

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

切削工具に対するワーク保持用のチャックの位置を撮像処理に基づいて検出する第 1 の位置検出手段と、

上記切削工具に対するワーク支持用の芯押軸の位置を撮像処理に基づいて検出する第 2 の位置検出手段と、

上記第 1 の位置検出手段および上記第 2 の位置検出手段によるそれぞれの画像データに基づき、上記チャックと上記芯押軸の軸心の傾き及び上記切削工具を移動させるスライダの傾きを示す上記切削工具における仮想移動軌跡の仮想データを演算し、この仮想データに基づいて上記切削工具の移動を制御する制御手段と、

を備える切削機械。

【請求項 2】

上記第 1 の位置検出手段は、被写体を撮像する第 1 の撮像手段と、上記第 1 の撮像手段の位置誤差を測定するため上記チャックに配置される基準ゲージと、上記チャックに一端が固定されると共に自由端が上記基準ゲージに対応するように配置され且つ上記基準ゲージの熱変位量の基準となる基準体とを備え、

上記第 2 の位置検出手段は、被写体を撮像する第 2 の撮像手段と、上記第 2 の撮像手段の位置誤差を測定するため上記芯押軸に配置される基準マークとを備え、

上記第 1 の撮像手段は、その光路における撮像位置での上記基準ゲージ及び上記基準ゲージに対応する上記基準体の上記自由端並びに上記撮像位置での切削工具を被写体として同一の撮像領域内に撮像すると共に、上記第 2 の撮像手段は、その光路における撮像位置での上記基準マーク及び上記撮像位置での上記切削工具を被写体として同一の撮像領域内に撮像することにより、上記仮想移動軌跡の仮想データを上記制御手段が上記第 1 の撮像手段の画像データ及び上記第 2 の撮像手段の画像データに基づいて演算する請求項 1 に記載の切削機械。

【請求項 3】

切削工具に対するチャックの位置を撮像処理に基づいて検出する第 1 の位置検出手段および上記切削工具に対する芯押軸の位置を撮像処理に基づいて検出する第 2 の位置検出手段の画像データを記録手段にそれぞれ記録し、

制御手段はこれらの画像データに基づいて上記チャックと上記芯押軸の軸心の傾き及び上記切削工具を移動させるスライダの傾きを示す上記切削工具における仮想移動軌跡の仮想データを演算すると共に、この仮想データに基づいて切削工具の移動を補正する上記切削機械の加工位置補正方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は例えば NC 旋盤などの切削機械に関し、特に切削工具などを画像処理することによって切削工具等の変位量を測定する切削機械及びその加工位置補正方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

例えば、特許文献 1 には、膨張率又は収縮率が不明な試料を所定温度にした際の変化量を基にして膨張率などを測定する測定装置が開示されている。この測定装置は、試料を所定温度に設定した上で、所定位置に位置決めされているレンズの通過光量における画像データを基にして上記試料の膨張率などを測定するものである。

【0003】

また、特許文献 2 には、被加工物であるワークを切削加工するバイト等の切削工具（以下、工具ともいう）をカメラで撮像し、その画像データに基づいて工具の破損や摩耗などの観察を行う工具観察方法において、被加工物の加工前または加工後の少なくとも一方で工具を回転又は移動させてその画像データを複数取り込み、当該複数の画像データの中か

10

20

30

40

50

ら焦点が合った画像データを選択的に用いて工具の破損や摩耗などの観察を行う工具観察方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平4-353751号公報

【特許文献2】特開2001-269844号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

特許文献1は、試料の膨張率又は収縮率を測定する装置であり、試料の温度を測定するものではない。また、特許文献2のようにカメラを用いて、工具先端を画像処理して工具を観察する装置であっても、カメラ自身及びカメラ保持ブラケットの熱変位などに対する精度維持は困難である。即ち、カメラが僅かに傾いただけでも、その測定誤差がカメラと被検出工具との距離に応じて幾何学的に拡大され、測定精度が落ちるためである。従って、上記特許文献2の従来を切削機械に適用した場合、本来の目的であるワークに対するバイトの摩耗量や変位量を精度良く測定することは困難であった。

【0006】

特に、長尺のワークを加工する場合には、このワークを2点で支持するチャック及び芯押台（芯押軸と同義）の距離が長くなる。そのため、加工寸法の誤差が生じ易くなるので、加工精度が低下する。図11(A)～(C)に示すように、例えば図示しないカメラの基準となる基準点をチャックの外縁に設ける場合、長尺のワークではチャックからZ方向へ離間する。即ち、図11(A)に示すように、ワークの軸心と、チャック及び芯押軸の軸心とが全て一致する場合は、ワークを精度良く加工し得る。

20

【0007】

一方、図11(B)に示すように、チャックを含む切削機械自体が熱変位などにより、芯押軸がX方向へ相対的に変位する場合、ワークの他端（芯押軸側の端縁）へ向かって先細り状に切削され、不良品となる。また、図示しないターレット装置をX方向またはZ方向へ移動させるX軸スライダおよびZ軸スライダ（NCスライダともいう）を含む切削機械自体が熱変位などによって、NCスライダが右上がりの傾きに変位する場合、図11(C)に示すように、ワークの他端へ向かって先太り状に切削され、不良品となる。なお、図11(B)及び図11(C)は視覚にて把握し易いように図示しているが、実際には変位および傾きは微小である。

30

【0008】

本発明は、チャックに対する芯押軸等の変位量を精度良く検出し得る切削機械及びその加工位置補正方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る切削機械は、切削工具に対するワーク保持用のチャックの位置を撮像処理に基づいて検出する第1の位置検出手段と、上記切削工具に対するワーク支持用の芯押軸の位置を撮像処理に基づいて検出する第2の位置検出手段と、上記第1の位置検出手段および上記第2の位置検出手段によるそれぞれの画像データに基づき、上記チャックと上記芯押軸の軸心の傾き及び上記切削工具を移動させるスライダの傾きを示す上記切削工具における仮想移動軌跡の仮想データを演算し、この仮想データに基づいて上記切削工具の移動を制御する制御手段と、を備える。

40

【0010】

なお、上記第1の位置検出手段は、被写体を撮像する第1の撮像手段と、上記第1の撮像手段の位置誤差を測定するため上記チャックに配置される基準ゲージと、上記チャックに一端が固定されると共に自由端が上記基準ゲージに対応するように配置され且つ上記基準ゲージの熱変位量の基準となる基準体とを備え、上記第2の位置検出手段は、被写体を

50

撮像する第 2 の撮像手段と、上記第 2 の撮像手段の位置誤差を測定するため上記芯押軸に配置される基準マークとを備えようとしても良い。

【 0 0 1 1 】

そして、上記第 1 の撮像手段は、その光路における撮像位置での上記基準ゲージ及び上記基準ゲージに対応する上記基準体の上記自由端並びに上記撮像位置での切削工具を被写体として同一の撮像領域内に撮像すると共に、上記第 2 の撮像手段は、その光路における撮像位置での上記基準マーク及び上記撮像位置での上記切削工具を被写体として同一の撮像領域内に撮像することにより、上記仮想移動軌跡の仮想データを上記制御手段が上記第 1 の撮像手段の画像データ及び上記第 2 の撮像手段の画像データに基づいて演算する。

【 0 0 1 2 】

また、本発明に係る切削機械の加工位置補正方法は、切削工具に対するチャックの位置を撮像処理に基づいて検出する第 1 の位置検出手段および上記切削工具に対する芯押軸の位置を撮像処理に基づいて検出する第 2 の位置検出手段の画像データを記録手段にそれぞれ記録し、制御手段はこれらの画像データに基づいて上記チャックと上記芯押軸の軸心の傾き及び上記切削工具を移動させるスライダの傾きを示す上記切削工具における仮想移動軌跡の仮想データを演算すると共に、この仮想データに基づいて切削工具の移動を補正する。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 3 】

本発明に係る切削機械及びその加工位置補正方法では、第 1 の位置検出手段および第 2 の位置検出手段の画像データに基づき、切削工具における仮想移動軌跡の仮想データを演算すると共に、この仮想データに基づいて切削工具の移動を補正する。ここで、仮想移動軌跡は、切削工具の原点から被加工物（ワーク）の軸心へ向かって移動する移動量を考慮し、且つチャックと芯押軸の軸心の傾き及びスライダの傾きをもって切削工具が移動するであろう軌跡である。即ち、仮想移動軌跡は、チャックと芯押軸の軸心の傾き及びスライダの傾きを示す仮想線である。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る切削機械及びその加工位置補正方法においては、切削工具の仮想移動軌跡に関する仮想データ（傾き角度データを含む）に基づき、制御手段はチャックと芯押軸の軸心の傾き及びスライダの傾きを補正するように長尺のワークを加工する。即ち、制御手段は、長尺ワークに対し、仮想移動軌跡の仮想データに基づいて切削工具を補正しながら加工する。従って、本発明に係る切削機械及びその加工位置補正方法によれば、切削工具における仮想移動軌跡の仮想データを精度良く検出し得るので、長尺のワークを切削する場合でも加工精度が向上する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 本発明に係る実施例 1 の単軸タイプのターレット旋盤を示す正面図である。

【 図 2 】 図 1 に示すターレット旋盤の主要部を示す側面図である。

【 図 3 】 図 2 に示す撮像装置に関する図であり、(A) はその撮像装置の端面図、(B) はそのシャッターの平面図である。

【 図 4 】 図 3 (A) に示す撮像装置が隔壁に配置されている状態を示す端面図である。

【 図 5 】 図 1 に示す一对の撮像装置でそれぞれの被写体を撮像する時の位置関係を説明する図である。

【 図 6 】 図 5 の 6 - 6 線の矢視図である。

【 図 7 】 テストカット時の補正アルゴリズムを説明する図である。

【 図 8 】 図 1 に示すターレット旋盤のブロック図である。

【 図 9 】 チャックに関する変形例を示す図である。

【 図 1 0 】 図 9 の側面図である。

【 図 1 1 】 ワークの加工状態を示す図であり、(A) は変位および傾きが無い状態を示す図、(B) または (C) は変位または傾きがある状態を示す図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明を実施するための形態について、具体化した一実施例を説明する。

【実施例1】

【0017】

以下、図1乃至図8に基づいて、本発明の一実施形態である切削機械及びその加工位置補正方法について説明する。なお、実施例1の切削機械であるNC旋盤は、単軸タイプのターレット旋盤（以下、単に旋盤という）Sとして説明する。

【0018】

（旋盤Sの概略構成）

図1に示すように、旋盤S内には、軸線がZ軸方向と平行になるように固定された主軸台10と、Z軸方向に平行な方向及びZ軸方向と直交し垂直方向に対し60度後方に傾斜したX軸方向に平行な方向に移動可能なターレット装置20とが対向するように配置されている。主軸台10には、主軸11がZ軸方向と平行な軸線の回りに回転可能に支持されている。主軸11は、図示しない主軸駆動モータによって回転駆動されるようになっている。主軸11のターレット装置20側の先端部には、被加工物であるワークWを把持するチャック12が取り付けられている。このような構成の主軸台10及び主軸駆動モータは、ベッド13上に配置されている。

【0019】

ターレット装置20には、取付台であるターレット刃物台（以下、単に刃物台という）21がZ軸方向と平行な軸線の回りに回転割出し可能に設けられている。刃物台21上には、複数の切削工具25, 26（図8参照）が円周上等角度間隔に取り付けられている。このような構成のターレット装置20は、X軸方向およびZ軸方向へスライド可能に配置されている。

【0020】

即ち、ターレット装置20は、図8に示すNCテーブル（ターレット装置20をX方向またはZ方向へ移動させるX軸スライダおよびZ軸スライダを搭載するテーブル）のNCモータ52によってボールねじ機構（図示省略）を介して移動する。ここで、X軸スライダおよびZ軸スライダをNCスライダともいう。なお、図1に示すように、ターレット装置20は、固定配置された主軸台10に対して移動する。一方、刃物台21は、図8に示すターレットモータ54によって回転駆動する。

【0021】

図1に示すように、旋盤S内には、主軸台10とターレット装置20を覆うカバー14が設けられ、カバー14内には、主軸台10側とターレット装置20側と仕切る隔壁15が設けられている。この隔壁15は、刃物台21上の図9に示す切削工具25, 26によってチャック12に把持されたワークWの外周または端面などを切削加工する際に、飛散する切削粉や切削液などが主軸台10などに付着しないようにするために設けられている。即ち、この隔壁15で仕切られた主軸台10側が隔離ゾーンS1となっており、ターレット装置20側が加工ゾーンS2となっている。

【0022】

主軸11は隔壁15に設けられた孔から加工ゾーンS2側に突き出され、その主軸11の先端にチャック12が取り付けられている。図2及び図5に示すように、チャック12の外周から若干突出するように配置される基準ゲージ18は、後述する撮像装置27の位置誤差を測定するものであり、図9に示す内径加工バイト25と外径加工バイト26の両方に共通して使用する。この基準ゲージ18は、切粉などによる磨耗を防止するため、熱処理済みの鋼で成形される。

【0023】

なお、基準ゲージ18はチャック12の外周面からの突出量が小さいので、チャック12が回転する際の基準ゲージ18の回転範囲が少ない。また、基準ゲージ18をチャック12に固定しているので、撮像する際の位置合わせが容易となる。更に、チャック12の

10

20

30

40

50

同軸線上には、長尺のワークWL（図5参照）を支持する芯押台88（図1の2点鎖線参照）がターゲット装置20側にスライド可能に配置されている。図5及び図6に示すように、この芯押台88は円柱状の芯押軸89を摺動可能に軸支しており、芯押軸89の先端には円錐状のセンタ90が配置されている。

【0024】

（撮像装置27及び68に関する構成）

図5に示すように、旋盤S内には、一对の撮像装置27及び68がスライド可能に配置されている。先ず、チャック12側に配置される撮像装置27について、説明する。図1及び図2に示すように、撮像装置27は、隔離ゾーンS1と加工ゾーンS2との間すなわち隔壁15を介してスライド可能に配置されている（図4及び図5参照）。この撮像装置27は、被写体となる切削工具（以下、バイトともいう）25, 26の例えば図9に示すチップ25A, 26A（バイト等のチップでない切削工具のときは刃先）などを撮像する。

10

【0025】

即ち、撮像装置27は、チップ25A, 26Aなどを撮像する際には加工ゾーンS2側へスライドし、撮像が終了すると隔離ゾーンS1側へスライドする。また、撮像装置27は二系列の撮像を可能としており、例えば図9に示すB枠の領域でチップ25Aを撮像すると略同時にA枠の領域で基準ゲージ18及びインパー体86の先端86Aを撮像する。なお、撮像装置27で撮像した画像データは、図8に示すCPU60へ出力するように構成されている。そして、CPU60は、チップ25A, 26Aの変位などを照合・演算し、それらの結果に基づいて切削工具の加工位置を補正する。

20

【0026】

図3(A)に示すように、撮像装置27の筐体27Aは撮像スペース（レンズ室ともいう）28A及び防塵スペース（シャッタ室ともいう）28Bに区画されている。具体的には、角筒状の筐体27Aのレンズ室28Aには、例えば500万画素のカメラ（撮像素子であるCCD30Aを含む）30と、撮像レンズ体29と、フルミラー31Aと、ハーフミラー31Bとが収納されている。

このハーフミラー31Bは、撮像レンズ体29及びフルミラー31Aの間に配置されており、入射する被写体光を一部反射し一部透過するミラーである。

【0027】

上述したフルミラー31Aとハーフミラー31Bは、それぞれの撮像光学系の視野が同一サイズとなるように配設している。即ち、それぞれの被写体を交互に撮像できるように、フルミラー31A及びハーフミラー31Bは配設されている。例えばフルミラー31Aで図3(A)の2点鎖線に示す被写体（チップ）23Aを撮像する際にはハーフミラー31Bの光路を遮断し、ハーフミラー31Bで被写体（チップ）24Aを撮像する際にはフルミラー31Aの光路を遮断するように構成している。

30

【0028】

従って、カメラ30の撮像レンズ体29と2つの被写体（例えばバイト23, 24など）との間の光路を一对のミラー31A及び31Bでそれぞれ直角に屈曲させ、1つの視野領域（撮像領域と同義）の範囲で被写体を撮像する。そして、図3に示すように、1つの視野領域で例えばバイト23のチップ23Aを先ず撮像し、且つ上記撮像後に1つの視野領域でバイト24のチップ24Aを引続き撮像する。

40

【0029】

レンズ室28A及びシャッター室28Bの間には、焦点合わせレンズ33がフルミラー31Aに対応する光路上に、透明の防護ガラス34がハーフミラー31Bに対応する光路上にそれぞれ配置されている。ここで、焦点合わせレンズ33は、2系列の焦点距離LA（例えば100mm）を合わせるものである。

【0030】

また、レンズ室28A及びシャッター室28Bの間には孔27Bが形成されており、この孔27Bからシャッター室28Bへ圧縮空気（以下、エアーともいう）が送られる。即

50

ち、常時シャッター室 28B は、レンズ室 28A よりも低い加圧状態たとえば +0.11 MPa に加圧されている。従って、シャッター室 28B が加圧されているので、クーラント液または切粉などが、シャッター室 28B へ流入するのを防止する。なお、レンズ室 28A には図示しないエア-接続口が配置されており、このエア-接続口およびコンプレッサ（図示省略）の間はコンプレッサで生成されるエア-を供給するエア-通路となっている。そして、後述するシャッター 38 又は 39 を開放する前から閉鎖完了までの間、エア-をレンズ室 28A へ噴出し続ける。

【0031】

シャッター室 28B の焦点合わせレンズ 33 及び防護ガラス 34 に対向する部位には、開口 27C 及び 27D がそれぞれ形成されている。切換手段であるシャッター 38 及び 39 は、筐体 27A とその支持片 27E 間にスライド可能に配置されており、開口 27C または 27D を開閉する。即ち、上述した光路を遮断するシャッター 38 または 39 は、上述したエア-通路のエア-を用いて、スライドするように構成されている。また、支持片 27E には、開口 27F 及び 27G が、開口 27C 及び 27D に対向するように形成されている。

10

【0032】

図 3 (B) に示すように、シャッター 38 はその平面形状が帯状となっており、シャッター 39 はその平面形状が略 L 字状となっている。そして、シャッター 38 及び 39 は、開口 27G 及び 27F に対向するよう移動し、開口 27C 及び 27D を開閉する。即ち、シャッター 38 及び 39 は、それぞれの光路を開放し、図 3 に示す被写体となる切削工具 24 のチップ 24A（図面では 2 点鎖線で示す）をカメラ 30 で撮像する。そして、シャッター 38 及び 39 は、クーラント液または切粉などがシャッター室 28B へ流入するのを防止するために、閉止している。また、シャッター 38 及び 39 は、常には光路を閉止しており、且つ同時に光路を開放しない。

20

【0033】

引続き、図 5 に示すように、芯押台 88 側に配置される撮像装置 68 について、説明する。この撮像装置 68 は一列の撮像のみを対象としているので、ミラーはフルミラー 31A のみが配置されている。即ち、図 3 に示す二系列の光学構成を一列の光学構成とする以外は撮像装置 27 に示す構成と同様であるので、同一番号を付して詳細説明は省略する。なお、図 5 に示すシャッター 69 は、図 3 (B) のシャッター 38 と同様に、その平面形状が帯状すなわち長尺状の平板となっている。

30

【0034】

図 5 に示すように、撮像装置 68 および芯押台 88 の芯押軸 89 は連結棒 70 で連結され、両者が同期して動作するようになっている。即ち、芯押台 88 は、長尺ワーク WL を取外す際に、退避方向（チャック 12 側とは逆方向）へスライドする。そのため、連結棒 70 で芯押台 88 と連結する撮像装置 68 も同期して退避する。なお、本実施例では、連結棒 70 等の連結手段を用いず、撮像装置 68 および芯押台 88 を別々に動作させるように構成しても良い。この場合、撮像装置 68 とターレット装置 20 に搭載するバイト等との干渉が防止され、且つ切削作業中における撮像装置 68 の視覚障害を回避し作業性が向上する。

40

【0035】

また、図 6 に示すように、芯押軸 89 には、平面形状が等脚台形の基準マーク 91 が、連結棒 70 に対して 90 度の角範囲をもって突設されている。この基準マーク 91 は、図 5 に示す撮像装置 68 の位置誤差を測定するものであり、外径加工バイト 26（図 6 参照）または内径加工バイト 25（図 6 では図示省略）の両方に共通して使用する。なお、基準マーク 91 は、切粉などによる磨耗を防止するため、熱処理済みの鋼で成形される。また、基準マーク 91 を芯押軸 89 から突設しているため、撮像する際の位置合わせが容易となる。

【0036】

そして、図 6 に示すように、基準マーク 91 とバイト 26 のチップ 26A とが、撮像装

50

置 6 8 の視野領域に収めて撮像（一望視と同義）できるように、バイト 2 6 を移動させる。即ち、バイト 2 6 は、チップ検出時に撮像装置 6 8 の一望視 C エリア（図中では「C 枠」という）内の所定位置に移動するように予め設定されている。

【 0 0 3 7 】

本実施例では、基準マーク 9 1 とバイト 2 6 のチップ 2 6 A とを一望視できるので、撮像装置 6 8 の停止位置精度が低くても、高い認識精度が得られる。図 1 及び図 5 に示すように、撮像装置 2 7 及び 6 8 の各ミラー 3 1 A 及び 3 1 B（図 5 参照）に対向する光路上の位置には、照明用の光源 4 3 乃至 4 5 がそれぞれ配置されている。これらの光源 4 3 乃至 4 5 は、例えば発光 LED など構成されている。なお、光源 4 5 は、芯押軸 8 9 の移動範囲に亘り対応し得るような長尺の発光面となっている。また、光源 4 3 乃至 4 5 において、例えばミラー等を用いることにより、いずれかの光源 4 3 乃至 4 5 を不要にできるようにしても良い。

10

【 0 0 3 8 】

（撮像装置 2 7 のスライド機構に関する概略構成）

図 1 及び図 4 に示すように、撮像装置 2 7 は、隔壁 1 5 の所定箇所に配置されており、図示しないスライド機構（例えばエア通路のエアで作動するシリンダ等）が連結されている。そのため、上述したように撮像装置 2 7 は、隔離ゾーン S 1 と加工ゾーン S 2 との間をスライドし、切削加工直前には加工ゾーン S 2 から隔離ゾーン S 1 へ後退する。撮像装置 2 7 を後退させる理由は、切削加工のターレット装置 2 0 に搭載するバイト等との干渉を防止すると共に、撮像装置 2 7 が切削作業中における作業者の視覚障害を回避し作業性を向上させるためである。

20

【 0 0 3 9 】

また、図 4 に示すように、撮像装置 2 7 と隔壁 1 5 との間には、合成樹脂製（例えばウレタンゴム製）のシールカバー 4 0 が配置されている。即ち、撮像装置 2 7 は、シールカバー 4 0 に嵌め込まれる状態で保持されている。このシールカバー 4 0 には、スライド時の撮像装置 2 7 が加工ゾーン内の切粉を挟んだりするのを防止すると共に、クーラント液が隔離ゾーン S 1 内へしみ込むのを防止するものである。

【 0 0 4 0 】

更に、撮像装置 2 7 の回りを囲うような導口 4 0 A が開口されている。そして、エアは図示しないエア通路から導口 4 0 A へ送出し（図 4 の矢印参照）、撮像装置 2 7 とシールカバー 4 0 との隙間からエアが吹き出るようになっている（図 4 の太線矢印参照）。なお、撮像装置 2 7 が隔離ゾーン S 1 へ後退している位置（図 4 の実線に示す待機位置）では、撮像装置 2 7 の先端（シールカバー 4 0 に対向する部位）が、シールカバー 4 0 より若干加工ゾーン S 2 へ突出する状態あるいは面一になるように予め設定されている。

30

【 0 0 4 1 】

（チャックに関する概略構成）

図 5 に示すように、チャック 1 2 の外周側には、基準体であるインバー体 4 7 が、上述した基準ゲージ 1 8 に対向するように配置されている。即ち、インバー体 4 7 の先端 4 7 A と基準ゲージ 1 8 とバイト 2 6 のチップ 2 6 A とが、撮像装置 2 7 の視野領域に収めて撮像（一望視）できるように、バイト 2 6 を移動させる。即ち、バイト 2 6 または 2 5 は、チップ検出時に撮像装置 2 7 の一望視 A エリア（図 7 及び図 9 では「A 枠」という）または一望視 B エリア（図 9 では「B 枠」という）内の所定位置に移動するように予め設定されている。

40

【 0 0 4 2 】

図 5 に示すインバー体 4 7 は、旋盤 S（図 1 参照）を構成する熱処理済み鋼と比較して熱膨張率が小さい材料（例えば不変鋼であるインバー又は熱膨張率が鉄の 2 倍であるアルミニウム等）を用いて、例えば角柱状に形成している。そして、インバー体 4 7 は、その一端を図示しない締結部材（ボルトなど）で固定している。そのため、飛び出し防止用のストッパ（図示省略）は、インバー体 4 7 の自由端側にインバー体 4 7 と若干離間した状態で配置されている。

50

【 0 0 4 3 】

また、チャック 1 2 には、複数個の爪 1 2 A が所定の角範囲をもって配置されている。そして、爪 1 2 A は、長短複数種類のワーク W (図 1 参照) または W L (図 5 乃至図 7 参照) を、挟み保持する。そして、図 5 乃至図 7 に示す長尺のワーク W L では、その一端をチャック 1 2 で保持し、他端を芯押台 8 8 で支持する。なお、チャック 1 2 には、振動防止用のカウンタウエイト 7 2 が、インバー体 4 7 の配置場所の反対側に配置されている。

【 0 0 4 4 】

(旋盤 S の制御系に関する構成)

旋盤 S (図 1 参照) は、図 8 に示すように、CPU 6 0 と、不揮発性メモリである ROM 6 2 , RAM 6 4 と、NC テーブル 5 0 に配置されるモータドライバ 5 1 , NC モータ 5 2 と、ターレット装置 2 0 に配置されるモータドライバ 5 3 , ターレットモータ 5 4 と、操作部 5 6 と、表示部 5 7 と、ブザー 5 8 と、を備える。制御手段および補正手段である CPU 6 0 は、旋盤 S の全体的な動作を司り、たとえば操作部 5 6 に配置される操作キーが操作された場合に、その操作に基づく処理を行う。また、CPU 6 0 には位置検出手段および撮像手段の一部を構成する一対のカメラ 3 0 がそれぞれ接続されており、カメラ 3 0 で撮像された画像データが CPU 6 0 へそれぞれ入力される。

10

【 0 0 4 5 】

ROM 6 2 は旋盤 S に各種の処理を制御するプログラムを記録し、そのプログラムによって旋盤 S が制御される。記録手段である RAM 6 4 は各種データの読み書き用の記録域たとえば画像データ領域 6 5 を有し、この画像データ領域 6 5 に画像データ等が記録される。モータ 5 2 または 5 4 は、CPU 6 0 の駆動信号に基づき、モータドライバ 5 1 または 5 3 を介して回転する。表示手段である表示部 1 2 は、カメラ 3 0 で撮像される画像データなどを表示する。警告手段であるブザーは、警告音を出力する。

20

【 0 0 4 6 】

(本実施例の作用)

まず、チップ検出時においては、図 7 に示すように、基準ゲージ 1 8 及びインバー体 4 7 並びにバイト 2 6 のチップ 2 6 A を、撮像装置 2 7 のカメラ 3 0 (図 5 参照) の一望視 A エリアに収めて撮像する場合は、基準ゲージ 1 8 とバイト 2 6 の刃先 2 6 A の上面の高さを同一高さとして行なう。また、チップ検出時には、図 4 に示すように、撮像装置 2 7 を隔離ゾーン S 1 から加工ゾーン S 2 へスライドさせると共に、図 1 に示す光源 4 3 を発光させる。

30

【 0 0 4 7 】

そして、図 5 に示すバイト 2 6 のチップ 2 6 A を検出する場合、撮像位置 (図 4 の破線で示す状態) の撮像装置 2 7 は、図 3 に示すように、シャッター 3 8 をスライドさせハーフミラー 3 1 B 側の光路を開放する。なお、シャッター 3 9 側の光路を遮断しているので、ハーフミラー 3 1 B は一望視 A エリアの被写体光をカメラ 3 0 へ反射させる。カメラ 3 0 は、図 7 に示すように一望視 A エリア内に位置する被写体であるインバー体 4 7 の先端 4 7 A と基準ゲージ 1 8 とバイト 2 6 のチップ 2 6 A を撮像する。その後の照合処理および補正処理などは、特願 2 0 0 9 - 3 8 1 8 5 号の明細書に記載する処理と同様である。

40

【 0 0 4 8 】

ところで、図 1 に示すような短尺のワーク W では、その加工面がチャック 1 2 に配置される基準ゲージ 1 8 の近傍にあるので、上記補正処理で良好な加工精度を得ることが出来る。一方、図 5 及び図 7 に示すような長尺のワーク W L では、その他端 (芯押台 8 8 側の端部) が基準ゲージ 1 8 から離間しているので、一般的に誤差が生じ易い。

【 0 0 4 9 】

しかし、本実施例において、撮像装置 6 8 のカメラ 3 0 (図 5 参照) は、図 7 に示すように、一望視 C エリア内に位置する芯押軸 8 9 に配置された基準マーク 9 1 及びバイト 2 6 のチップ 2 6 A を撮像する。そのため、チャック 1 2 側および芯押軸 8 9 側の画像データに基づき、図 8 に示す CPU 6 0 は、チップ 2 6 A の磨耗および軸押軸 8 9 の変位などを精度良く検出し得る。

50

【 0 0 5 0 】

(補正データを取得する手順)

図 7 に基づき、補正データを取得する手順について説明する。この補正データ取得モードは、図 1 に示す旋盤 S における機械製造時の調整工程 (初期化時) またはメンテナンス時などで行う処理である。そして、この補正データに基づき、図 8 に示す CPU 6 0 は、キャリブレーションサイクル時などに、変位するベクトル値を演算し補正処理する。ここで、キャリブレーションサイクルは、切削の精度を所定水準に維持する補償値を得るため、図 1 に示す旋盤 S の稼動時に強制的に所定間隔を設けて検査を行うことである。即ち、キャリブレーションサイクルは、旋盤 S の運転が開始した後に行う検査である。

【 0 0 5 1 】

まず、補正データ取得モードでは、例えば図 7 に示すテスト材 6 6 を用いて、テストカットする。このテストカットは、例えばテスト材 6 6 のコーナ 1 (図中では C 1) 及びコーナ 2 (図中では C 2) において、切込みと送りを小さくして切削 (仕上げ切削と同義) する。ここで、テスト材 6 6 は、その両端付近に径大な輪 (A 輪および B 輪) が形成された長尺の円棒である。そして、コーナ 1 及びコーナ 2 は、一对の輪部分における外周端である (図 7 参照) 。なお、ユーザは、予め図示しないマイクロメータ等の測定器を用い、テスト材 6 6 の Z 4 L (一端から A 輪までの軸方向長さ) 、 X 4 L (A 輪の半径) 及び Z 4 R (一端から B 輪までの軸方向長さ) 、 X 4 R (B 輪の半径) を測定し、これらの数値を図 8 に示す RAM 6 4 に記録させる。

【 0 0 5 2 】

その後、図 8 に示す CPU 6 0 は、撮像装置 2 7 で一望視 A エリア中のインバー体 4 7 の先端 4 7 A と基準ゲージ 1 8 とバイト 2 6 のチップ 2 6 A を撮像させ、撮像装置 6 8 で一望視 C エリア中の基準マーク 9 1 とバイト 2 6 のチップ 2 6 A を撮像させる。即ち、CPU 6 0 は、例えばバイト 2 6 を図 7 に示す NC テーブル原点から一望視 A エリアを経て一望視 C エリアへ移動させる。なお、バイト 2 6 の移動順位は、一望視 C エリアを経て一望視 A エリアへ移動させるなど適宜変更し得る。ここで、図 7 中において、黒丸からの矢印マークはベクトルを表し、正数および負数がある。また、図 7 中において、両方向の矢印マークはスカラーを表し、正数のみである。

【 0 0 5 3 】

そして、上述した画像処理に基づき CPU 6 0 は、一望視 C エリアにおいて X 2 R (X 方向における基準マーク 9 1 の先端から C 枠中のチップ 2 6 A の距離) を演算し、一望視 A エリアにおいて X 2 L (X 方向におけるインバー体 4 7 の外周面から A 枠中のチップ 2 6 A の距離) と Z 2 (Z 方向における基準ゲージ 1 8 の一端から A 枠中のチップ 2 6 A の距離) を演算する。ここで、X 方向におけるインバー体 4 7 の外周面とはチャック 1 2 の外周面を意味し、X 方向におけるインバー体 4 7 の外周面と基準ゲージ 1 8 の外周面とはチャックの軸心から同じ距離になっている。

【 0 0 5 4 】

(X 方向についての演算)

バイト 2 6 が図 7 に示す NC テーブル原点 (バイト 2 6 の原点と同義) から被加工物の中心点 (テスト材 6 6 の軸心) へ向かって移動する移動量 (Geometric - Offset 値と同義) は、以下の式 1 で得られる。即ち、 $X L g o = X 1 L + X 2 L + X 3 L$, $X R g o = X 1 R + X 2 R + X 3 R$ (式 1) で Geometric - Offset 値が得られる。ここで、X L g o、X R g o は、通常の NC 旋盤において、各々 X 方向の Geometric - Offset 値に相当する。

【 0 0 5 5 】

ワークの傾き () を考慮しなければ (即ち、傾きを 0 にすれば) 、A 輪側の切削加工位置 (コーナ 1 即ち X 5 L) は、 $X L g o + X 4 L = X 5 L$ (式 2) となる。ここで、X 5 L は、X 方向におけるチップ 2 6 A の原点からコーナ 1 までの距離である。一方、B 輪側の切削加工位置 (コーナ 2 即ち X 5 R) では、 $X R g o + X 4 R = X 5 R$ (式 3) となる。ここで、X 5 R は、X 方向におけるチップ 2 6 A の原点からコーナ 2 までの距離である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 6 】

(傾きを考慮した場合のA輪側の演算)

ワークの傾き()を考慮すれば、A輪側の切削加工位置への分担比($X L g o$ と $X R g o$ との分担比 $B L L$ および $B L R$)は、 $B L L = (H H - H L) / H H$ および $B L R = H L / H H$ (式4)となる。ここで、 $H H$ は、Z方向におけるチップ26Aに対する基準ゲージ18の基準点(図7参照)から芯押棒89の基準マーク91の中心軸までの距離である。また、 $H L$ は、Z方向における上記基準点からA輪のコーナ1までの距離である。なお、 $B L L$ および $B L R$ は分担比であるので、 $B L L + B L R = 1$ となる。

【 0 0 5 7 】

式2および式3を式4に代入すると、 $(X L g o \times B L L + X R g o \times B L R) + X 4 L = X 5 L$ (式5)になる。また、式5に式1および式4を代入すると、 $\{(X 1 L + X 2 L + X 3 L) \times (H H - H L) / H H + (X 1 R + X 2 R + X 3 R) \times H L / H H\} + X 4 L = X 5 L$ (式6)になる。ここで、 $X 1 L$ はX方向におけるチップ26Aの原点からA枠中のチップ26Aまでの距離であり、 $X 3 L$ はチャック12の半径である。また、 $X 1 R$ はX方向におけるチップ26Aの原点からC枠中のチップ26Aまでの距離であり、 $X 3 R$ は芯押軸89の軸心から基準マーク91の先端までの距離である。

【 0 0 5 8 】

そして、式6において、 $X 1 L$ と $X 1 R$ と $X 5 L$ はNCテーブル(図8参照)が移動する値によって得られ、 $X 2 L$ および $X 2 R$ は撮像装置27および68に基づく画像処理によって得られる。即ち、未知数は、 $X 3 L$ および $X 3 R$ となる。

【 0 0 5 9 】

(傾きを考慮した場合のB輪側の演算)

ワークの傾き()を考慮すれば、B輪側の切削加工位置への分担比($X L g o$ と $X R g o$ との分担比 $B R L$ および $B R R$)は、 $B R L = (H H - H R) / H H$ および $B R R = H R / H H$ (式7)となる。ここで、 $H R$ は、Z方向における上記基準点からB輪のコーナ2までの距離である。なお、 $B R L$ および $B R R$ は分担比であるので、 $B R L + B R R = 1$ となる。

【 0 0 6 0 】

式2および式3を式7に代入すると、 $(X L g o \times B R L + X R g o \times B R R) + X 4 R = X 5 R$ (式8)になる。また、式8に式1および式7を代入すると、 $\{(X 1 L + X 2 L + X 3 L) \times (H H - H R) / H H + (X 1 R + X 2 R + X 3 R) \times H R / H H\} + X 4 R = X 5 R$ (式9)になる。そして、式9において、 $X 1 L$ と $X 1 R$ と $X 5 R$ は、バイト26を搭載するX軸スライダ(図示省略)が移動する値によって得られ、 $X 2 L$ および $X 2 R$ は撮像装置27および68に基づく画像処理によって得られる。即ち、未知数は、 $X 3 L$ および $X 3 R$ となる。

【 0 0 6 1 】

未知数 $X 3 L$ および $X 3 R$ は、式6および式9を連立方程式として解くことによって得られる(この連立方程式は省略する)。そして、未知数 $X 3 L$ および $X 3 R$ が得られれば、式2および式3により、 $X L g o$ および $X R g o$ (X方向におけるGeometric-Offset値)が得られる。

【 0 0 6 2 】

(Z方向についての演算)

Z方向についてのGeometric-Offset値である $Z g o$ を、 $Z g o = Z 1 + Z 2 + Z 3$ (式10)とすれば、 $Z g o + Z 4 L = Z 5 L$ または $Z g o + Z 4 R = Z 5 R$ (式11)が成り立つ。ここで、 $Z 1$ はZ方向におけるチップ26Aの原点からA枠中のチップ26Aまでの距離であり、 $Z 3$ は基準ゲージ18の基準点(図7参照)から爪12Aまでの距離である。また、 $Z 5 L$ はZ方向におけるチップ26Aの原点からテスト材66のコーナ1までの距離であり、 $Z 5 R$ はZ方向におけるチップ26Aの原点からテスト材66のコーナ2までの距離である。

【 0 0 6 3 】

式11に式10を代入すると、 $Z 1 + Z 2 + Z 3 + Z 4 L = Z 5 L$ または $Z 1 + Z 2 +$

$Z_3 + Z_4 R = Z_5 R$ (式 12) になる。ここで、式 12 において、 Z_1 , Z_2 , $Z_4 L$, $Z_5 L$, $Z_4 R$, $Z_5 R$ は、バイト 26 を搭載する Z 軸スライダ (図示省略) が移動する値によって得られる。従って、未知数は Z_3 のみであるので、式 12 によって得られる。なお、未知数 Z_3 は、式 12 の 2 式の平均値を採用しても良い。

【0064】

未知数 Z が得られれば、式 10 によって Zgo (Z 方向についての Geometric - Offset 値) が得られる。そして、X 方向および Z 方向について、所謂ウィザード形式で得られた Geometric - Offset 値が確定すれば、NC 加工が可能になる。なお、Z 方向については、芯押台 88 の変位および Z 軸スライダ (図示省略) の傾きが、所謂微小角度時のコサイン誤差というものであるもので、限り無く $\cos = 1$ に近い。即ち、Z 方向への切削補正值の影響は、無いに等しく無視しても良い。

10

【0065】

(傾き角度 についての演算)

チャック 12 と芯押軸 89 の軸心の傾き角度 (或いは NC スライダの傾き角度 も同様である) は、 $\theta = \tan^{-1} (XRgo - XLgo / HH)$ の式 13 で得られる。図 7 に示すコーナ 1 またはコーナ 2 を切削する際、コーナの微小な領域では式 13 に沿う。しかし、円筒または端面 (更にはテーパ面) の場合には、式 13 で得られた 角度分をオフセットして切削する。なお、図 7 に示す例では芯押軸 89 が X 方向へ変位しているが、この場合の Z 方向の変位は上述したように微小角度時のコサイン誤差である。従って、Z 方向における Z 軸スライダ (図示省略) が傾いた場合も、同様に無視しても良い。但し、X 方向については、Z 方向に比べ、切削補正值の影響が大きくなるので、上述した各式を用いて処理する。

20

【0066】

本実施例においては、X 方向および Z 方向について、上述した Geometric - Offset 値が確定し、且つ傾き角度 が確定すれば (即ち、これらの数値を図 8 に示す RAM 64 に記録させることにより)、長尺のワーク WL (図 5 参照) に適宜対応する NC 加工が可能になる。従って、本実施例によれば、長さが異なる各種の長尺ワークに対するチップ 26A (図 7 参照) の仮想移動軌跡の仮想データすなわち Geometric - Offset 値およびチャック 12 と芯押軸 89 の軸心の傾きあるいは NC スライダの傾き角度 を精度良く検出 (演算をも含む概念) し得るので、長尺ワークを切削する場合でも長尺ワークの加工精度が向上する。

30

【0067】

ここで、仮想移動軌跡は、バイト 26 の原点から被加工物 (ワークと同義) の軸心へ向かって移動する移動量を考慮し、且つチャック 12 と芯押軸 89 の軸心の傾き及び NC スライダ (図示省略) の傾きをもってバイト 26 が移動するであろう軌跡である。即ち、仮想移動軌跡は、チャック 12 と芯押軸 89 の軸心の傾き及び NC スライダの傾きを示す仮想線である。

【0068】

本実施形態においては、バイト 26 の仮想移動軌跡に関する仮想データ (傾き角度 のデータを含む) に基づき、図 8 に示す CPU 60 はチャック 12 と芯押軸 89 の軸心の傾き及び NC スライダの傾きを補正するように長尺ワーク WL を加工する。即ち、CPU 60 は、長尺ワーク WL に対し、仮想移動軌跡の仮想データに基づいてバイト 26 を補正しながら加工する。従って、本実施形態によれば、バイト 26 における仮想移動軌跡の仮想データを精度良く検出し得るので、長尺ワーク WL を切削する場合でも加工精度が向上する。なお、本実施例によれば、撮像装置 68 が芯押台 88 の芯押軸 89 と連動してスライドするので、撮像装置 68 は長さが異なる各種の長尺ワークに対応するように、自動的に停止し得る。

40

【0069】

(チャックに関する変形例)

以下、図 9 及び図 10 に基づき、チャック 17 に関する変形例を説明する。但し、上述

50

した実施例 1 の図 5 に示すチャック 1 2 に関する構成と実質的に同一部分については同一符号を付して説明を省略又は簡略化し、主として異なる部分について説明する。

【 0 0 7 0 】

図 9 及び図 1 0 に示すように、チャック 1 7 は、その先端が小径部 1 7 A となっている。また、チャック 1 7 には、切欠部 1 7 B (図 1 0 参照) がチャック 1 7 の軸心方向に沿うよう形成されている。この切欠部 1 7 B は、図 9 に示すように、小径部 1 7 A の外周から大径の基端部分 (この部分は「通し孔」となる) までに亘り形成されている。

【 0 0 7 1 】

円柱状のインバー体 8 6 は、その一端が締結部材であるボルト 4 9 A によってチャック 1 7 の基端部分で固定されている。このインバー体 8 6 の先端 8 6 A は、図 1 0 に示すように、半円状となっている。即ち、図 9 に示すように、インバー体 8 6 の先端 8 6 A と基準ゲージ 1 8 とバイト 2 6 のチップ 2 6 A とが、例えば図 6 に示す撮像装置 2 7 の視野領域 (一望視 A エリア) に収めて撮像する。

10

【 0 0 7 2 】

そして、図 1 0 に示すバイト 2 5 のチップ 2 5 A を検出する場合 (この場合バイト 2 6 は一望視 A エリアには無い)、図 3 に示すように、先ずシャッター 3 8 をスライドさせハーフミラー 3 1 B 側の光路を開放する。カメラ 3 0 は、図 9 に示す一望視 A エリア内に位置する被写体であるインバー体 4 7 の先端 4 7 A および基準ゲージ 1 8 を撮像する。即ち、図 3 に示すように、シャッター 3 9 側の光路を遮断しているので、ハーフミラー 3 1 B は一望視 A エリアの被写体光をカメラ 3 0 へ反射させる。

20

【 0 0 7 3 】

撮像後直ちに、シャッター 3 8 を閉止させると共に、シャッター 3 9 をスライドさせフルミラー 3 1 A 側の光路を開放する。シャッター 3 8 及び 3 9 の切換えは、その切換え瞬間の時間差 (略同時と同義) たとえば 0 . 5 秒で行う。引続き、カメラ 3 0 は、図 9 に示すように、一望視 B エリア内に位置する被写体であるバイト 2 5 のチップ 2 5 A を撮像する。即ち、図 3 に示すように、シャッター 3 8 側の光路を遮断しているので、フルミラー 3 1 A は一望視 B エリアの被写体光をカメラ 3 0 へ反射させる。この際、ハーフミラー 3 1 B はフルミラー 3 1 A で反射された被写体光を透過するので、カメラ 3 0 は一望視 B エリア内の被写体のみを撮像する。

【 0 0 7 4 】

なお、本発明は実施例 1 で説明した短軸旋盤に限定されず、例えば 2 軸正面旋盤またはフライス盤など種々の切削機械 (切削工具とワークを相対的に移動させて加工する機械) に適用できる。

30

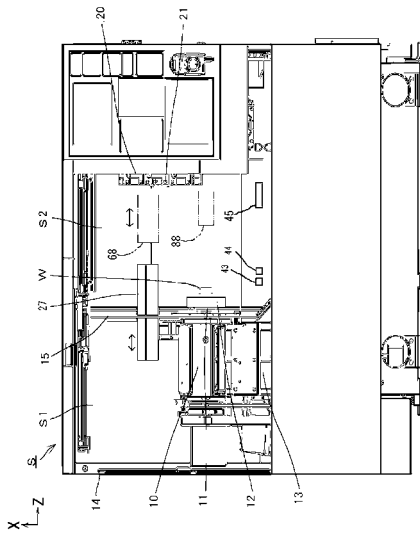
【 符号の説明 】

【 0 0 7 5 】

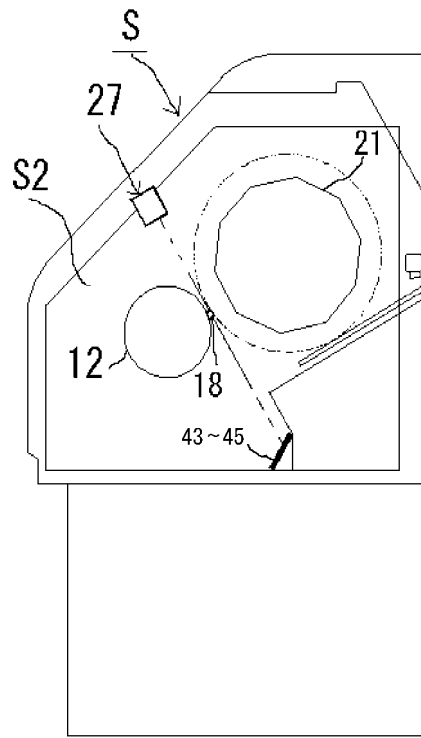
1 2 ... チャック、 1 8 ... 基準ゲージ、 2 1 ... ターレット刃物台 (取付台)、 2 5 ... 内径加工用のバイト、 2 5 A ... 刃先、 2 6 ... 外径加工用のバイト、 2 6 A ... 刃先、 2 7 , 6 8 ... 撮像装置 (撮像手段)、 3 0 ... カメラ、 4 7 , 8 6 ... インバー体 (基準体)、 4 7 A , 8 6 A ... インバー体の先端、 6 0 ... C P U (照合手段 , 演算手段 , 補正手段)、 6 2 ... R O M (記憶手段)、 6 4 ... R A M (記録手段)、 6 6 ... テスト材、 7 0 ... 連結棒、 8 8 ... 芯押台、 8 9 ... 芯押軸、 S ... 旋盤 (切削機械)、 W ... ワーク (被加工物)

40

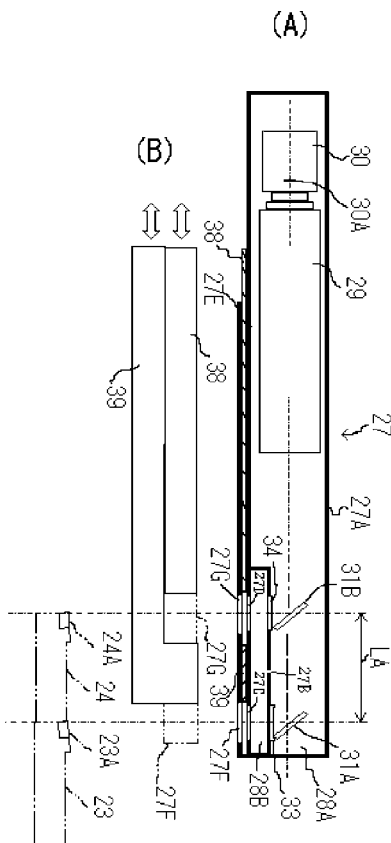
【図 1】



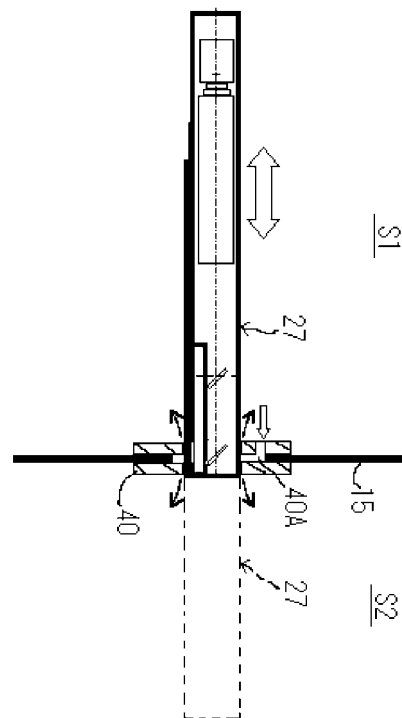
【図 2】



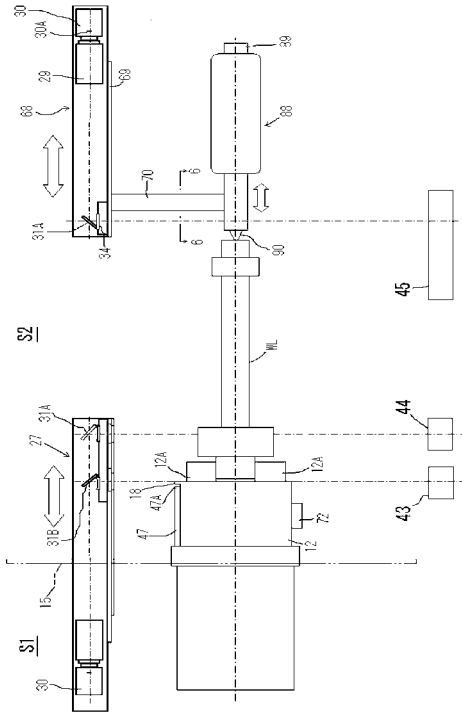
【図 3】



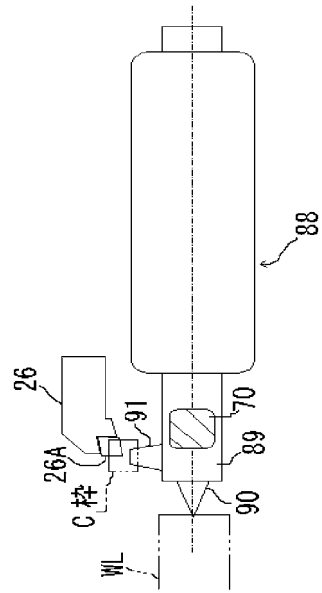
【図 4】



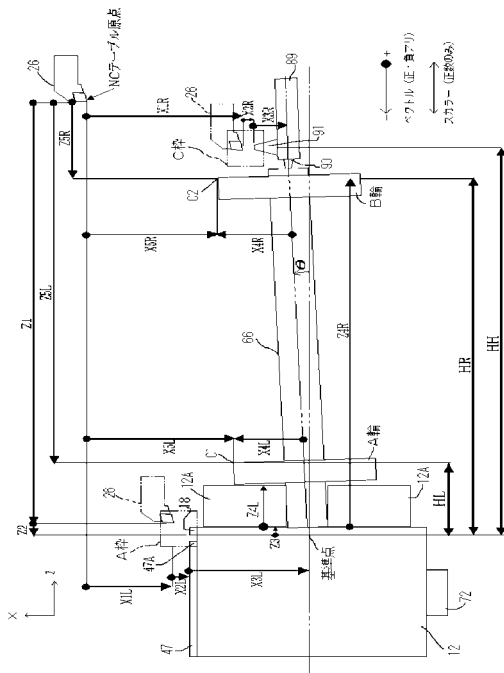
【図5】



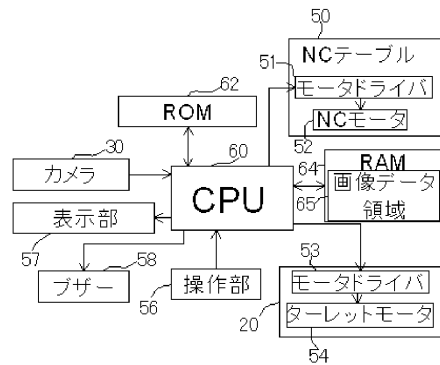
【図6】



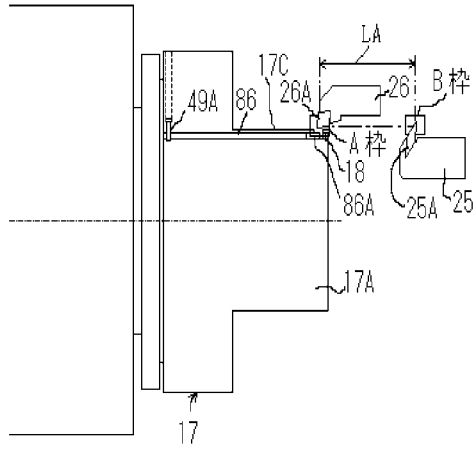
【図7】



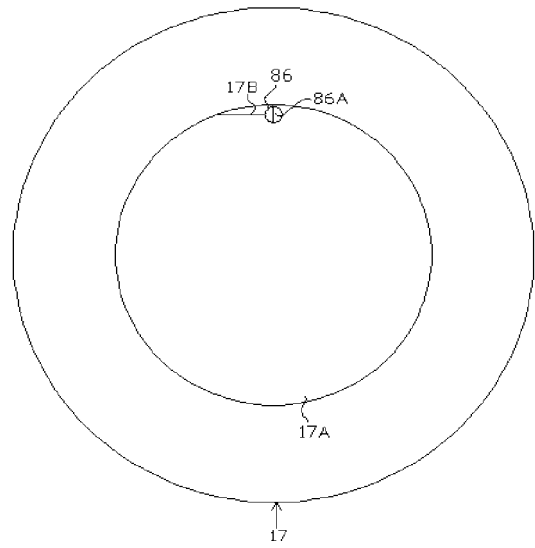
【図8】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】

