する複合砥石台60のX軸位置およびZ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。さらに、制御装置80は、ロータリーツルア72を回転させた状態で、複合砥石台60のX軸位置およびZ軸位置、並びに、複合砥石台60の回転角度をNC制御しながら、第一砥石車63または第二砥石車64の形状をロータリーツルア72により成形する。

40

50

【0032】

(ツルーイング方法)

次に、上述した複合研削盤1において、第一砥石車63のツルーイング方法について図2～図4を参照して説明する。ここでは、第一砥石車63のツルーイング方法について説明するが、第二砥石車64についても同様であるため、第二砥石車64のツルーイング方法については説明を省略する。

【0033】

まず、制御装置80により、ロータリーツールア72の回転を開始させる。続いて、複合砥石台60の砥石台回転機構62により複合砥石台60を回転させて、複合砥石台60のX軸位置およびZ軸位置を移動することで、図2に示すような第一砥石車63とロータリーツールア72との相対位置および相対姿勢の状態とする。つまり、第一砥石車63の外周面の軸方向一端部が、ロータリーツールア72に接触する状態となる。このとき、第一砥石車63の外周面の軸方向一端部において、当該軸方向一端部におけるロータリーツールア72との接線Eに対して、ロータリーツールア72の回転軸D（円盤形状の中心軸）が平行な状態となるようにしている。

10

【0034】

続いて、複合砥石台60の回転、複合砥石台60のX軸方向およびZ軸方向の移動を同期させながら、ロータリーツールア72により、第一砥石車63の外周面を軸方向に向かって成形していく。図3に示すように、第一砥石車63の外周面のうち軸方向中央部がロータリーツールア72に接触する状態となる。この間も、第一砥石車63の外周面の軸方向一端部において、当該軸方向一端部におけるロータリーツールア72との接線Eに対して、ロータリーツールア72の回転軸Dが平行な状態となるようにしている。

20

【0035】

続いて、複合砥石台60の回転、複合砥石台60のX軸方向およびZ軸方向の移動を同期させながら、ロータリーツールア72により、第一砥石車63の外周面を軸方向に向かってさらに成形していく。図4に示すように、第一砥石車63の外周面のうち軸方向他端部がロータリーツールア72に接触する状態となる。この間も、第一砥石車63の外周面の軸方向一端部において、当該軸方向一端部におけるロータリーツールア72との接線Eに対して、ロータリーツールア72の回転軸Dが平行な状態となるようにしている。

【0036】

このようにして、第一砥石車63の外周面を軸方向に向かって曲面凸形状に成形する。そして、成形している間、ベッド10に対して複合砥石台60を砥石台回転軸Bの回りに回転させながら、第一砥石車63におけるロータリーツールア72との接線Eに対するロータリーツールア72の向きが一定の状態となるように第一砥石車63のツルーイングを行っている。

30

【0037】

(効果)

このように、複合砥石台60が、第一砥石車63の中心軸C1および第二砥石車64の中心軸C2に直交する砥石台回転軸Bの回りに回転可能となるようにベッド10に支持されている。そして、第一、第二砥石車63、64のツルーイングは、ベッド10に対して複合砥石台60を第三軸回りに回転させながら、第一、第二砥石車63、64におけるロータリーツールア72との接線Eに対するロータリーツールア72の向きが一定の状態となるようにして行う。従って、ロータリーツールア72における第一、第二砥石車63、64との接点を常に一定の位置にすることができ、結果として、ロータリーツールア72の偏摩耗の発生を防止することができる。

40

【0038】

ここで、複合砥石台60は第一、第二砥石車63、64を支持する必要があるため、ロータリーツールア72に比べると非常に大型に形成される。そして、複合研削盤1は、このように大型な複合砥石台60をベッド10に対して砥石台回転軸Bの回りに回転させる構成としている。さらに、第一、第二砥石車63、64は工作物Wを研削するものであるた

50

め、第一、第二砥石車 63, 64 の支持剛性は十分に確保していなければ、工作物 W の研削精度が低下してしまう。これらの理由により、複合砥石台 60 の支持剛性は、ロータリーツールア 72 の支持剛性に比べると非常に大きい。従って、複合砥石台 60 に、ベッド 10 に対する砥石台回転軸 B の回りの回転機構を付加したとしても、複合砥石台 60 の支持剛性は十分に確保できる。

【0039】

そして、ロータリーツールア 72 における第一、第二砥石車 63, 64 との接点を常に一定の位置にするために、複合砥石台 60 をベッド 10 に対して砥石台回転軸 B の回りに回転できるようにしている。そのため、ロータリーツールア 72 は、第一、第二砥石車 63, 64 の中心軸 C1, C2 に直交する軸回りに回転可能な構成とする必要がない。そのため、ロータリーツールア 72 の支持剛性は、当該軸回りに回転させる構成を付加した場合に比べると、十分に大きくできる。従って、複合砥石台 60 の支持剛性およびロータリーツールア 72 の支持剛性を十分に確保できるため、ロータリーツールア 72 により第一、第二砥石車 63, 64 の形状成形精度を良好にできる。

【0040】

さらに、複合砥石台 60 をベッド 10 に対して砥石台回転軸 B の回りに回転可能な構成とすることで、第一、第二砥石車 63, 64 により工作物 W を研削する際において、図 1 に示すように、第一、第二砥石車 63, 64 の中心軸 C1, C2 を工作物 W の中心軸 A に対して傾斜した状態とすることができる。これにより、例えばテーパ面研削などを容易に行うことができ、研削態様の自由度が増す。さらに、上述したように、複合砥石台 60 をベッド 10 に対して砥石台回転軸 B の回りに回転して研削を行う複合研削盤 1 であれば、ツルージングと研削の両者について、複合砥石台 60 をベッド 10 に対して回転させる砥石台回転軸 B を共通化できる。従って、専用の軸を新たに設ける必要がなく、上記効果を奏することができる。

【0041】

また、複合砥石台 60 をベッド 10 に対して砥石台回転軸 B の回り回転可能な構成とすることで、複合砥石台 60 に支持されている第一、第二砥石車 63, 64 は、ベッド 10 に対して砥石台回転軸 B の回りに回転可能となる。従って、第一、第二砥石車 63, 64 の移動可能領域が、当該軸 B を中心として第一、第二砥石車 63, 64 が回転する領域にまで拡大する。その結果、ロータリーツールア 72 の設置位置の自由度が増大する。特に、工作物支持装置 20 としての主軸台 21 や心押台 22 などから離間した位置に、ロータリーツールア 72 を設置することができる。これにより、第一、第二砥石車 63, 64 により工作物 W を研削する際に、第一、第二砥石車 63, 64 および砥石台本体 61 とロータリーツールア 72 との干渉の発生を低減できる。

【0042】

特に、ロータリーツールア 72 を、工作物 W の中心軸 A に直交する方向（X 軸方向）において、ベッド 10 に対して複合砥石台 60 が回転する砥石台回転軸 B の位置を基準として、工作物 W の中心軸 A の位置とは反対側に位置することで、より干渉の発生を低減できる。

【0043】

さらに、複合砥石台 60 をベッド 10 に対して X 軸および Z 軸に移動させる構成とすることで、ロータリーツールア 72 をベッド 10 に固定することができる。これにより、ロータリーツールア 72 の支持剛性を確実に高めることができる。その結果、第一、第二砥石車 63, 64 の形状成形精度をより向上できる。さらに、第一、第二砥石車 63, 64 におけるロータリーツールア 72 との接線 E に対してロータリーツールア 72 の中心軸 D が平行な状態となるように、複合砥石台 60 を第三軸 B の回りに回転させながら第一、第二砥石車 63, 64 のツルージングを行うことにより、ロータリーツールア 72 の外周面を安定して第一、第二砥石車 63, 64 に接触させることができる。このことから、第一、第二砥石車 63, 64 の形状成形精度をより向上できる。

【0044】

<第二実施形態>

(複合研削盤の構成)

複合研削盤について、図5を参照して説明する。図5に示すように、複合研削盤100は、テーブルトラバース型、すなわち工作物支持装置がベッドに対して工作物の回転軸方向に移動する構成を例に挙げて説明する。複合研削盤100は、ベッド110と、テーブル190と、工作物支持装置120と、砥石支持装置130と、ツルア装置170と、制御装置180とを備えて構成される。ここで、第二実施形態の複合研削盤100のうち第一実施形態の複合研削盤1と同一構成について同一符号を付して説明を省略する。

【0045】

ベッド110は、例えばT字形状に形成されており、床上に固定される。このベッド10の上面のうちZ幅長手部分(図5の下側部分)に、テーブル190が摺動可能な2本のテーブルトラバース用ガイドレール111が、図5の左右方向(Z軸方向)に延びるように、且つ、相互に平行に形成されている。また、ベッド110には、2本のテーブルトラバース用ガイドレール111の間に、テーブル190を図5の左右方向に駆動するための、テーブル用Z軸ボールねじ112(本発明における「直進駆動軸」に相当する)が配置され、このテーブル用Z軸ボールねじ112を回転駆動するテーブル用Z軸モータ113が配置されている。

【0046】

さらに、ベッド110の上面のうちX幅方向奥手部分(図5の上側部分)には、砥石台X軸ベース50が摺動可能な2本のX軸ガイドレール114が、図5の上下方向(X軸方向)に延びるように、且つ、相互に平行に形成されている。さらに、ベッド110には、X軸ガイドレール114の間に、砥石台X軸ベース50を図5の上下方向に駆動するための、X軸ボールねじ115(本発明における「直進駆動軸」に相当する)が配置され、このX軸ボールねじ115を回転駆動するX軸モータ116が配置されている。

【0047】

テーブル190は、長方形の平板状に形成されており、ベッド110の上面のうち、テーブルトラバース用ガイドレール111上をZ軸方向(図5の左右方向)に摺動可能に配置されている。テーブル190は、テーブル用Z軸ボールねじ112のナット部材に連結されており、テーブル用Z軸モータ113の駆動によりテーブルトラバース用ガイドレール111に沿ってトラバース送りされる。すなわち、テーブル190は、ベッド110に対して、工作物Wの中心軸Aの方向へ移動する。

【0048】

工作物支持装置120は、工作物Wを回転可能に支持する。工作物支持装置120は、工作物Wの一端を支持する主軸台121と、工作物Wの他端を支持する心押台122とを備える。工作物支持装置120は、テーブル190の上面に相互に対向する位置に設けられ、工作物Wの軸方向がZ軸方向となるように設けられている。

砥石支持装置130は、砥石台X軸ベース50(本発明における「移動体」に相当する)と、複合砥石台60とを備えている。ここで、砥石台X軸ベース50および複合砥石台60は、第一実施形態のそれぞれと同様であるため、説明を省略する。

【0049】

ツルア装置170は、砥石車63、64の形状を成形するロータリーツルア装置を適用する。ツルア装置170は、ツルア本体171と、ロータリーツルア172とを備える。ツルア本体171は、テーブル190の上面または主軸台121に固定する。ロータリーツルア172の回転軸Dは、Z軸に一致する軸としている。

【0050】

制御装置180は、テーブル190のZ軸位置、主軸台121の主軸の回転、複合砥石台60のX軸位置、および、複合砥石台60の回転角度をNC制御している。さらに、制御装置180は、第一砥石車63と第二砥石車64のうち研削を行う方を回転駆動する砥石回転用モータ65、66を回転させ、ロータリーツルア172を回転させる。つまり、制御装置180により、複合砥石台60を砥石台回転機構62による位置決めを行った後

10

20

30

40

50

に、研削を行う砥石車 6 3, 6 4 の何れかを回転させながら、工作物 W に対する複合砥石台 6 0 の X 軸位置およびテーブル 1 9 0 の Z 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。さらに、制御装置 1 8 0 は、ロータリーツールア 1 7 2 を回転させた状態で、複合砥石台 6 0 の X 軸位置およびテーブル 1 9 0 の Z 軸位置、並びに、複合砥石台 6 0 の回転角度を NC 制御しながら、第一砥石車 6 3 または第二砥石車 6 4 の形状をロータリーツールア 7 2 により成形する。

【0051】

(ツルーイング方法)

次に、上述した複合研削盤 1 0 0 において、第一砥石車 6 3 のツルーイング方法について図 6 を参照して説明する。制御装置 1 8 0 により、ロータリーツールア 1 7 2 の回転を開始させる。続いて、複合砥石台 6 0 の砥石台回転機構 6 2 により複合砥石台 6 0 を回転させて、複合砥石台 6 0 の X 軸位置およびテーブル 1 9 0 の Z 軸位置を移動することで、図 6 に示すような第一砥石車 6 3 とロータリーツールア 1 7 2 との相対位置および相対姿勢の状態とする。つまり、第一砥石車 6 3 の外周面の軸方向一端部が、ロータリーツールア 1 7 2 に接触する状態となる。このとき、第一砥石車 6 3 の外周面の軸方向一端部において、当該軸方向一端部におけるロータリーツールア 1 7 2 との接線 E に対して、ロータリーツールア 1 7 2 の回転軸 D が平行な状態となるようにしている。

【0052】

続けて、第一実施形態にて説明したツルーイング方法と同様に、ロータリーツールア 1 7 2 により、第一砥石車 6 3 の外周面を軸方向に向かって成形する。この間、複合砥石台 6 0 の回転、複合砥石台 6 0 の Z 軸方向の移動、および、テーブル 1 9 0 の X 軸方向の移動を同期させながら行う。

【0053】

本実施形態によれば、第一実施形態と同様に、複合砥石台 6 0 の支持剛性およびロータリーツールア 1 7 2 の支持剛性を十分に確保できるため、ロータリーツールア 1 7 2 により第一、第二砥石車 6 3, 6 4 の形状成形精度を良好にできる。

【0054】

<その他>

上記実施形態においては、二個の砥石車を含む複合研削盤を例に挙げて説明したが、一個の砥石車を有する研削盤にも同様に適用できる。また、ツール装置として、ロータリーツール装置を適用した場合について説明したが、単石ツールを適用することもできる。

【符号の説明】

【0055】

1, 1 0 0 : 複合研削盤、 1 0, 1 1 0 : ベッド
 1 1 : 砥石台トラバース用ガイドレール、 1 2 : 砥石台用 Z 軸ボールねじ
 1 3 : 砥石台用 Z 軸モータ
 2 0, 1 2 0 : 工作物支持装置、 2 1, 1 2 1 : 主軸台、 2 2, 1 2 2 : 心押台
 3 0, 1 3 0 : 砥石支持装置
 4 0 : 砥石台トラバースベース、 4 1 : X 軸ガイドレール、 4 2 : X 軸ボールねじ
 4 3 : X 軸モータ、 5 0 : 砥石台 X 軸ベース
 6 0 : 複合砥石台、 6 1 : 砥石台本体、 6 2 : 砥石台回転機構
 6 3, 6 4 : 砥石車、 6 5, 6 6 : 砥石回転用モータ
 7 0 : ツルア装置、 7 1 : ツルア本体、 7 2 : ロータリーツールア
 8 0, 1 8 0 : 制御装置
 1 1 1 : テーブルトラバース用ガイドレール、 1 1 2 : テーブル用 Z 軸ボールねじ
 1 1 3 : テーブル用 Z 軸モータ、 1 1 4 : X 軸ガイドレール
 1 1 5 : X 軸ボールねじ、 1 1 6 : X 軸モータ
 1 7 0 : ツルア装置、 1 7 1 : ツルア本体、 1 7 2 : ロータリーツールア
 1 9 0 : テーブル

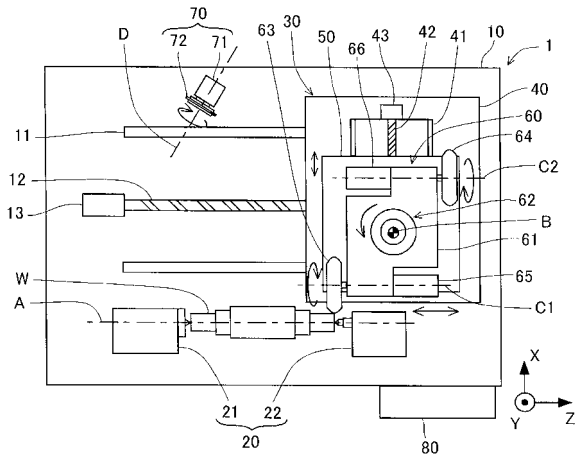
10

20

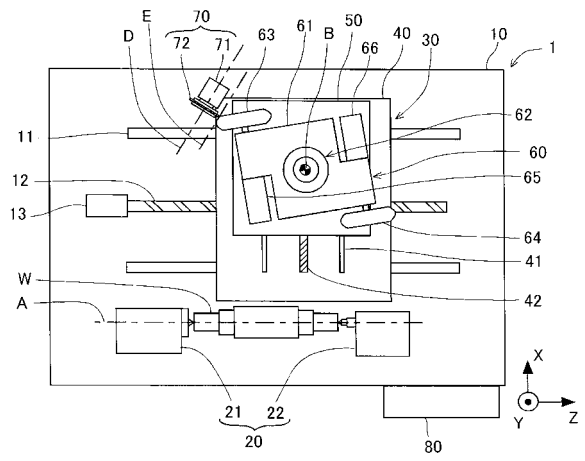
30

40

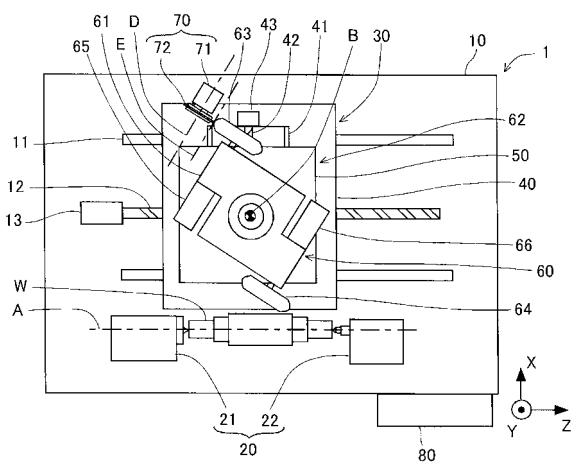
【図 1】



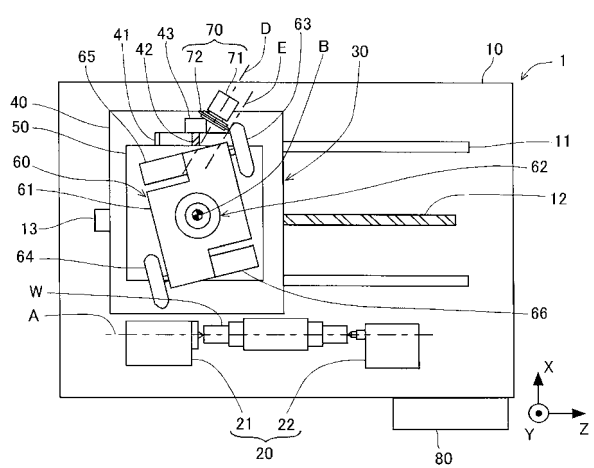
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【图 6】

