

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7374673号
(P7374673)

(45)発行日 令和5年11月7日(2023.11.7)

(24)登録日 令和5年10月27日(2023.10.27)

(51)国際特許分類

F I

B 2 3 Q 3/157(2006.01)

B 2 3 Q 3/157

C

B 2 3 B 3/22 (2006.01)

B 2 3 B 3/22

B 2 3 Q 11/08 (2006.01)

B 2 3 Q 11/08

Z

B 2 3 Q 3/155(2006.01)

B 2 3 Q 3/155

A

B 2 3 Q 1/00 (2006.01)

B 2 3 Q 1/00

C

請求項の数 3 (全30頁)

(21)出願番号 特願2019-162062(P2019-162062)

(22)出願日 令和1年9月5日(2019.9.5)

(65)公開番号 特開2021-37601(P2021-37601A)

(43)公開日 令和3年3月11日(2021.3.11)

審査請求日 令和4年8月29日(2022.8.29)

(73)特許権者 000146847

DMG森精機株式会社

奈良県大和郡山市北郡山町106番地

(74)代理人 110001531

弁理士法人タス・マイスター

(74)代理人 100104662

弁理士 村上 智司

(72)発明者 藤木 正寛

奈良県大和郡山市北郡山町106番地

DMG森精機株式会社内

(72)発明者 井上 裕正

奈良県大和郡山市北郡山町106番地

DMG森精機株式会社内

(72)発明者 日永 健斗

奈良県大和郡山市北郡山町106番地

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 収容装置及びこれを備えた複合加工機械

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

可撓性を有する線条部材が接続されたツールを収容する収容装置であって、
前記ツールを出し入れするための開口を有し、内部に前記ツールが収容される空間を有する収容体と、

前記ツールを着脱可能に保持するツール保持部を有し、該ツール保持部を、前記収容体内に設定された収容位置と、前記収容体の外部に設定された取出位置との間で、前記開口を通して進退させる進退機構と、

前記線条部材の端部を係止する係止部材と、

前記線条部材が巻き掛けられるプーリと、

前記プーリを前記ツール保持部の進退方向に沿って移動可能に保持するスライド機構と、
前記収容体の開口から奥側に向けた後退方向に前記プーリを付勢する付勢機構とを、備えた収容装置。

【請求項2】

前記収容体の開口を開閉する開閉機構を設けたことを特徴とする請求項1記載の収容装置。

【請求項3】

工具を保持して回転させる工具主軸と、ワークを把持して回転させるワーク主軸とを少なくとも備えた複合加工機械において、

請求項1又は2記載の収容装置を設けたことを特徴とする複合加工機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可撓性を有する線条部材が接続されたツールを収容する収容装置、並びにこの収容装置を備えた複合加工機械に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、工作機械の分野では、旋盤とマシニングセンタとの両機能を合わせ備えた複合加工型の加工機械が知られている（下記特許文献1参照）。この複合加工機械は、ワークを把持して回転させるワーク主軸と、工具を保持して回転させる工具主軸とを備えており、ワーク主軸を回転させて行う旋削加工、並びに工具主軸を回転させて行う平面加工、曲面加工や穴あけ加工などの複数の加工工程を行うことができるようになっている。

【0003】

この複合加工機械は、上記のように複数の加工工程を一台で行うことができる加工集約型の加工機械であり、加工工程を集約することによって、ワークの取付・取外に関するハンドリング回数を低減することができ、その結果、加工工程毎に異なる加工機械を用いて加工する場合に比べて、総加工時間を短縮することができ、また、ハンドリングを繰り返すことによって加工精度が累積的に悪化するのを防止することができるというメリットを有する。

【0004】

そして、このような複合加工機械において、工具主軸に装着される工具は、一般的に、適宜位置に設けられた工具マガジンに格納されており、この工具マガジンの近傍の工具交換位置に配設された工具交換装置によって、工具主軸への着脱が行なわれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2018-153890号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、前記工具主軸に装着されて加工に供される工具には、ワークに施す加工の態様に応じて各種のものがあ、一般的には、規格化された各種態様の工具が工具メーカーから提供されている。その一方、特殊な加工用に開発された工具もある。その中で、例えば、工具主軸を回転軸とするのではなく、外部から供給される圧力流体や電力を動力源として回転する、前記工具主軸とは独立した回転軸を有するものがあり、当該工具には、動力源としての圧力流体や電力を供給するために、可撓性を有する配管や配線が接続される。

【0007】

ところが、このような配管や配線が接続された工具は、上述した工具マガジンには格納することができないため、当該工具を前記工具主軸に対して着脱するには、手作業によってこれを行う他はなかった。

【0008】

しかしながら、当該工具を手作業によって前記工具主軸に装着するようにしたのは、当該工具の着脱に時間を要するため、加工時間が長くなり、加工効率が低くなるという問題を生じる。

【0009】

そこで、当該工具を保持するための保持装置を工作機械の適宜位置に設けて、この保持装置によって当該工具を保持するようにし、必要なときに、工具主軸の動作、及び／又は保持装置の動作によって、当該工具を前記工具主軸に装着するように構成すれば、当該工具の前記工具主軸への着脱を自動的に行うことができて好ましいが、従来、このような保持装置は提案されていなかった。

【0010】

本発明は、以上の実情に鑑みなされたものであって、可撓性を有する配管及び配線などが接続されたツールを保持するとともに、工具主軸に対する着脱を可能に構成された収容装置、並びにこれ備えた複合加工機械の提供を、その目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するための本発明は、可撓性を有する線条部材が接続されたツールを収容する収容装置であって、

ツールを出し入れするための開口を有し、内部にツールが収容される空間を有する収容体と、

前記ツールを着脱可能に保持するツール保持部を有し、該ツール保持部を、前記収容体内に設定された収容位置と、前記収容体の外部に設定された取出位置との間で、前記開口を通して進退させる進退機構と、

前記収容体内に配設されて、前記線条部材の端部に係止する係止部材とを設けて構成した収容装置に係る。

【0012】

また、本発明は、運動機構部として、工具を保持して回転させる工具主軸と、ワークを把持して回転させるワーク主軸とを少なくとも備え、更に、前記収容装置を備えた複合加工機械に係る。

【0013】

尚、前記ツールには、切削加工や研削加工などの加工工具の他に、例えば、レーザ加工ヘッドや放電加工用のヘッドが含まれ、更にタッチプローブといった測定ツールなども含まれる。また、前記線条部材には、配線などのケーブル類、流体や粉体を供給するための配管、並びにこれらが内挿された保護チューブなどが含まれる。

【0014】

この収容装置によれば、可撓性を有する線条部材が接続されたツールは、進退機構のツール保持部に保持された状態で収容体内の収容位置に格納される。尚、線条部材の端部は収容体内に配設された係止部材に係止されている。

【0015】

そして、このツールを使用する際には、前記進退機構により、ツール保持部を収容位置から取出位置に収容体の開口を通して移動させる。これにより、当該ツールを複合加工機械の工具主軸に装着可能となる。そして、例えば、工具主軸の動作により、ツールが当該工具主軸に装着された状態で、前記ツール保持部から取り出される。一方、使用後、ツールを収容体内に格納する際には、前記ツール保持部を取出位置に移動させた後、工具主軸の動作によって、当該ツールをツール保持部に保持させ、この後、ツール保持部を収容位置に移動させることにより、当該ツールを収容体内に収容することができる。

【0016】

このように、この収容装置によれば、線条部材が接続されたツールを収容体内に格納することができるので、この収容体を加工領域外に配設し、その開口が加工領域に臨むように配置することで、当該ツール以外の他のツールを用いた動作時に、この他のツールと当該ツールとが干渉するといった不都合が生じるのを防止することができる。

【0017】

尚、本発明において、前記収容装置は、前記線条部材が巻き掛けられるプーリと、前記プーリを前記ツール保持部の進退方向に沿って移動可能に保持するスライド機構と、前記収容体の開口から奥側に向けた後退方向に前記プーリを付勢する付勢機構とを、前記収容体内に配設した構成であるのが好ましい。

【0018】

この態様の収容装置によれば、線状部材は後退方向に付勢されたプーリに巻き掛けられているので、ツールの移動時において、線状部材には常にテンションが付与され、当該線条部材が弛緩状態となるのが防止されている。したがって、ツールの移動時に、線状部材

10

20

30

40

50

が他の構造物に絡みつくといいた虞は無い。

【0019】

また、前記収容装置は、前記収容体の開口を開閉する開閉機構を備えているのが好ましい。この態様によれば、前記ツールを収容体内に収容しているとき、前記開閉機構によって、収容体の開口部を閉じた状態にすることができる。そして、このようにすることで、当該ツールを使用しないときに、他ツールを用いた加工によって生じる切屑等により、当該ツールが汚損されるのを防止することができる。

【発明の効果】

【0020】

以上のように、本発明に係る収容装置及び複合加工機械によれば、線条部材が接続されたツールを収容体内に格納することができるので、この収容体を加工領域外に配設し、その開口が加工領域に臨むように配置することで、当該ツール以外の他のツールを用いた動作時に、この他のツールと当該ツールとが干渉するといった不都合が生じるのを防止することができる。

【0021】

また、線状部材を後退方向に付勢されたプーリに巻き掛けるようにすれば、ツールの移動時において、線状部材には常にテンションが付与され、当該線条部材が弛緩状態となるのが防止されるので、ツールの移動時に、線状部材が他の構造物に絡みつくといいた虞は無い。

【0022】

また、収容体の開口を開閉する開閉機構を設ければ、ツールを収容体内に収容しているときに、開閉機構によって収容体の開口部を閉じた状態にすることができ、このようにすることで、当該ツールを使用しないときに、他ツールを用いた加工によって生じる切屑等によって、当該ツールが汚損されるのを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の一実施形態に係る複合加工装置の主要構成を示した斜視図である。

【図2】本実施形態に係る複合加工装置によるねじ軸の加工方法説明するための説明図である。

【図3】本実施形態に係る複合加工装置によるねじ軸の加工方法説明するための説明図である。

【図4】図3における矢視A方向から見た説明図である。

【図5】本実施形態に係る研削ユニットを示した断面図である。

【図6】本実施形態に係る研削ユニット用の収容装置を示した斜視図である。

【図7】本実施形態に係る研削ユニットの使用方を説明するための説明図である。

【図8】本実施形態に係る研削ユニットの使用方を説明するための説明図である。

【図9】本実施形態に係る収容装置の動作を説明するための説明図である。

【図10】本実施形態に係る収容装置の動作を説明するための説明図である。

【図11】本実施形態に係る振れ止めユニットを示した斜視図である。

【図12】図11における矢視B-B方向の断面図である。

【図13】図11における矢視C方向から見た斜視図である。

【図14】本実施形態に係るチャックを示した斜視図である。

【図15】本実施形態に係るチャックの把持爪を示した斜視図である。

【図16】本実施形態に係るチャックの動作を説明するための説明図である。

【図17】本実施形態に係る定寸装置を格納するカバー体を示した斜視図である。

【図18】本実施形態に係る定寸装置の一部を示した斜視図である。

【図19】本実施形態に係る定寸装置を示した平断面図である。

【図20】本実施形態に係る定寸装置を示した正断面図である。

【図21】本実施形態に係るロータリドレッサが設けられる部分を示した斜視図である。

【図22】本実施形態に係るロータリドレッサを用いた研削砥石の形状修正を説明するた

10

20

30

40

50

めの説明図である。

【図 2 3】本実施形態に係るポイントドレッサを用いた研削砥石の形状修正を説明するための説明図である。

【図 2 4】本実施形態に係るポイントドレッサを用いた研削砥石の形状修正を説明するための説明図である。

【図 2 5】本実施形態に係る研削砥石を用いた加工方法を説明するための説明図である。

【図 2 6】本実施形態に係るねじ軸測定装置が測定位置に配置された状態を示す斜視図である。

【図 2 7】本実施形態に係るねじ軸測定装置の構成を説明するための説明図である。

【図 2 8】本実施形態に係るねじ軸測定装置の構成を示したブロック図である。

10

【図 2 9】本実施形態に係るねじ軸測定装置における測定方法を説明するための説明図である。

【図 3 0】本発明の他の実施形態に係るねじ軸測定装置における測定方法を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明の一実施形態について、図 1－図 2 9 を参照しながら説明する。図 1 は、ねじ軸を加工可能に構成された NC 工作機械である本例の複合加工装置の主要構成を示した斜視図である。尚、以下では、ボールねじのねじ軸を加工対象として説明するが、本例の複合加工装置で加工可能な対象物はこれに限られるものではない。特に、ねじ軸として

20

【0025】

本例の複合加工装置 1 は、複合加工機 2、制御装置 3、定寸装置 9 0 及びねじ軸測定装置 1 1 0 を備えて構成される。以下、各部の詳細について説明する。

〔複合加工機〕

＜複合加工機の基本的構成＞

前記複合加工機 2 は、ベッド（図示せず）と、このベッド（図示せず）上に、図 1 に示した矢示 Z 軸方向に移動可能に配設されたコラム（図示せず）と、同じくベッド（図示せず）上に配設された第 1 主軸台 8、第 2 主軸台 1 0 及び刃物台 1 5 などから構成される汎用の加工機であって、更に、第 2 主軸台 1 0 の上方に配設された収容装置 6 0 などを備えている。

30

【0026】

＜工具主軸＞

前記コラム（図示せず）は、X 軸及び Y 軸方向に移動可能にクイル 6 を保持しており、このクイル 6 には工具主軸 7 が設けられ、工具主軸 7 には、研削ユニット 4 0 の他各種工具が装着されるようになっている。そして、研削ユニット 4 0 は、前記収容装置 6 0 に収容されるようになっており、所定の動作によって工具主軸 7 への着脱が行なわれる。また、研削ユニット 4 0 以外の工具は適宜位置に設けられた工具マガジン（図示せず）に格納されており、この工具マガジン（図示せず）の近傍の工具交換位置に配設された工具交換装置（図示せず）によって、工具主軸 7 への着脱が行なわれる。また、この工具主軸 7 は、Y 軸と平行な回転軸を中心に回転可能にクイル 6 に保持されている。

40

【0027】

＜主軸台＞

前記第 1 主軸台 8 は第 1 主軸 9 を回転自在に保持するとともに、内部に第 1 主軸 9 を回転させる駆動モータを備えており、同様に第 2 主軸台 1 0 は第 2 主軸 1 1 を回転自在に保持するとともに、内部に第 2 主軸 1 0 を回転させる駆動モータを備えている。そして、これら第 1 主軸台 8 及び第 2 主軸台 1 0 は相互に対向し、且つ第 1 主軸 9 と第 2 主軸 1 1 の軸線が同軸となるように配設され、また、第 2 主軸台 1 0 は第 1 主軸台 8 に対して、Z 軸方向に進退可能になっている。

50

【0028】

<チャック>

前記第1主軸9には第1チャック20が装着され、また、前記第2主軸11には第2チャック25が装着されており、これら第1チャック20及び第2チャック25により、軸状ワークWを把持する。尚、第1チャック20及び第2チャック25は同じ構成を備えている。したがって、以下では、代表して第1チャック20についてその構成を説明し、第2チャック25の対応する構成要素については括弧書きでその符号を付す。

【0029】

図14に示すように、第1チャック20(25)は、チャック本体21(26)と、このチャック本体21(26)の前端面から突出するように、その中心位置に設けられる心押軸24(29)と、同じくチャック本体21(26)の前端面から突出するように、周方向に等間隔に配設された3つ把持爪22(27)とを備えている。この把持爪22(27)は図示しない駆動機構によって、チャック本体21(26)の中心軸に沿った方向に進退するように構成されると共に、進出時(閉じる時)には前進端まで進出した後、中心軸に対し接近する方向に揺動して軸状ワークWを把持するように構成され、後退時(開く時)には、中心軸から径方向外方に揺動して軸状ワークWの把持を解除した後、中心軸に沿った方向に後退端まで後退するように構成されている。

【0030】

斯くして、この第1チャック20(25)チャックによれば、把持爪22(27)がチャック本体21(26)の中心軸に向けて揺動することにより、軸状ワークWがチャック本体21(26)の端面側に向けて引き込まれるように把持される。そして、このような把持動作によって、軸状ワークWを寸法精度良く加工することが可能となる。

【0031】

前記各把持爪22(27)の把持面23(28)は、把持する軸状ワークWの外径に応じて円弧状に形成され、且つチャック本体21(26)の端面から離反する方向に順次シフトした位置に設けられる複数の把持面(本例では、4つの把持面23a-23d(28a-28d))からなる。そして、各把持面23a-23d(28a-28d)は、各把持爪22(27)が開状態のときに、前記チャック本体21(26)の中心軸に対して径方向外方に傾斜した状態となり、チャック本体21(26)の端面に最も近い把持面23a(28a)は、当該チャック本体21(26)の中心軸に対する傾斜角が最も小さく、チャック本体21(26)の端面から遠ざかる把持面ほどその傾斜角が大きくなり、最も遠い把持面23d(28d)は、その傾斜角が最も大きくなっている。

【0032】

また、各把持面23a-23d(28a-28d)は、チャック本体21(26)の端面から遠ざかる方向に向けて順次曲率が異なり、チャック本体21(26)の端面に最も近い把持面23a(28a)は、その曲率が最も小さく、チャック本21(26)の端面から遠ざかる把持面ほどその曲率が大きくなり、最も遠い把持面23d(28d)は、その曲率が最も大きくなっている。

【0033】

斯くして、以上の構成を備えた本例の第1チャック20及び第2チャック25では、1種類の把持爪22, 27によって、異なる4つの外径の軸状ワークWを把持することができる。そして、この第1チャック20及び第2チャック25によれば、従来に比べて、用意すべき把持爪の個数を減らすことができ、この結果、当該第1チャック20及び第2チャック25に係る設備コストを低減することができるのと同時に、その管理の複雑さを緩和することができる、効率の良い運用を行うことができる。また、軸状ワークWの外径に合わせて把持爪22(27)を交換する回数が減少するので、段取り時間を低減することができ、これに伴って加工時間を短縮することができる。

【0034】

また、この第1チャック20及び第2チャック25では、軸状ワークWの両端面に穿孔されたセンタ穴に前記心押軸24, 29の先端が挿入されることにより、当該軸状ワーク

10

20

30

40

50

Wを保持した状態で、前記把持爪22、27によって当該軸状ワークWの端部を把持することができる。

【0035】

また、図23及び図24に示すように、第1チャック20の外周寄りの端面には、第1ポイントドレッサ32及び第2ポイントドレッサ33が取り付けられている。第1ポイントドレッサ32は、その軸部が第1チャック20の中心軸に向けて傾斜するように配設され、第2ポイントドレッサ33はその軸部が第1チャック20の径方向外方に延出するように配設され、各軸部の先端に設けられたダイヤモンドによって研削砥石T_Gの形状が修正されるようになっている。

【0036】

尚、本例の研削砥石T_Gは軸部の先端に砥石部を形成した構造を有しており、砥石部は先端に向けて先細となる順テーパ部G_aと、この順テーパ部G_aから軸側に向けて先細となる逆テーパ部G_bからなり、前記第1ポイントドレッサ32により逆テーパ部G_bの形状が修正され、第2ポイントドレッサ33により順テーパ部G_aの形状が修正される。この研削砥石T_Gでは、図25に示すように、順テーパ部G_aを用いて軸状ワークWの外周面を研削加工することができ、逆テーパ部G_bを用いて軸状ワークWの端面を研削加工することができる。

【0037】

斯くして、本例では、第1チャック20の外周寄りの端面に、第1ポイントドレッサ32及び第2ポイントドレッサ33を配設しており、第1チャックの端面側の領域は、通常、干渉領域に設定され、工具を用いた加工の際に当該工具を侵入させることができない領域に設定されているので、研削砥石T_Gを用いた研削加工以外の他の加工を行う際に、刃物台15、工具主軸7及び他の工具などの構成物と第1ポイントドレッサ32及び第2ポイントドレッサ33とが干渉するのを確実に防止することができる。

【0038】

尚、前記第1チャック20の把持爪22が把持した軸状ワークWの端部を加工する場合に、把持爪22と研削砥石T_Gとが干渉する場合には、把持爪22を後退端まで後退させることにより、把持爪22と研削砥石T_Gとが干渉しない状態にすることで、当該端部を加工することができる。同様に、前記第2チャック25の把持爪27が把持した軸状ワークWの端部を加工する場合に、把持爪27と研削砥石T_Gとが干渉する場合には、把持爪27を後退端まで後退させることにより、把持爪27と研削砥石T_Gとが干渉しない状態にすることで、当該端部を加工することができる。

【0039】

<刃物台>

前記刃物台15は、図1に示すように、矢示X軸方向、Z軸方向及びY'軸方向に移動可能になっており、第1チャック20側の端面に、前記Z軸に平行な回転軸を中心として回転可能にタレット16を保持している。タレット16は周面が平面状の取付面となった多角柱体から構成され、図1及び図2等に示すように、当該取付面に振れ止めユニット70が取り付けられている。尚、Y'軸は前記Y軸に対して所定の角度だけ、操作側に向けて前下がりとなるように傾斜している。また、刃物台15はX軸方向の移動とY'軸方向の移動との複合動作によってY軸方向（水平方向）への移動が創成されるようになっている。

【0040】

<振れ止めユニット>

前記振れ止めユニット70は、図11及び図13に示すように、一組の振れ止め装置72と、この振れ止め装置72を適宜間隔を空けて連結する連結板71と、前記振れ止め装置72に圧力流体を供給する圧力流体供給源とを備えて構成され、前記一組の振れ止め装置72は前記Z軸に沿って配設されている。尚、図11では、軸状ワークWの図示を省略している。

【0041】

図12に示すように、前記振れ止め装置72は、基台73と、この基台73上に設けら

10

20

30

40

50

れた受部材 7 4 と、受部材 7 4 の上方にこれと対向するように設けられた押え部材 7 5 と、この押え部材 7 5 を支持するとともに、当該押え部材 7 5 を受部材 7 4 に対して離接させるクランプ機構 7 7 などを用意して構成される。

【0042】

前記一組の振れ止め装置 7 2 の受部材 7 4 はそれぞれ上面に V 字状の溝 7 4 a を備えており、一組の振れ止め装置 7 2 は、各受部材 7 4 の V 字状溝 7 4 a の底部条線が同一の線上に位置するように、所定の間隔を空けて前記連結板 7 1 に取り付けられている。そして、振れ止めユニット 7 0 は、受部材 7 4 の V 字状溝 7 4 a の底部条線が前記 Z 軸と平行になるように前記タレット 1 6 に取り付けられる。また、前記押え部材 7 5 は前記受部材 7 4 と対向する下面に、当該受部材 7 4 の V 字状溝 7 4 a に一致した、即ち、底部条線が上下で一致した同じく V 字状の溝 7 5 a が形成されている。また、前記基台 7 3 には、前記受部材 7 4 から所定間隔を空けてガイド穴 7 3 a が穿設されており、このガイド穴 7 3 a には、上端部が前記押え部材 7 5 の下面に連結されガイドピン 7 6 が嵌挿されている。

10

【0043】

前記クランプ機構 7 7 は、前記ガイド穴 7 3 a と前記受部材 7 4 との間において、前記基台 7 3 の上面に開口するように形成されたシリンダ穴 7 8 と、このシリンダ穴 7 8 に嵌挿され、その上端部が前記押え部材 7 5 の下面に連結されたピストン 7 9 と、前記シリンダ穴 7 8 内において上下に形成される 2 つの圧力流体室 7 8 a, 7 8 b に選択的に圧力流体を供給する圧力流体供給部（図示せず）などから構成される。斯くして、このクランプ機構 7 7 では、圧力流体室 7 8 a に圧力流体を供給することにより、ピストン 7 9 及びこれに連結される押え部材 7 5 が下降して、軸状ワーク W が受部材 7 4 の V 字状溝 7 4 a の 2 つの内面と押え部材 7 5 の V 字状溝 7 5 a の 2 つの内面とに当接した状態で、これら受部材 7 4 と押え部材 7 5 とによってクランプされ、圧力流体室 7 8 b に圧力流体を供給することにより、ピストン 7 9 及び押え部材 7 5 が上昇して、受部材 7 4 及び押え部材 7 5 による軸状ワーク W のクランプが解除、即ち、アンクランプされる。その際、ガイド穴 7 3 a に嵌挿されたガイドピン 7 6 を設けているので、ピストン 7 9 の昇降動作はこのガイドピン 7 6 によって案内され、これにより当該ピストン 7 9 及び押え部材 7 5 はスムーズに昇降することができる。尚、圧力流体としては圧縮空気や圧油を用いることができる。

20

【0044】

また、前記基台 7 3 の上面には、前記シリンダ穴 7 8 及びガイド穴 7 3 a を挟んで前記受部材 7 4 とは反対側の位置に取付板 8 0 a が立設され、更に、この取付板 8 0 a には、前記押え部材 7 5 の上方にこれと平行になるように保持板 8 0 b が固設されている。そして、この保持板 8 0 b と押え部材 7 5 との間には、前記ピストン 7 9 が連結される位置、押え部材 7 5 の V 字状溝 7 5 a に対応する位置及び前記ガイドピン 7 6 が連結される位置において、それぞれ押え部材 7 5 を受部材 7 4 側に付勢するバネ体 8 1（第 1 付勢部材）、バネ体 8 2（第 2 付勢部材）及びバネ体 8 3（第 3 付勢部材）が設けられている。斯くして、押え部材 7 5 には、ピストン 7 9 によるクランプ力に加えて、バネ体 8 1, 8 2, 8 3 の各付勢力が作用するため、軸状ワーク W はより強固な力で受部材 7 4 及び押え部材 7 5 によって挟持される。

30

【0045】

また、前記受部材 7 4 及び押え部材 7 5 は、それぞれ、前記 V 字状溝 7 4 a, 7 5 a に沿った一方の側面が、平面から見て、クランプした軸状ワーク W の径方向の端部よりも該軸状ワーク W の軸線側に位置している。

40

【0046】

<研削ユニット>

前記研削ユニット 4 0 は、図 5 に示すように、回転軸 4 5 と、この回転軸 4 5 を、その一方端が外部に延出した状態で、ベアリング 4 6 によって回転自在に支持するハウジング 4 1 と、回転軸 4 5 の前記一方端に取り付けられたねじ溝研削砥石 5 5 と、回転軸 4 5 に装着されたロータ 4 9 と、ロータ 4 9 の径方向外方に位置するようにハウジング 4 1 に保持されたステータ 5 0 などを用意して構成される。このロータ 4 9 及びステータ 5 0 は駆動

50

モータを構成するもので、外部から供給される電力によって、ロータ４９、このロータ４９が取り付けられる回転軸４５、及び回転軸４５に取り付けられたねじ溝研削砥石５５が回転する。尚、ステータ５０には、可撓性を有する保護チューブ５６により保護されたケーブルが接続されており、このケーブルを介して前記ステータ５０に電力が供給される（図６～図８等参照）。

【００４７】

前記ハウジング４１は、前記ステータ５０が挿入された本体部４２と、この本体部４２の両端に取り付けられて、それぞれ前記ベアリング４６を保持する環状部材４３、４４とから構成される。そして、環状部材４４から外方に延出される回転軸４５には蓋体４７ａ、４７ｂが外嵌され、更に当該回転軸４５の端部には第１挟持部材５４が外嵌され、この第１挟持部材５４と共に前記回転軸４５の端部に連結される第２挟持部材５３によってねじ溝研削砥石５５が挟持される。また、環状部材４３の端面にはカバー体４８が設けられている。

10

【００４８】

前記本体部４２の外面には、当該研削ユニット４０を前記工具主軸７に装着するための第１被保持部５１が設けられ、この第１被保持部５１とは反対側の前記本体部４２の外面に、第２被保持部５２が設けられている。尚、図５において、この第２被保持部５２については、その断面の図示を省略している。

【００４９】

ところで、図２１に示すように、前記第２主軸台１０の上方には、ねじ溝研削砥石５５の研削作用面の形状を修正するロータリドレッサ３０が設けられており、更に、ねじ溝研削砥石５５が形状を修正するための修正位置に在るときに、当該ねじ溝研削砥石５５を検出する渦流センサ３１が設けられており、この渦流センサ３１によって、ねじ溝研削砥石５５が修正位置に位置していることが検出されるようになっている。

20

【００５０】

斯くして、研削ユニット４０をその回転軸４５の軸線がＸ軸方向においてロータリドレッサ３０の軸線と一致する位置に移動させ、ついで、Ｚ軸方向に研削ユニット４０を移動させて、当該研削ユニット４０を前記渦流センサ３１によって検出される位置に位置決めした後、ロータリドレッサ３０に接近するようにＹ軸方向に移動させて、回転しているねじ溝研削砥石５５の外周面を、同じく回転しているロータリドレッサ３０の外周面に当接させることより、ねじ溝研削砥石５５の外周面である研削作用面の形状を修正することができる。

30

【００５１】

この研削ユニット４０は、図１、図６－図１０に示す収容装置６０に収納されており、当該研削ユニット４０を用いて軸状ワークＷを加工する際に、収容装置６０から取り出されて前記工具主軸７に装着される。

【００５２】

<収容装置>

前記収容装置６０は、図１に示すように、第２主軸台１０の上方に配設されている。この収容装置６０は、図１、図６－図１０に示すように、研削ユニット４０を出し入れするための開口を有し、内部に研削ユニット４０が収容される空間を有する収容体６１と、収容体６１の開口部を開閉する蓋体６３と、前記収容体６１内に配設される開閉機構６２、進退機構６７、プーリ６５、スライド・付勢部６６及び係止部材６９などから構成される。

40

【００５３】

前記進退機構６７は、前記研削ユニット４０の第２被保持部５２を介して当該研削ユニット４０を着脱自在に保持する保持機構としてのツール保持部６７ａと、このツール保持部６７ａを、前記収容体６１内に設定された収容位置（図６及び図９参照）と、前記収容体６１の外部に設定された取出位置（図７及び図１０参照）との間で、前記開口を通して矢示Ｚ軸方向に進退させるエアシリンダ６７ｂとから構成される。そして、図１０に示すように、研削ユニット４０は、そのねじ溝研削砥石５５が上側となるとともに、第２被保

50

持部 5 2 が収容体 6 1 側に位置し、且つ第 1 被保持部 5 1 が収容体 6 1 とは反対側に位置する姿勢でツール保持部 6 7 a に保持される。尚、前記エアシリンダ 6 7 b は、外部に設けられた適宜圧縮空気供給源に接続されており、この圧縮空気供給源から加圧された圧縮空気が当該エアシリンダ 6 7 b に供給される。

【0054】

前記スライド・付勢部 6 6 は、その長手方向が前記 Z 軸に沿って配設されると共に、前記プリー 6 5 を Z 軸方向に移動可能に保持すると共に、封入された圧縮空気（圧力流体）の作用によって前記開口とは反対側に向けて前記プリー 6 5 を付勢するように構成されている。そして、このプリー 6 5 には前記研削ユニット 4 0 に接続された前記保護チューブ 5 6 が巻き掛けられており、この保護チューブ 5 6 の他方の端部は前記収容体 6 1 内に設けられた係止部材 6 9 a によって係止され、その中間部は前記スライド・付勢部 6 6 を挟んで係止部材 6 9 a の上方に設けられたガイドリング 6 9 b に挿通されている。

10

【0055】

前記開閉機構 6 2 は、図 9 及び図 10 にその構成を部分的に示すように、長手方向が前記 Z 軸に沿って配設されたエアシリンダ（図示を省略）と、このエアシリンダ（図示せず）のピストンロッド 6 2 a 及び前記蓋体 6 3 の接続部 6 3 a に接続したリンク部（図示を省略）とから構成され、ピストンロッド 6 2 a が進出することによって、前記蓋体 6 3 が開き、ピストンロッド 6 2 a が後退することによって蓋体 6 3 が閉じる。尚、前記エアシリンダ（図示を省略）は、前記圧縮空気供給源に接続されており、この圧縮空気供給源から加圧された圧縮空気が当該エアシリンダ（図示を省略）に供給される。

20

【0056】

この収容装置 6 0 によれば、図 6 及び図 7 に示すように、前記研削ユニット 4 0 は、その第 2 被保持部 5 2 が進退機構 6 7 のツール保持部 6 7 a に保持された状態で、収容体 6 1 内の収容位置に収容される。尚、ツール保持部 6 7 a が収容位置に在るとき、スライド・付勢部 6 6 はその付勢力により前記プリー 6 5 を前記開口とは反対側の後退端に移動させている。これにより、保護チューブ 5 6 は弛むことなくプリー 6 5 に巻き掛けられた状態で、研削ユニット 4 0 とともに収容体 6 1 内に収容される。

【0057】

【定寸装置】

前記定寸装置 9 0 は、図 17－図 20 に示すように、前記第 1 主軸台 8 に沿って配設され、加工領域から隔離された格納領域を有するカバー体 107 内に格納される。このカバー体 107 は蓋体 108 によって開閉される開口を備えており、蓋体 108 はエアシリンダなどの適宜駆動源（図示せず）により駆動されて前記開口を開閉する。

30

【0058】

前記定寸装置 9 0 は、測定ヘッド 9 1 と、この測定ヘッド 9 1 を前記カバー体 107 の開口を介して出し入れする移送装置 9 3 などから構成される。測定ヘッド 9 1 は、相互に接近するように付勢された 2 つの測定子 9 2 を有し、この 2 つの測定子 9 2 が軸状ワーク W の外周面に接触することによって当該軸状ワーク W の外径を測定するように構成される。

【0059】

前記移送装置 9 3 は、前記測定ヘッド 9 1 を移送してその測定子 9 2 を軸状ワーク W の外周面に接触させるもので、測定ヘッド 9 1 を保持し、当該測定ヘッド 9 1 を第 1 主軸 9 の軸線と平行な軸線を中心として、軸状ワーク W に接近させる方向（矢示 E 方向）と、当該軸状ワーク W から離反させる方向（矢示 F 方向）に旋回させる旋回機構 103 と、この旋回機構 103 を第 1 主軸 9 の軸線に沿った方向（Z 軸方向）に進退させる直線移送機構 9 4 とから構成される。

40

【0060】

前記直線移送機構 9 4 は、第 1 主軸 9 の軸線と直交する直交部 9 5 a 及び第 1 主軸 9 の軸線と平行な平行部 9 5 b を有する平面視 L 字状をしたフレーム 9 5 と、このフレーム 9 5 の平行部 9 5 b に Z 軸に沿って平行に配設された 2 本のガイドレール 9 6 と、各ガイドレール 9 6 に係合して当該ガイドレール 9 6 に沿って移動するスライダ 9 7 と、このスラ

50

イダ 97 上にこれらに跨るように取り付けられた基台 98 と、この基台 98 上に Z 軸方向に所定間隔を空けて立設された 1 組のブラケット 99、100 と、前記フレーム 95 の直交部 95a の背面（前記平行部 95b とは反対側の面）に取り付けられた支持板 101 と、この支持板 101 に取り付けられ、そのピストンロッド 102a が前記直交部 95a を貫通して前記基台 98 に連結されたエアシリンダ 102 などから構成される。

【0061】

前記旋回機構 103 は、前記 2 つの測定子 92 の前記軸状ワーク W に対する接触部を含む平面が前記第 1 主軸 9 の軸線と直交するように前記測定ヘッド 91 を支持する旋回アーム 105 と、軸線が第 1 主軸 9 の軸線に沿って配設され、且つ前端部の外周面に前記旋回アーム 105 が連結されるとともに、前記ブラケット 99 に回転自在に保持される回転軸 104 と、前記ブラケット 100 に取り付けられるとともに前記回転軸 104 に連結され、前記回転軸 104 を回転させるアクチュエータ 106 とから構成される。このアクチュエータ 106 は外部から供給される圧縮空気により動作して、前記回転軸 104 を矢示 E 方向に回転させ、測定ヘッド 91 をその測定子 92 が軸状ワーク W の外周面に接触する測定位置と、軸状ワーク W から遠ざかった退避位置との間で旋回移動させる。尚、この測定ヘッド 91 は、退避位置に旋回した状態で前記カバー体 107 内に格納される。

【0062】

斯くして、この定寸装置 90 によれば、適宜駆動源（図示せず）により蓋体 108 を駆動してカバー体 107 の前記開口を開いた状態で、前記直線移送機構 94 のエアシリンダ 102 を駆動して基台 98 を前進させると、旋回機構 103 及びこれに支持される測定ヘッド 91 がカバー体 107 の開口から進出して加工領域内の旋回位置に移動し、ついで、旋回機構 103 のアクチュエータ 106 を駆動して測定ヘッド 91 を矢示 E 方向の前記測定位置に旋回させると、その測定子 92 が軸状ワーク W の外周面に接触して、当該軸状ワーク W の外径を測定可能となる。

【0063】

そして、軸状ワーク W の外径測定を終えた後、旋回機構 103 のアクチュエータ 106 を駆動して測定ヘッド 91 を矢示 F 方向の前記退避位置に旋回させ、ついで、前記直線移送機構 94 のエアシリンダ 102 を駆動して基台 98 を後退させると、旋回機構 103 及びこれに支持される測定ヘッド 91 が前記旋回位置からカバー体 107 内の待機位置に格納される。そして、カバー体 107 の開口を蓋体 108 によって閉じることにより、カバー体 107 内の格納領域が加工領域から隔離される。

【0064】

この定寸装置 90 は、これを使用しないときに、加工領域から隔離された格納領域を有するカバー体 107 内に格納されるので、他の加工時に用いられるクーラント液やその際に生じる切屑等によって定寸装置 90 が汚損されるのを防止することができ、また、当該他の加工時に、この加工に用いられる工具等と定寸装置 90 とが干渉するといった不都合が生じるのを防止することができる。

【0065】

〔ねじ軸測定装置〕

ねじ軸測定装置 110 は、図 26 及び図 28 に示すように、測定位置において、ねじ溝が形成された軸状ワーク W と対峙し、且つ光軸が相互に平行になるように配設された第 1 撮像カメラ 111 及び第 2 撮像カメラ 112、ねじ軸 W を挟んで前記第 1 撮像カメラ 111 及び第 2 撮像カメラ 112 の撮像方向とはそれぞれ逆方向から撮像部位を照明する第 1 照明装置 113 及び第 2 照明装置 114、並びに、これら第 1、第 2 撮像カメラ 111、112 及び第 1、第 2 照明装置 113、114 を保持するフレーム 115 から構成される測定ユニットと、前記第 1 撮像カメラ 111 及び第 2 撮像カメラ 112 によって撮像される画像を取り込む画像入力部 116 と、この画像入力部 116 の取り込みを制御する測定動作制御部 117 と、画像入力部 116 によって取り込まれた画像データを基に、ねじ軸 W のねじ部の寸法を算出する寸法算出部 118 とから構成される。尚、以下において、ねじ溝が形成された軸状ワーク W を特に「ねじ軸 W」という。

【0066】

前記画像入力部116、測定動作制御部117及び寸法算出部118は制御装置3内で構築されており、この制御装置3には前記複合加工機2の動作を制御するための複合加工機制御部4が設けられている。また、前記寸法算出部118によって算出された寸法は適宜出力装置5、例えば、操作盤に設けられたディスプレイに出力される。

【0067】

尚、前記制御装置3は、CPU、RAM、ROMなどを含むコンピュータから構成され、前記複合加工機制御部4、画像入力部116、測定動作制御部117及び寸法算出部118は、コンピュータプログラムによってその機能が実現される。

【0068】

前記第1撮像カメラ111及び第2撮像カメラ112は、当該第1撮像カメラ111及び第2撮像カメラ112側から見た平面において、ねじ軸Wの軸線を境とした一方側の外周部に位置するねじ溝のリードと、両光軸の角度が一致するように、所定の間隔で並設される(図27参照)。図27は、ねじ軸Wと、第1、第2撮像カメラ111、112及び第1、第2照明装置113、114との関係を示した正面図である。同図に示すように、第1、第2照明装置113、114は、その照明光軸が第1、第2撮像カメラ111、112の撮像光軸とそれぞれ一致している。

【0069】

そして、前記測定動作制御部117は、前記複合加工機制御部4を介し前記複合加工機2の第1主軸9及び第2主軸11の回転を制御して、ねじ軸Wを初期の回転位置として設定された角度位置に割り出した後、前記画像入力部116を介して、前記第1撮像カメラ111から一方側のねじ溝を含んだ第1の画像を入力すると共に、第2撮像カメラ112からねじ軸Wの軸線を挟んで前記一方側とは反対側の他方側に位置するねじ溝を含んだ第2の画像を入力する処理を行う。

【0070】

図29(a)に、入力される第1の画像及び第2の画像を示しており、第1撮像カメラ111によって撮像された第1の画像が上側の画像であり、第2撮像カメラ112によって撮像された第2の画像が下側の画像である。尚、図29(a)は、それぞれねじ軸Wの輪郭線を図示している。この第1の画像におけるねじ溝の輪郭画像は、第1撮像カメラ111の光軸が前記一方側のねじ溝のリード角と一致しているため、正確なねじ溝の断面に相当する輪郭画像となっている。一方、第2の画像におけるねじ溝の輪郭画像は、第2撮像カメラ112の光軸が他方側のねじ溝のリード角と一致していないため、ねじ溝の輪郭が歪んだ画像となっている。

【0071】

次に、測定動作制御部117は、前記複合加工機制御部4を介し前記複合加工機2の第1主軸9及び第2主軸11を回転させて、前記ねじ軸Wを、その軸線を中心として180°反転させた後、前記画像入力部116を介して、前記第1撮像カメラ111から、前記一方側の領域に回転された前記他方側のねじ溝を含んだ第3の画像を入力する処理を実行する。第1撮像カメラ111によって撮像された第3の画像(ねじ軸Wの輪郭線)を図29(b)に示している。前記他方側のねじ溝は、これを前記一方側の領域に180°回転されることで、第1撮像カメラ111の光軸と当該他方側のねじ溝のリード角と一致した状態となるため、第3の画像における前記他方側のねじ溝の輪郭画像は、正確なねじ溝の断面に相当する輪郭画像となる。

【0072】

前記寸法算出部118は、上記のようにして撮像された第1の画像に基づいて、前記一方側のねじ溝の輪郭を抽出した後、少なくとも隣接する2つのねじ溝の中心位置を算出して、当該隣接するねじ溝の中心位置の前記軸線に沿った方向の間隔であるピッチを算出すると共に、第1の画像において予め設定された第1の基準位置と前記一方側のねじ溝の中心位置との間の距離であって、ねじ軸Wの径方向の距離を算出する処理を行う。

【0073】

図29(a)において、第1撮像カメラ111により撮像される第1の画像はY a軸-Z a軸を基準軸とした座標系で表わされ、このY a軸-Z a軸座標系における原点は前記第1の基準位置であり、第1撮像カメラ111の撮像光軸と一致する。また、Y a軸はねじ軸の径方向（前記Y軸）と一致し、Z a軸はねじ軸の長手方向（前記Z軸）と一致している。前記寸法算出部118は抽出したねじ溝の輪郭形状から各ねじ溝の中心位置（Y a₁, Z a₁）、（Y a₂, Z a₂）を算出し、ついで、隣接するねじ溝の中心位置のZ軸方向の間隔をピッチP（=Z a₂-Z a₁）として算出する。そして、寸法算出部118は、上述した第1の基準位置と一方側のねじ溝の中心位置との間の距離として、算出したY a₁（=Y a₂）の値を割り当てる。

【0074】

次に、寸法算出部118は、上述のようにして撮像された第2の画像に基づいて、前記他方側に位置するねじ軸Wの外周に対応した外周輪郭を抽出して、該第2の画像において予め設定された第2の基準位置と前記他方側の外周輪郭との間の距離であって、ねじ軸Wの径方向の距離を算出する処理を行う。

【0075】

図29(a)において、第2撮像カメラ112により撮像される第2の画像はY b軸-Z b軸を基準軸とした座標系で表わされ、このY b軸-Z b軸座標系における原点は前記第2の基準位置であり、第2撮像カメラ112の撮像光軸と一致する。また、Y b軸はねじ軸の径方向（前記Y軸）と一致し、Z b軸はねじ軸の長手方向（前記Z軸）と一致している。前記寸法算出部118は抽出したねじ溝の外周輪郭形状からその径方向の位置であるY b₁を算出し、第2の基準位置と前記他方側の外周輪郭との間の距離として、算出したY b₁の値を割り当てる。尚、Y pは第1撮像カメラ111の撮像光軸と第2撮像カメラ112の撮像光軸との間の前記半径方向の距離（軸間距離）であり、適宜キャリブレーションによって、予め導出されている。

【0076】

次に、寸法算出部118は、上述のようにして撮像された第3の画像に基づいて、前記他方側のねじ溝の輪郭を抽出して、該他方側のねじ溝の中心位置を算出するとともに、前記ねじ軸の他方側の外周に対応した外周輪郭を抽出して、前記他方側のねじ溝の中心位置と前記他方側の外周輪郭との間の前記径方向における距離を算出する処理を行う。

【0077】

図29(b)において、第1撮像カメラ111により撮像される第3の画像は、上述したように、Y a軸-Z a軸を基準軸とした座標系で表わされる。前記寸法算出部118は、第3の画像において、前記他方側のねじ溝の輪郭を抽出し、抽出したねじ溝の輪郭形状から当該ねじ溝の中心位置（Y a₃, Z a₃）を算出するとともに、ねじ軸Wの前記他方側の外周輪郭を抽出し、抽出した前記他方側の外周輪郭と前記他方側ねじ溝の中心位置（Y a₃, Z a₃）との間の径方向（即ち、Y a軸方向）の距離Δ（=Y a₃-Y a₄）を算出する。

【0078】

ついで、寸法算出部118は、得られた前記第1の基準位置と前記一方側のねじ溝の中心位置との間の径方向の距離、前記第2の基準位置と前記他方側の外周輪郭との間の径方向の距離、及び前記他方側のねじ溝の中心位置と前記他方側の外周輪郭との間の径方向の距離、並びに予め得られた第1の基準位置と第2の基準位置との間の径方向の距離に基づいて、ねじ溝の有効径を算出する処理を行う。

【0079】

図29(c)は、この処理を分かり易く説明するための説明図であり、図29(a)における第2の画像を、相互の外周輪郭が一致するように第3の画像で置き換えたものである。即ち、図29(a)において、第2の画像における前記他のねじ溝の中心位置は、その外周輪郭からΔだけ半径方向にシフトした位置に在る。したがって、前記一方側のねじ溝の中心位置と前記他方側のねじ溝の中心位置との間の前記半径方向の距離で表わされる有効径Dは、図29(c)にも示すように、次式によって算出される。

$$D = Y a_1 + Y p + Y b_1 + \Delta$$

寸法算出部 118 は、この算出式によってねじ溝の有効径 D を算出する。

【0080】

尚、この第 1、第 2 撮像カメラ 111, 112、第 1、第 2 照明装置 113, 114 及びフレーム 115 から構成される測定ユニットは、前記測定動作制御部 117 による制御の下で、適宜移送装置により、測定位置と、加工領域外に設定された退避位置との間で移送されるようになっている。

【0081】

以上の構成を備えた本例の複合加工装置 1 によれば、前記複合加工機制御部 4 による制御の下で、以下のようにして、前記複合加工機 2 により軸状ワーク W からねじ軸 W が加工され、また、前記測定動作制御部 117 による制御の下で、複合加工機 2 上においてねじ軸 W が測定される。

【0082】

〔ねじ軸の加工〕

まず、本例では、ねじ軸 W を加工するための材料として、一般的な材質の長尺の軸状ワーク W が用いられる。この軸状ワーク W は、両端面にセンタ穴が穿孔され、且つ予めその表面に焼き入れ加工が施されており、その径方向の所定深さにおいて、設定された硬度を有している。また、この軸状ワーク W は、少なくともねじ溝が形成されるべき外周面に研削加工が施されている。

【0083】

まず、この軸状ワーク W の両端を前記第 1 チャック 20 及び第 2 チャック 25 によって把持する。その際、軸状ワーク W のセンタ穴に第 1 チャック 20 及び第 2 チャック 25 の心押軸 24, 29 が押し当てられ、軸状ワーク W はこの心押軸 24, 29 によって支持された状態で、更に、把持爪 22, 27 によって把持される。尚、上述したように、第 1 チャック 20 及び第 2 チャック 25 の各把持爪 22, 27 には曲率が異なる 4 つの把持面 23a-23d, 28a-28d が形成されているので、1 種類の把持爪 22, 27 によって異なる 4 つの外径の軸状ワーク W を把持することができる。

【0084】

また、軸状ワーク W はタレット 16 に装着された一組の振れ止め装置 72 の受部材 74 及び押え部材 75 によって上下からクランプされる。尚、前記刃物台 15 の Y' 軸方向の位置は、受部材 74 の V 字状溝 74a 及び押え部材 75 の V 字状溝 75a の底部条線と、前記第 1 主軸 9 及び第 2 主軸 11 の軸線（言い換えれば、軸状ワーク W の軸線）とが上下に一致するように、予め調整されている。このような状態で、軸状ワーク W は第 1 チャック 20 及び第 2 チャック 25 によって把持され、一組の振れ止め装置 72 によってクランプされる。

【0085】

次に、軸状ワーク W は、図 2 に示すように、回転切削工具であるミーリング工具 T_M を用いて、そのねじ溝が加工される。この加工は、工具主軸 7 の軸線が、軸状ワーク W の軸線及び X 軸を含む平面内に位置し、且つ、この平面内において所定角度で傾斜することにより、当該ミーリング工具 T_M の軸線が当該平面内で傾斜した状態で実行される。また、この加工は一組の振れ止め装置 72 の間を加工位置として実行され、前記ミーリング工具 T_M を軸状ワーク W に対して X 軸方向に所定の切り込み量で切り込ませた状態で、当該軸状ワーク W を所定の回転速度で回転させるとともに、当該ミーリング工具 T_M を Z 軸方向に所定の送り量で移動させることによって、当該軸状ワーク W にねじ溝が形成される。

【0086】

そして、ミーリング工具 T_M を軸状ワーク W に対して X 軸方向に徐々に切り込ませながら当該切削動作を繰り返して実行することにより、軸状ワーク W に所定形状のねじ溝を形成する。その際、軸状ワーク W の回転速度とミーリング工具 T_M の Z 軸方向の送り速度とは、形成するねじ溝のピッチによって決定され、軸状ワーク W の 1 回転当たりのミーリング工具 T_M の Z 軸方向の送り量がねじ溝のピッチと同じ値となる。そして、これにより、

10

20

30

40

50

形成されるねじ溝のリード角が所定の角度となる。

【0087】

また、ミーリング工具 T_M のZ軸方向への移動と同期させて、刃物台15、即ち、一組の振れ止め装置72を同じ送り速度で同じ移動方向（Z軸方向）に移動させる。ミーリング工具 T_M を用いた加工では、断続切削になるため、長尺の軸状ワークWの場合には、当該軸状ワークWに振動や変位が発生する虞があるが、一組の振れ止め装置72によって軸状ワークWをクランプした状態で加工することにより、安定した加工を実現することができ、その結果、ねじ溝を高精度に加工することができる。即ち、前記受部材74及び押え部材5は、それぞれ一つの部材から構成され、高い剛性を有するので、軸状ワークWは断続切削による大きな切削負荷が作用しても、変位や振動を生じることなく、振れ止め装置72によって安定した状態で支持される。また、ミーリング工具 T_M の移動と同期させて振れ止め装置72を移動させるようにしているので、ミーリング工具 T_M の加工位置の近傍を常に振れ止め装置72によって支持することができ、この意味においても、軸状ワークWを安定した状態で支持することができる。

10

【0088】

また、このミーリング工具 T_M を用いたねじ溝加工は、荒加工及び仕上加工から構成され、本例では、荒加工には荒加工用のミーリング工具 T_M を用い、仕上加工には仕上加工用のミーリング工具 T_M を用いる。尚、仕上加工用のミーリング工具 T_M には、ねじ溝の形状に適合した丸型のチップを用いるのが好ましい。荒加工用及び仕上加工用のミーリング工具 T_M は上述した工具マガジン（図示せず）に格納され、適宜工具交換装置（図示せず）によって、工具主軸7への着脱が行なわれる。

20

【0089】

前記ミーリング工具 T_M を用いたねじ溝の仕上加工後、次に、前記研削ユニット40を用いて、ねじ溝に対して研削加工を行う。

【0090】

まず、仕上加工用のミーリング工具 T_M を、上述した工具交換装置（図示せず）により工具主軸7から取り外して工具マガジン（図示せず）に格納するとともに、前記収納装置60を動作させて、研削ユニット40を収容体61内から取出位置に移動させる。具体的には、開閉機構62を駆動して蓋体63を開状態にした後、進退機構67を駆動して研削ユニット40を保持したツール保持部67aを前記取出位置に移動させる（図7及び図10参照）。尚、図10に示すように、研削ユニット40は、そのねじ溝研削砥石55が上側となり、第2被保持部52が収容体61側に位置し、且つ第1被保持部51が収容体61とは反対側に位置する姿勢でツール保持部67aに保持されている。

30

【0091】

次に、工具主軸7をその軸線が水平となり、且つその工具保持部が収容装置60側に向くように回転させた後、当該工具主軸7をY軸方向及びX軸方向に移動させて、当該工具主軸7の軸線と前記取出位置に在る研削ユニット40の第1被保持部51の軸線が同軸となるように位置決めする。そして、この後、工具主軸7を研削ユニット40に近づくように、その工具保持部が第1被保持部51を保持可能な位置までZ軸プラス方向に移動させた後、当該工具保持部により第1被保持部51を保持させるとともに、ツール保持部67aによる第2被保持部52の保持を解除する。

40

【0092】

次に、工具主軸7を収容体61から遠ざかるように移動させることで、研削ユニット40が取出位置から加工領域内に取り出される。その際、研削ユニット40に接続された保護チューブ56が当該研削ユニット40とともに引き出されるが、保護チューブ56は前記開口とは反対側に付勢されたプーリ65に巻き掛けられ、当該プーリ65は保護チューブ56の引き出しに伴って付勢状態を保ったまま開口側に移動するので、当該保護チューブ56には常にテンションが付与され、弛緩が防止された状態で引き出される（図8参照）。また、工具主軸7が前記Z軸方向に移動する際にも、プーリ65は常に前記開口側とは反対側に付勢されているので、保護チューブ56には常にテンションが付与され、これ

50

が弛緩することは無い。したがって、工具主軸 7 の Z 軸方向への移動によって、保護チューブ 5 6 が他の構造物に絡みつくといった不都合が生じる虞は無い。

【0093】

そして、この研削工具 5 5 を用いて、軸状ワーク W に形成されたねじ溝を研削加工する。具体的には、図 3 及び図 4 に示すように、一組の振れ止め装置 7 2 により軸状ワーク W をクランプした状態で当該一組の振れ止め装置 7 2 の間を研削加工位置として、ねじ溝を研削加工する。その際、工具主軸 7 は、X 軸-Z 軸平面内において、ねじ溝研削砥石 5 5 の回転軸が Z 軸に対してねじ溝のリード角と同じ角度になるように当該ねじ溝研削砥石 5 5 を傾斜させるとともに、ねじ溝研削砥石 5 5 の回転中心位置が軸状ワーク W の軸線を含む Y 軸-Z 軸平面に位置するように、ねじ溝研削砥石 5 5 の X 軸方向の位置を位置決めする。その際、工具主軸 7 は、その回転軸が鉛直方向から僅かな角度だけ旋回した状態であるので、工具主軸 7 と他の構造物との干渉が生じることなく、ねじ溝の研削を行うことができる。

10

【0094】

そして、ねじ溝研削砥石 5 5 を軸状ワーク W のねじ溝に対して Y 軸方向に所定の切り込み量で切り込ませた状態で、軸状ワーク W を所定の回転速度で回転させ、且つ当該ねじ溝研削砥石 5 5 を Z 軸方向に所定の送り速度で移動させることによって、軸状ワーク W のねじ溝を研削加工する。尚、軸状ワーク W の回転速度及びねじ溝研削砥石 5 5 の送り速度はねじ溝のピッチによって決定され、軸状ワーク W の 1 回転当たりのねじ溝研削砥石 5 5 の送り量がねじ溝のピッチと同じ値となる。そして、これにより、形成されるねじ溝のリード角が所定の角度となる。

20

【0095】

斯くして、ねじ溝研削砥石 5 5 を軸状ワーク W に対して Y 軸方向に徐々に切り込ませながら当該研削動作を繰り返して実行することにより、軸状ワーク W に形成されたねじ溝の形状を所定形状に仕上げる。その際、ねじ溝研削砥石 5 5 の Z 軸方向への移動に同期させて、刃物台 1 5 を同じ送り速度で同じ移動方向（Z 軸方向）に移動させることにより、振れ止めユニット 7 0 をねじ溝研削砥石 5 5 の移動に追従させる。このようにすることで、上述したミーリング工具 T_M を用いた加工と同様に、ねじ溝研削砥石 5 5 による加工位置の近傍を常に振れ止め装置 7 2 によって支持することができ、軸状ワーク W を安定した状態で支持することができる。

30

【0096】

尚、このねじ溝研削砥石 5 5 は、必要に応じて、上述したロータリドレッサ 3 0 により、その研削作用面である外周面の形状が修正される。

【0097】

そして、軸状ワーク W のねじ溝の研削加工を終了すると、前記進退機構 6 7 を駆動して前記ツール保持部 6 7 a を取出位置に移動させるとともに、工具主軸 7 をその軸線が水平となり、且つ研削ユニット 4 0 がツール保持部 6 7 a 側に位置するように旋回させた後、当該工具主軸 7 を Y 軸方向及び X 軸方向に移動させて、当該工具主軸 7 の軸線と前記取出位置に在るツール保持部 6 7 a の軸線が同軸となるように位置決めする。

【0098】

この後、工具主軸 7 をツール保持部 6 7 a に近づくように、研削ユニット 4 0 の第 2 被保持部 5 2 をツール保持部 6 7 a と係合する位置まで Z 軸プラス方向に移動させた後、当該ツール保持部 6 7 a により第 2 被保持部 5 2 を保持させるとともに、工具保持部による第 1 被保持部 5 1 の保持を解除する。ついで、工具主軸 7 を収容装置 6 0 から遠ざかる方向に移動させるとともに、進退機構 6 7 を駆動してツール保持部 6 7 a を収容位置に移動させた後、開閉機構 6 2 を駆動して蓋体 6 3 を閉状態にする。その際、保護チューブ 5 6 は前記開口とは反対側に付勢されたプリー 6 5 に巻き掛けられ、当該プリー 6 5 はツール保持部 6 7 a の後退に伴って付勢状態を保ったまま前記開口とは反対側に移動するので、当該保護チューブ 5 6 には常にテンションが付与され、弛緩状態となるのが防止される。

40

【0099】

50

以上の動作により、研削ユニット４０を収容装置６０内に収容する。尚、このように研削ユニット４０は、これを使用しないときに、加工領域外に設けられた収容装置６０内に収容されるので、他の加工時に用いられるクーラント液やその際に生じる切屑等によって研削ユニット４０が汚損されるのを防止することができ、また、当該他の加工時に、この加工に用いられる工具等と研削ユニット４０とが干渉するといった不都合が生じるのを防止することができる。

【０１００】

〔ねじ軸の測定〕

以上ようにして、軸状ワークＷにねじ溝が形成され、ねじ軸Ｗとなると、次に、上述したねじ軸測定装置１１０により、ねじ溝の加工精度が測定される。即ち、まず、前記測定動作制御部１１７による制御の下で、適宜移送装置により、測定ユニットが測定位置に移送される。そして、この測定動作制御部１１７による制御の下で、複合加工機２の第１主軸９及び第２主軸１１の回転を制御して、ねじ軸Ｗを初期の回転位置として設定された角度位置に割り出した後、画像入力部１１６を介して、第１撮像カメラ１１１から第１の画像を入力すると共に、第２撮像カメラ１１２から第２の画像を入力する。ついでねじ軸Ｗを、その軸線を中心として１８０°反転させた後、第１撮像カメラ１１１から第３の画像を入力する。

【０１０１】

そして、入力された第１の画像、第２の画像及び第３の画像に基づいて、寸法算出部１１８により、上述した処理によって、ねじ溝のピッチＰ及び有効径Ｄが算出され、算出されたねじ溝のピッチＰ及び有効径Ｄが前記出力装置５に出力される。

【０１０２】

尚、ねじ軸測定装置１１０による測定の結果、ねじ溝のピッチＰ、有効径Ｄが所定の寸法に仕上がっておらず、その修正が可能な場合には、前記研削ユニット４０を用いた修正加工を行うことができる。

【０１０３】

また、本例の複合加工装置１では、上述したように、図２３及び図２４に示した研削砥石ＴＧを用いて、軸状ワークＷの外周面及び端面の研削加工を行うことができる。外周面の加工を行う場合、上述した定寸装置９０を用いて、測定ヘッド９１により加工外径を測定しながら研削加工を行うことができる。

【０１０４】

以上のように、本例の複合加工装置１によれば、ねじ軸のねじ溝の加工を汎用の一台の複合加工装置１によって加工することができるので、工程ごとに設定された複数の専用加工機を用いて加工していた従来に比べて、その初期の設備費用を削減することができ、ひいては、ねじ軸の製造コストの低廉化を図ることができる。

【０１０５】

また、第１チャック２０及び第２チャック２５による１回の把持によってねじ溝の荒切削加工、仕上切削加工、及び研削加工を行うことができるので、複数回の把持の繰り返しによって、加工精度が悪化するのを防止することができる。

【０１０６】

また、長尺の軸状ワークＷを一組の振れ止め装置７２によってクランプした状態で、ねじ溝の荒切削加工、仕上切削加工、及び研削加工を行うことができるので、安定した加工を実現することができ、その結果、ねじ溝を高精度に加工することができる。

【０１０７】

そして、ねじ溝の研削加工を、前記研削ユニット４０を用いて加工するようにしたので、汎用される複合加工機２を用いて、当該研削加工を行うことができる。そして、この研削ユニット４０を収容装置６０に収容し、研削加工を行うときにのみ、この収容装置６０から当該研削ユニット４０を取り出して使用するようにしたので、他の加工を行う際に、この研削ユニット４０が邪魔になることがなく、一連の加工を効率的に行うことができる。また、研削ユニット４０に接続される保護チューブ５６には常にテンションが付与され

10

20

30

40

50

ているので、当該保護チューブ 56 が研削ユニット 40 の移動の障害になるのが防止される。

【0108】

また、本例では、汎用の複合加工機 2 に定寸装置 90 を設けているので、軸状ワーク W（或いはねじ軸 W）の外周面を研削加工する場合に、この定寸装置 90 を用いて当該研削加工を行うことのできる、当該研削加工を高精度且つ効率的に行うことができる。

【0109】

また、本例の複合加工装置 1 では、加工したねじ軸 W のねじ溝の精度を、ねじ軸測定装置 110 により機上で測定することができるので、ねじ溝が所定の寸法に仕上がっていない場合に、その修正が可能な場合には、研削ユニット 40 を用いた修正加工を行うことができる。そして、このようにすることで、高精度なねじ軸 W を効率的に製造することができる。

【0110】

以上、本発明に係る一実施形態について説明したが、本発明が採り得る具体的な態様は何らこれに限定されるものではない。

【0111】

例えば、上例のねじ軸測定装置 110 では、ねじ溝の輪郭が明瞭になった画像を得るために、第 1 照明装置 113 及び第 2 照明装置 114 を、ねじ軸 W を挟んで第 1 撮像カメラ 111 及び第 2 撮像カメラ 112 とは反対側に設けたが、これに限られるものではなく、ねじ溝の輪郭がある程度明瞭な画像を得ることができれば、第 1 照明装置 113 及び第 2 照明装置 114 を第 1 撮像カメラ 111 及び第 2 撮像カメラ 112 と同じ側に設けても良い。

【0112】

また、上例のねじ軸測定装置 110 では、2 つの第 1 撮像カメラ 111 及び第 2 撮像カメラ 112、並びに 2 つの第 1 照明装置 113 及び第 2 照明装置 114 を設けた構成としたが、これに限られるものではなく、撮像カメラが、ねじ軸 W の径方向全体を撮像する視野を有するものであれば、1 つの撮像カメラを備えていれば良く、この場合、撮像カメラに対応した 1 つの照明装置が備えられていれば良い。

【0113】

そして、この場合、前記測定動作制御部 117 は、前記複合加工機制御部 4 を介し複合加工機 2 の第 1 主軸 9 及び第 2 主軸 11 の回転を制御して、ねじ軸 W を初期の回転位置として設定された角度位置に割り出した後、前記画像入力部 116 を介して、撮像カメラからねじ軸 W の径方向の全体を含む第 1 の画像を入力する処理を行う。

【0114】

図 30 (a) に、入力される第 1 の画像を示しており、この図 30 (a) には、第 1 の画像におけるねじ軸 W の輪郭線を図示している。この第 1 の画像におけるねじ溝の輪郭画像において、上側の輪郭画像は、撮像カメラの光軸が前記一方側のねじ溝のリード角と一致しているため、正確なねじ溝の断面に相当する輪郭画像となっている。一方、下側の輪郭画像は、撮像カメラの光軸が他方側のねじ溝のリード角と一致していないため、ねじ溝の輪郭が歪んだ画像となっている。

【0115】

次に、測定動作制御部 117 は、前記複合加工機制御部 4 を介し前記複合加工機 2 の第 1 主軸 9 及び第 2 主軸 11 を回転させて、前記ねじ軸 W を、その軸線を中心として 180° 反転させた後、前記画像入力部 116 を介して、撮像カメラから、ねじ軸 W の径方向の全体を含む第 2 の画像を入力する処理を実行する。

【0116】

図 30 (b) に、撮像カメラによって撮像された第 2 の画像（ねじ軸 W の輪郭線）の内、前記一方側に位置するねじ溝の輪郭画像を示している。前記他方側のねじ溝は、これを前記一方側の領域に 180° 回転されることで、撮像カメラの光軸と当該他方側のねじ溝のリード角と一致した状態となるため、第 2 の画像における前記他方側のねじ溝の輪郭画

10

20

30

40

50

像は、正確なねじ溝の断面に相当する輪郭画像となる。

【0117】

前記寸法算出部118は、上記のようにして撮像された第1の画像に基づいて、前記一方側のねじ溝の輪郭を抽出した後、少なくとも隣接する2つのねじ溝の中心位置を算出して、当該隣接するねじ溝の中心位置の前記軸線に沿った方向の間隔であるピッチを算出すると共に、前記軸線を挟んで前記一方側とは反対側の他方側に位置するねじ軸の外周に対応した外周輪郭を抽出して、前記一方側のねじ溝の中心位置と前記他方側の外周輪郭との間の距離であって、ねじ軸Wの径方向の距離を算出する処理を行う。

【0118】

図30(a)において、撮像カメラにより撮像される画像はY a軸-Z a軸を基準軸とした座標系で表わされ、このY a軸-Z a軸座標系における原点は撮像カメラの撮像光軸と一致する。また、Y a軸はねじ軸の径方向（前記Y軸）と一致し、Z a軸はねじ軸の長手方向（前記Z軸）と一致している。前記寸法算出部118は第1の画像から抽出したねじ溝の輪郭形状に基づいて各ねじ溝の中心位置（Y a₁, Z a₁）、（Y a₂, Z a₂）を算出し、ついで、隣接するねじ溝の中心位置のZ軸方向の間隔をピッチP（=Z a₂-Z a₁）として算出する。また、寸法算出部118は、他方側に位置するねじ軸Wの外周に対応した外周輪郭を抽出して、前記一方側のねじ溝の中心位置と前記他方側の外周輪郭との間の距離であって、ねじ軸Wの径方向の距離（=Y a₁+Y a₃）を算出する処理を行う。但し、Y a₁=Y a₂

【0119】

次に、寸法算出部118は、上述のようにして撮像された第2の画像に基づいて、前記他方側のねじ溝の輪郭を抽出して、該他方側のねじ溝の中心位置を算出するとともに、ねじ軸Wの他方側の外周に対応した外周輪郭を抽出して、前記他方側のねじ溝の中心位置と前記他方側の外周輪郭との間の距離であって、ねじ軸Wの径方向の距離を算出する処理を行う。

【0120】

図30(b)において、前記寸法算出部118は抽出した他方側のねじ溝の輪郭形状から当該他方側のねじ溝の中心位置（Y a₄, Z a₄）を算出するとともに、ねじ軸Wの他方側の外周に対応した外周輪郭を抽出して、前記他方側のねじ溝の中心位置（Y a₄, Z a₄）と他方側の外周輪郭との間の径方向（即ち、Y a軸方向）の距離Δ（=Y a₄-Y a₅）を算出する。

【0121】

ついで、寸法算出部118は、得られた前記一方側のねじ溝の中心位置と前記他方側の外周輪郭との間の前記径方向の距離、及び前記他方側のねじ溝の中心位置と前記他方側の外周輪郭との間の前記径方向の距離に基づいて、ねじ溝の有効径を算出する処理を行う。

【0122】

図30(c)は、この処理を分かり易く説明するための説明図であり、図30(a)における下側の輪郭画像を、相互の外周輪郭が一致するように第2の画像（図30(b)）で置き換えたものである。即ち、図30(a)において、下側の輪郭画像における前記他のねじ溝の中心位置は、その外周輪郭からΔだけ半径方向にシフトした位置に在る。したがって、前記一方側のねじ溝の中心位置と前記他方側のねじ溝の中心位置との間の前記半径方向の距離で表わされる有効径Dは、図30(c)にも示すように、次式によって算出される。

$$D = Y a_1 + Y a_3 + \Delta$$

寸法算出部118は、この算出式によってねじ溝の有効径Dを算出する。

【0123】

また、上例では同じ構成を有する第1主軸台8及び第2主軸台10を設けた構成としたが、これに限られるものではなく、その一方を、単に前記軸状ワークWを回転可能に支持する支持装置としての心押装置としても良い。

【0124】

また、上例では、収容装置 60 に研削ユニット 40 を収容するようにしたが、これに限られるものではなく、この収容装置 60 には、切削加工や研削加工などに用いられる他の加工工具、レーザ加工ヘッド、並びに放電加工用のヘッド、更には、タッチプローブといった測定ツールなどのツールを収容するようにしても良い。そして、これらのツールにも線条部材、即ち、配線などのケーブル類、流体や粉体を供給するための配管、並びにこれらが内挿された保護チューブなどが接続される。

【0125】

また、上例では、押え部材 75 に V 字状溝 75a を設けたが、軸状ワーク W を十分に安定して挟持することができれば、この V 字状溝 75a を設けには及ばない。また、押え部材 75 を付勢するバネ体 81, 82, 83 はピストン 79 のクランプ力に応じて、適宜選択的に、或いは全てを省略しても良い。また、上例では、2 台の振れ止め装置 72 からなる振れ止めユニット 70 をタレット 16 に装着するようにしたが、これに限られるものではなく、単体の振れ止め装置 72 をタレット 16 に装着するようにしても良い。

【0126】

また、上例では、ミーリング工具 T_M を用いた切削によって軸状ワーク W にねじ溝を形成するようにしたが、これに限られるものではなく、所謂旋削によってねじ溝を形成するようにしても良い。

【0127】

繰り返しになるが、上述した実施形態の説明は、すべての点で例示であって、何ら制限的なものではない。当業者にとって変形および変更が適宜可能である。本発明の範囲は、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲内と均等の範囲内での実施形態からの変更が含まれる。

【符号の説明】

【0128】

- 1 複合加工装置
- 2 複合加工機
- 3 制御装置
- 4 複合加工機制御部
- 7 工具主軸
- 8 第 1 主軸台
- 9 第 1 主軸
- 10 第 2 主軸台
- 11 第 2 主軸
- 15 刃物台
- 16 タレット
- 20 第 1 チャック
- 22 把持爪
- 23 把持面
- 25 第 2 チャック
- 27 把持爪
- 28 把持面
- 30 ロータリドレッサ
- 31 渦流センサ
- 32 第 1 ポイントドレッサ
- 33 第 2 ポイントドレッサ
- 40 研削ユニット
- 41 ハウジング
- 45 回転軸
- 49 ロータ
- 50 ステータ

10

20

30

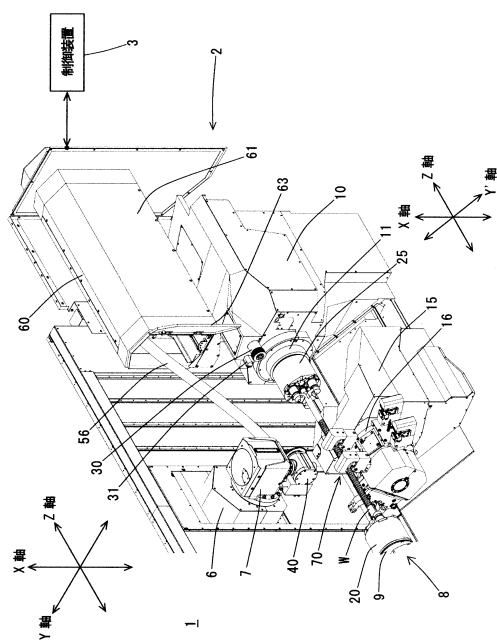
40

50

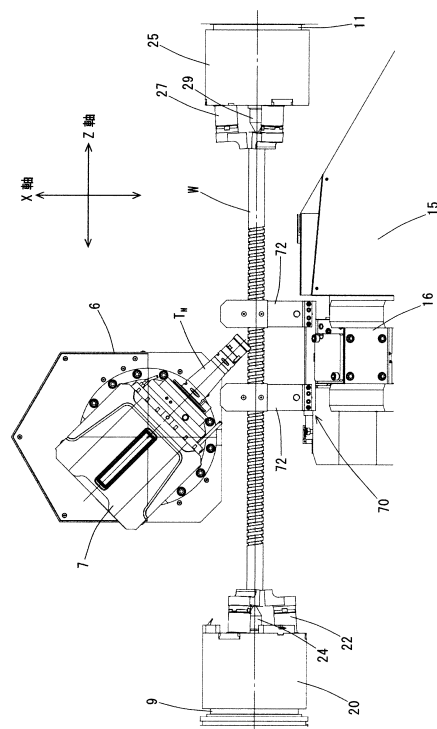
5 5	研削砥石	
6 0	収納装置	
6 1	収容体	
6 2	開閉機構	
6 3	蓋体	
6 5	プーリ	
6 6	スライド・付勢部	
6 7	進退機構	
6 7 a	ツール保持部	
7 0	振れ止めユニット	10
7 2	振れ止め装置	
7 3	基台	
7 4	受部材	
7 4 a	V字状溝	
7 5	押え部材	
7 5 a	V字状溝	
7 6	ガイドピン	
7 7	クランプ機構	
9 0	定寸装置	
9 1	測定ヘッド	20
9 2	測定子	
9 3	移送装置	
9 4	直線移送機構	
1 0 3	旋回機構	
1 0 4	回転軸	
1 0 5	旋回アーム	
1 0 6	アクチュエータ	
1 1 0	ねじ軸測定装置	
1 1 1	第1撮像カメラ	
1 1 2	第2撮像カメラ	30
1 1 3	第1照明装置	
1 1 4	第2照明装置	
1 1 5	画像入力部	
1 1 6	測定動作制御部	
1 1 7	寸法算出部	

【凶面】

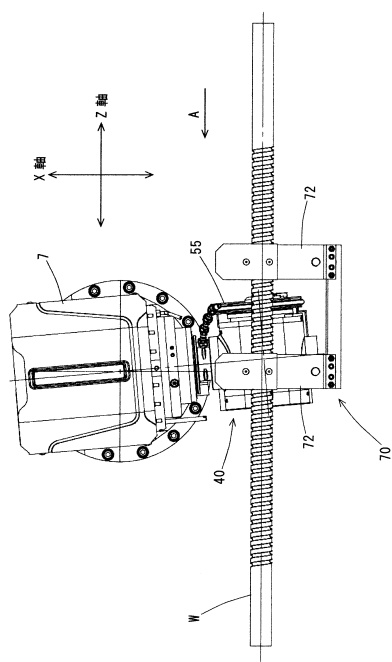
【図 1】



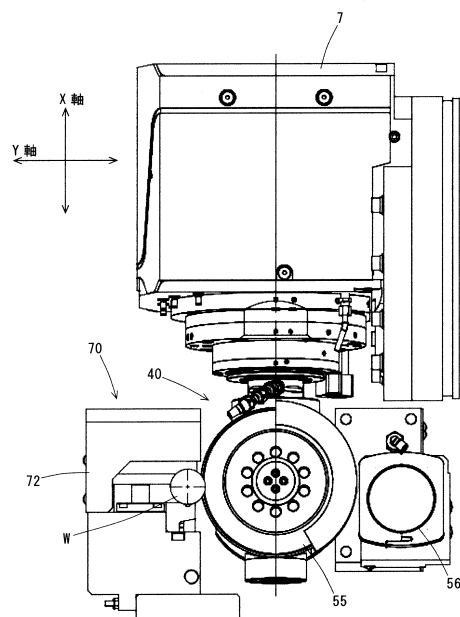
【圖 2】



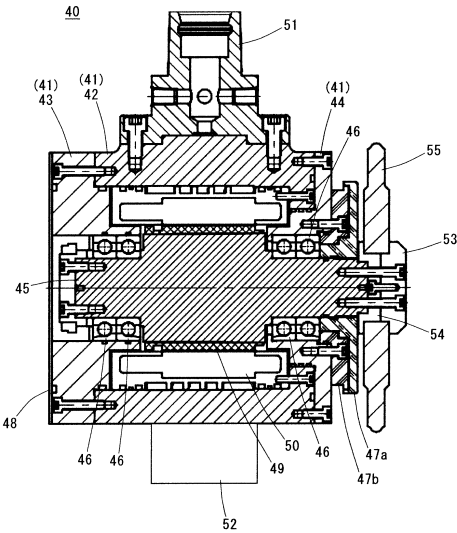
【図 3】



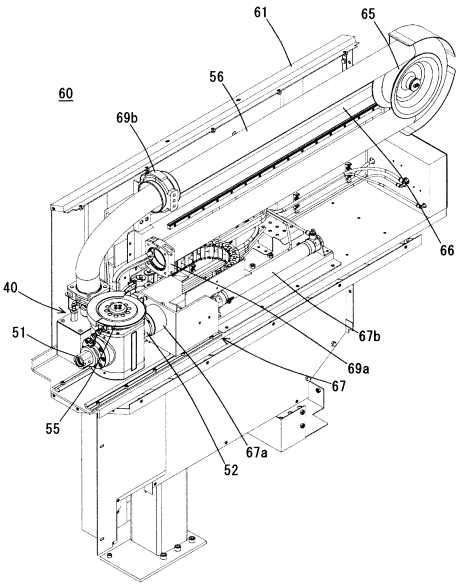
【図 4】



【図 5】



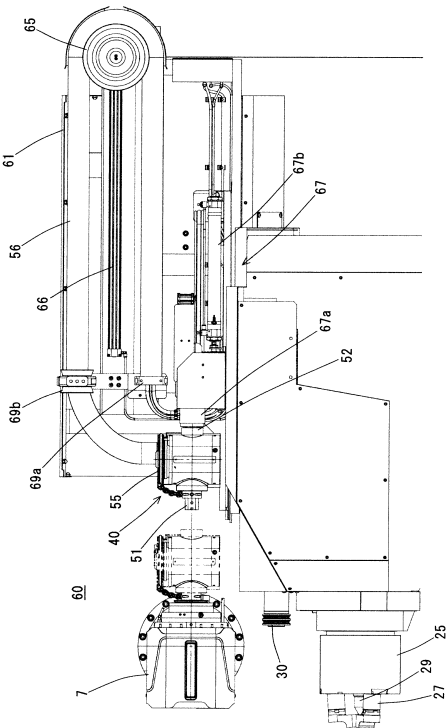
【図 6】



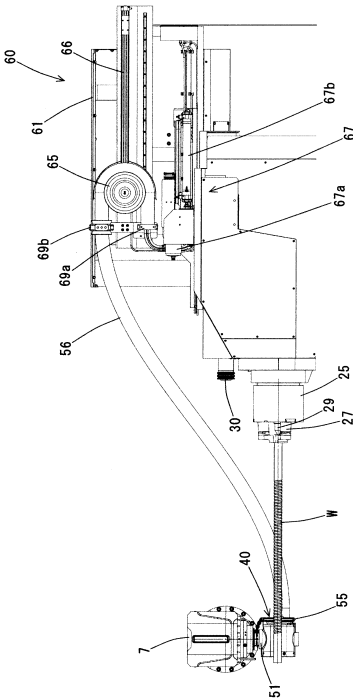
10

20

【図 7】



【図 8】

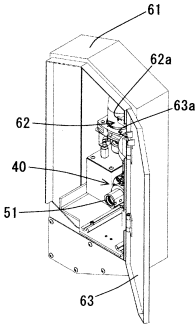


30

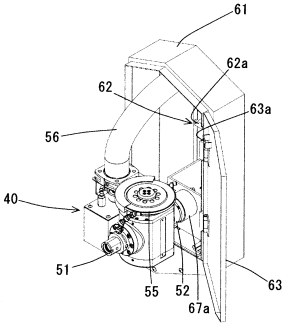
40

50

【図 9】

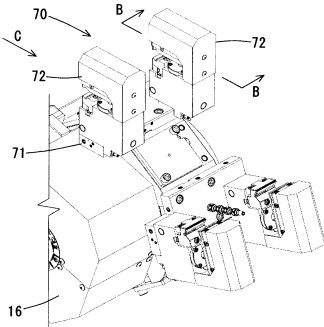


【図 10】

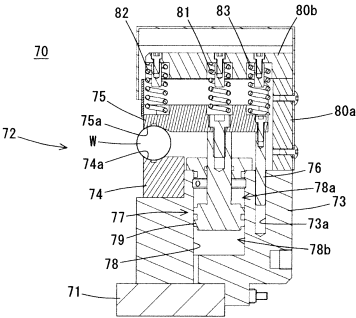


10

【図 11】



【図 12】



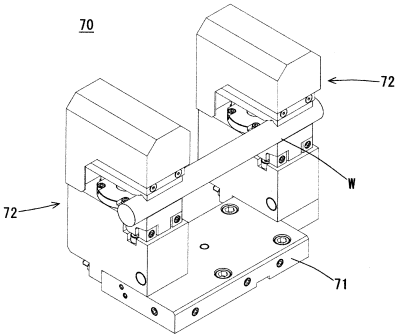
20

30

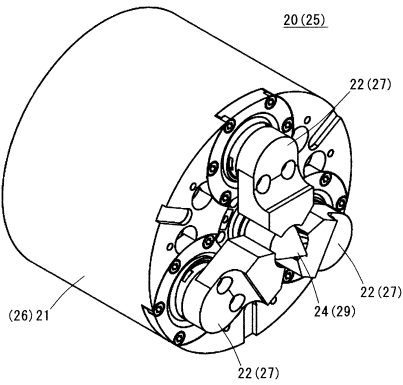
40

50

【図 1 3】



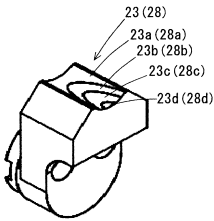
【図 1 4】



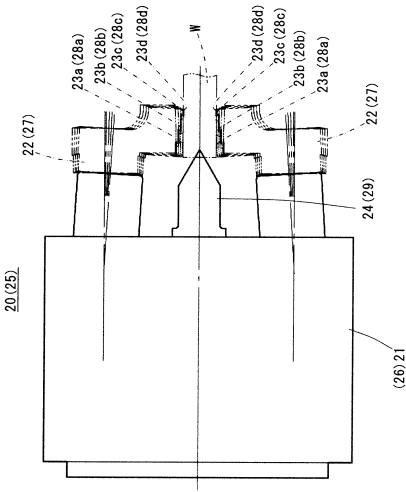
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

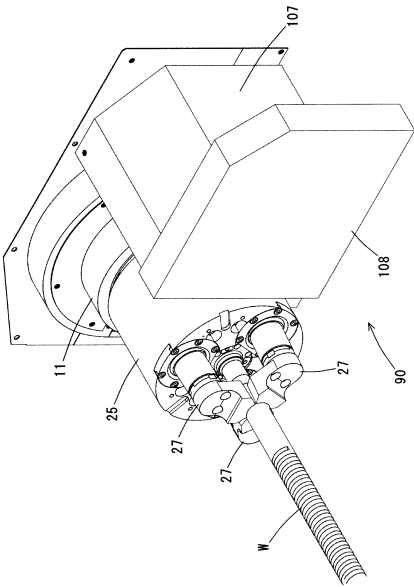


30

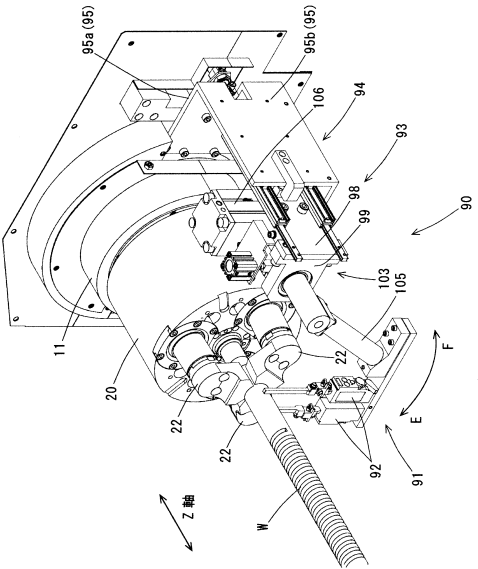
40

50

【図 17】



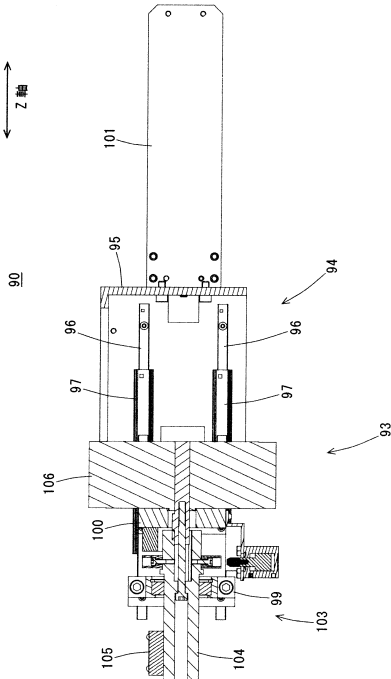
【図 18】



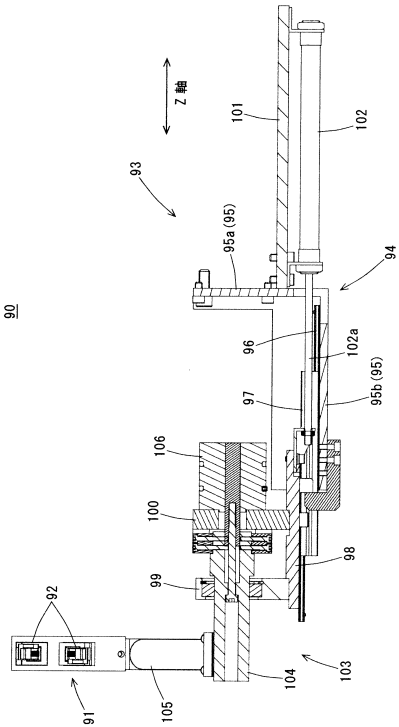
10

20

【図 19】



【図 20】

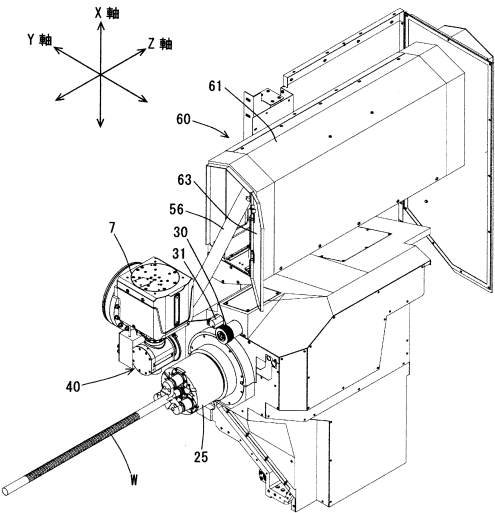


30

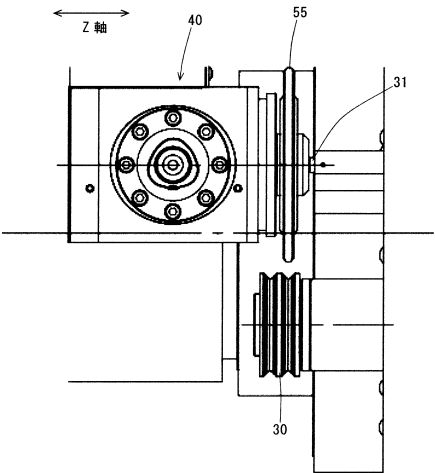
40

50

【図 2 1】



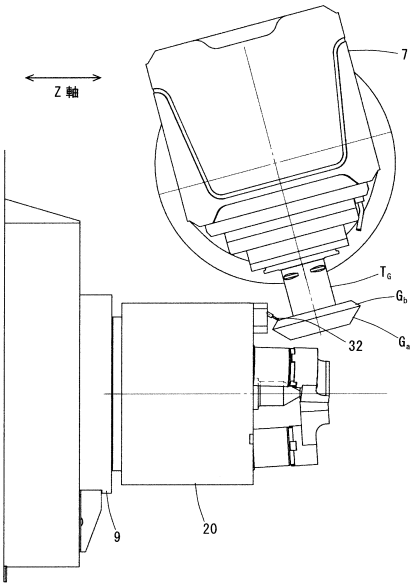
【図 2 2】



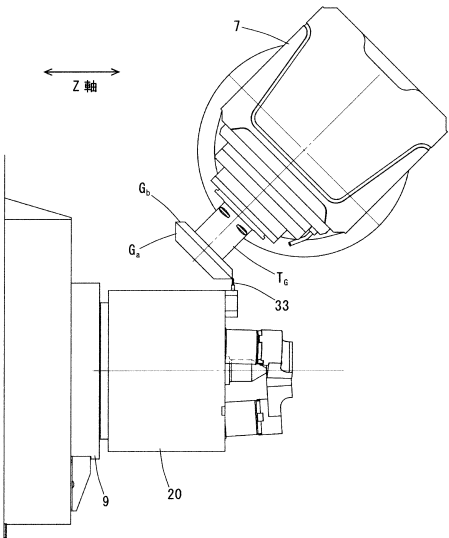
10

20

【図 2 3】



【図 2 4】

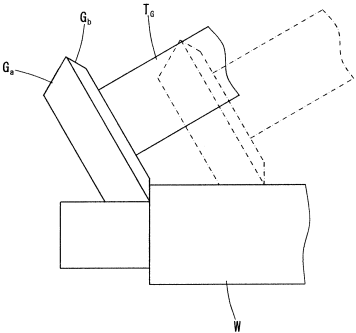


30

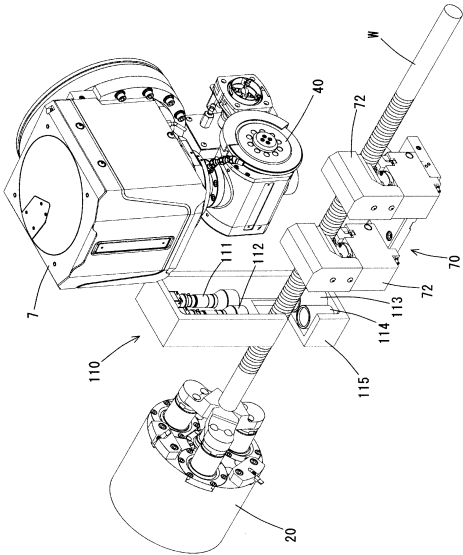
40

50

【図 2 5】



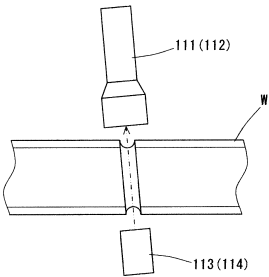
【図 2 6】



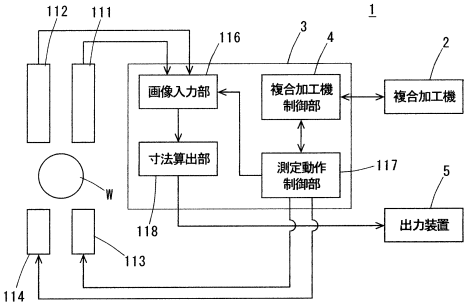
10

20

【図 2 7】



【図 2 8】

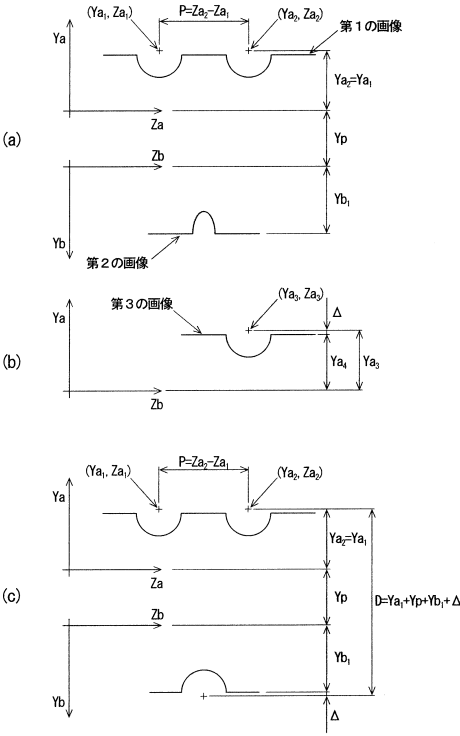


30

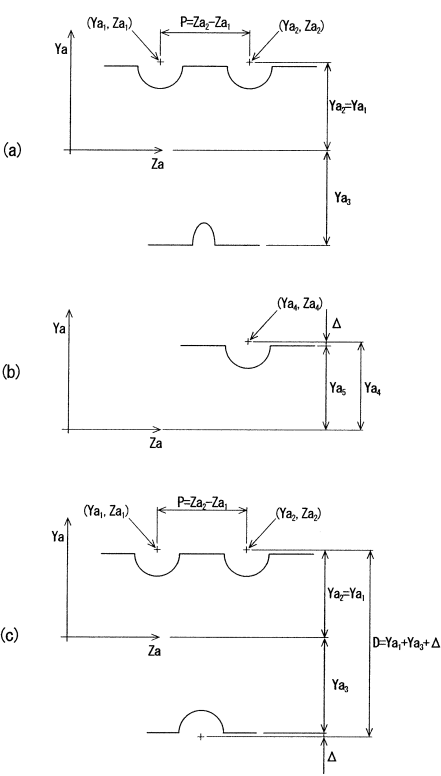
40

50

【図 29】



【図 30】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

DMG森精機株式会社内

(72)発明者 在田 寿和

奈良県大和郡山市北郡山町106番地 DMG森精機株式会社内

審査官 増山 慎也

(56)参考文献 特開平10-015766 (JP, A)

特開2017-001078 (JP, A)

特開平10-137995 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B23Q 3/155、157

B23Q 1/00

B23Q 11/08

B23B 3/22