

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2016年9月29日(29.09.2016)



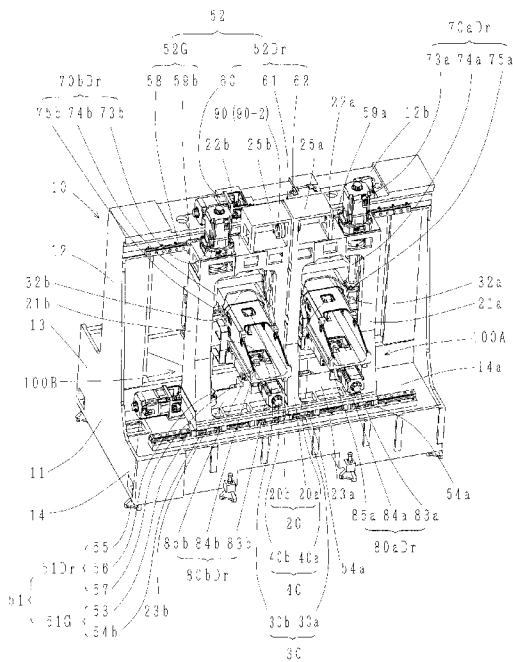
(10) 国際公開番号  
WO 2016/152138 A1

- (51) 国際特許分類:  
B23Q 15/18 (2006.01) B23Q 39/02 (2006.01)  
B23Q 3/157 (2006.01) G05B 19/18 (2006.01)  
B23Q 15/00 (2006.01) G05B 19/404 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/001612
- (22) 国際出願日: 2016年3月18日(18.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2015-060217 2015年3月23日(23.03.2015) JP
- (71) 出願人: ホーコス株式会社(HORKOS CORPORATION) [JP/JP]; 〒7208650 広島県福山市草戸町2-24-20 Hiroshima (JP).
- (72) 発明者: 元谷 広志(MOTOTANI, Hiroshi); 〒7208650 広島県福山市草戸町2-24-20 ホーコス株式会社内 Hiroshima (JP).
- (74) 代理人: 奥村 秀行(OKUMURA, Hideyuki); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5-7-1
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MACHINE TOOL

(54) 発明の名称: 工作機械



(57) Abstract: A machine tool has two machining units (100A, 100B) that comprise: a first saddle (20) capable of moving in the left-right direction; a second saddle (30) that is supported by the first saddle (20) and is capable of moving in the vertical direction; and a main shaft device (40) that is supported by the second saddle (30) and is capable of moving in the front-back direction. The machining units (100A, 100B) are disposed in the left-right direction so that the main shafts (41a, 41b) provided on the respective main shaft devices (40a, 40b) are parallel. X-axis movement mechanisms (51, 52) are provided corresponding to the machining units (100A, 100B). A control device for controlling the actions of the X-axis movement mechanisms (51, 52) is also provided. When correcting the main shaft spacing, the control device corrects the main shaft spacing by moving the first saddle (20b) of a given machining unit (100B) in the left-right direction using the X-axis movement mechanism (51) corresponding to said machining unit.

(57) 要約: 工作機械は、左右方向へ移動可能な第1サドル(20)と、第1サドル(20)に支持され上下方向へ移動可能な第2サドル(30)と、第2サドル(30)に支持され前後方向へ移動可能な主軸装置(40)とを含む2つの加工ユニット(100A、100B)を有している。加工ユニット(100A、100B)は、それぞれの主軸装置(40a、40b)に備わる主軸(41a、41b)が平行となるように、左右方向に配列されている。加工ユニット(100A、100B)に対応してX軸移動機構(51、52)が設けられており、また、X軸移動機構(51、52)の動作を制御する制御装置が設けられている。制御装置は、主軸間隔の補正時に、所定の加工ユニット(100B)の第1サドル(20b)を、当該加工ユニットに対応するX軸移動機構(51)により左右方向へ移動させて、主軸間隔を補正する。

WO 2016/152138 A1

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称： 工作機械

### 技術分野

[0001] 本発明は、複数の主軸を備えた工作機械に関し、特に、熱によって生じた主軸間のピッチの変位を補正する技術に関する。

### 背景技術

[0002] 互いに平行に配置された複数の主軸を有し、複数のワークをそれぞれの主軸で同時に加工する工作機械が知られている。このような工作機械にあっては、工場内の温度変化（例えば昼間と夜間の温度差）や、主軸の回転により発生した熱により、主軸間隔（主軸間のピッチ）に変位が生じる。

[0003] また、ワークが把持される治具側も同様に、工場内の温度変化や、加工による熱を持った切りくずの接触などが原因で、治具の間隔に変位が生じる。治具は、一般に主軸とは異なる素材で構成されている等の理由から、主軸側の変位量と異なる変位量を生じることは周知である。

[0004] こうした熱変位を放置しておく、ワークの加工精度に著しい悪影響を及ぼすことから、加工精度を高めるために、治具等との相対位置と対応させて主軸間隔を微調整することが、従来より行われている。特許文献1には、このような主軸間隔の調整を行う装置を備えた工作機械が記載されている。

[0005] 図11は、特許文献1の工作機械の要部を示した図である。2つの加工ユニット400、500上に、それぞれ主軸401、501が前後方向（紙面に垂直な方向）に移動可能となるように支持されている。これらの加工ユニット400、500は、図示されないクランプ装置で連結されていて、ベッド上に設置されたX軸移動機構600により、一体となって左右方向に移動可能となっている。そして、加工ユニット400、500上に支持されている主軸401、501の主軸間隔を補正する際は、加工ユニット400、500を連結しているクランプ装置のクランプ状態を解除し、別途設けられた間隔補正装置700によって、各加工ユニット400、500の位置を補正

する。間隔補正装置700は、モータ701によって駆動されるボールねじ702等からなる。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1：ドイツ国特許第102006035248号明細書

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1において、2つの加工ユニット400、500を一体でX軸方向（図11で左右方向）へ移動させるX軸移動機構600は、2つの加工ユニット400、500のうち、第1加工ユニット400に連結されている。このため、X軸移動機構600が連結されていない第2加工ユニット500の位置調整を行うには、間隔補正装置700を第2加工ユニット500に連結しなければならない。すなわち、特許文献1では、2つの加工ユニット400、500をX軸方向へ移動させるX軸移動機構600とは別に、間隔補正装置700を設ける必要があり、この間隔補正装置700は、第2加工ユニット500の位置調整を行う機能しか有していない。

[0008] 本発明の課題は、主軸間隔を補正するための専用の装置を設けなくても、簡単な構成で主軸間隔の補正を行うことが可能な工作機械を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0009] 本発明では、左右方向へ移動可能な第1サドルと、この第1サドルに支持され上下方向へ移動可能な第2サドルと、この第2サドルに支持され前後方向へ移動可能な主軸装置とを含む加工ユニットが複数設けられており、各加工ユニットは、それぞれの主軸装置に備わる主軸が平行となるように、左右方向に配列されている。また、第1サドルを左右方向へ移動させるX軸移動機構と、ワークの加工時および加工ユニット相互間の主軸間隔の補正時に、X軸移動機構の動作を制御する制御装置とが設けられる。X軸移動機構は、

複数の加工ユニットのそれぞれに対応して設けられており、制御装置は、主軸間隔の補正時に、所定の加工ユニットの第1サドルを、当該加工ユニットに対応するX軸移動機構により左右方向へ移動させて、主軸間隔を補正する。

[0010] このような構成によると、主軸間隔を補正するための専用の装置を設けなくても、既設のX軸移動機構を利用して主軸間隔の補正を行うことができる。

[0011] 本発明の好ましい実施形態では、主軸間隔の補正の基準となる基準位置を測定する基準位置測定器がさらに設けられる。この場合、制御装置は、主軸間隔の補正時に、基準位置測定器が測定した基準位置に基づいて補正量を算出し、第1サドルを補正量だけ左右方向へ移動させるようにX軸移動機構を制御する。

[0012] 本発明の好ましい実施形態では、隣接する2つの加工ユニットの第1サドル同士を連結するクランプ装置がさらに設けられる。この場合、制御装置は、主軸間隔の補正時に、クランプ装置をアンクランプ状態にして、第1サドル同士の連結を解除し、主軸間隔の補正が終了すると、クランプ装置をクランプ状態にして、第1サドル同士を連結するか、または、クランプ装置をアンクランプ状態のままにして、2つの加工ユニットのそれぞれに対応するX軸移動機構により、第1サドル同士を同期して移動させる。

[0013] 本発明では、隣接する2つの加工ユニットのうち、一方の加工ユニットの第1サドルを左右方向へ移動しないように固定した状態で、他方の加工ユニットの第1サドルを左右方向へ移動させて、主軸間隔を補正してもよい。

[0014] 本発明の好ましい実施形態では、各加工ユニットの第2サドルを上下方向へ移動させるY軸移動機構と、各加工ユニットの主軸装置を前後方向へ移動させるZ軸移動機構とが、複数の加工ユニットのそれぞれに対応して設けられる。この場合、制御装置は、Y軸移動機構により第2サドルを上下方向へ移動させて、加工ユニット相互間における主軸の上下方向のずれを補正し、Z軸移動機構により主軸装置を前後方向へ移動させて、加工ユニット相互間

における主軸の前後方向のずれを補正する。

[0015] 本発明では、各加工ユニットの主軸に取り付けられた工具を交換する自動工具交換装置を備えている場合、制御装置は、補正された主軸の位置データを自動工具交換装置へ送るようにしてもよい。

[0016] 本発明の好ましい実施形態では、自動工具交換装置における工具を収容するフレームは、主軸と対向する水平辺を有している。

### 発明の効果

[0017] 本発明によれば、主軸間隔を補正するための専用の装置を設けなくても、X軸移動機構により主軸間隔の補正を行えるので、簡単な構成によってワークを高精度に加工することができる。

### 図面の簡単な説明

[0018] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る横型マシニングセンタを前方から見た斜視図である。

[図2]図2は、図1の横型マシニングセンタを後方から見た斜視図である。

[図3]図3は、図1の横型マシニングセンタの右側面図である。

[図4]図4は、図1の横型マシニングセンタの第1サドル同士を連結するクランプ装置の断面図である。

[図5]図5は、図1の横型マシニングセンタに自動工具交換装置を取り付けた状態を示す正面図である。

[図6]図6は、図7の横型マシニングセンタの右側面図である。

[図7]図7は、主軸間隔を補正するための構成を示すブロック図である。

[図8]図8は、図7の制御装置の動作を示すフローチャートである。

[図9]図9は、主軸間隔補正の原理を示す模式図である。

[図10]図10は、本発明の他の実施形態に係る横型マシニングセンタを後方から見た斜視図である。

[図11]図11は、従来例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。各図において、同一

の部分または対応する部分には、同一の符号を付してある。ここでは、工作機械として、主軸を2つ備えた2軸式の横型マシニングセンタを例に挙げる。

[0020] (1) 横型マシニングセンタの全体構成

図1および図2に示すように、本実施形態の横型マシニングセンタ1は、ベースコラム10と、このベースコラム10に対して、左右方向に移動可能に取り付けられた第1サドル20と、この第1サドル20に対して、上下方向に移動可能に取り付けられた第2サドル30と、この第2サドル30に対して、前後方向に移動可能に取り付けられた主軸装置40とを備えている。

[0021] 第1サドル20は、メイン側の第1サドル20aと、サブ側の第1サドル20bとからなる。第2サドル30も、メイン側の第2サドル30aと、サブ側の第2サドル30bとからなる。主軸装置40は、メイン側の主軸装置40aと、サブ側の主軸装置40bとからなる。主軸装置40に備わる主軸41も、メイン側の主軸41aと、サブ側の主軸41bとからなる。

[0022] メイン側の加工ユニット100Aは、第1サドル20a、第2サドル30a、および主軸装置40aを含み、サブ側の加工ユニット100Bは、第1サドル20b、第2サドル30b、および主軸装置40bを含んでいる。加工ユニット100A、100Bは、それぞれの主軸装置40a、40bに備わる主軸41a、41bが平行となるように、左右方向に配列されている。

[0023] 主軸装置40に備わる主軸41の先端部には、各種工具が着脱可能に取り付けられる。横型マシニングセンタ1は、主軸装置40を左右方向(X軸方向)、上下方向(Y軸方向)および前後方向(Z軸方向)の3軸方向に移動させ、主軸41と一体に回転する工具によって、ワークを切削加工する。2つの主軸41a、41bは、それぞれが1つのワークを加工し、各ワークは同じものであって、それらの加工方法も同じである。

[0024] (2) ベースコラム

ベースコラム10は、ベース部11と、その上に設けられた門形のコラム部12とからなる。ここでは、ベース部11とコラム部12とは、一体的に

形成されている。ベース部 11 は、横型マシニングセンタ 1 の最下部にあって、床面に据え付けられて機械を固定する部位である。このベース部 11 は、コラム部 12 の前方にベース前部 13、コラム部 12 の後方にベース後部 14 をそれぞれ有していて、機械の安定性を高めている。また、ベース部 11 とコラム部 12 が、ベースコラム 10 として単一の構造体をなしていることで、剛性を高めている。

[0025] 図 3 に示すように、ベース後部 14 の上下方向の厚み  $h$  は、ベース前部 13 の上下方向の厚み  $H$  よりも小さくなっている ( $h < H$ )。詳しくは、ベース前部 13 は、その前面に接続される冶具台 190 に載置されるワークテーブル (図示省略) 上のワークを切削する際に、機械本体の剛性を維持するのに必要な厚み  $H$  を有している。一方、ベース後部 14 は、その上面に配置される第 1 サドル 20 やその他の可動部の位置を低くして、機械全体の重心位置を下げるために、ベース前部 13 の厚み  $H$  より小さい厚み  $h$  を有している。

[0026] 図 1 に示すように、ベース前部 13 は水平台部 13a を有している。この水平台部 13a は、切りくず排出部 15 を挟んで、左側と右側にそれぞれ設けられており、これによって機械本体の剛性が確保される。水平台部 13a は、メンテナンスの際に作業者の踏み台となり、工具等を置くスペースともなる。また、図 2 に示すように、ベース後部 14 は水平台部 14a を有している。前述したように、この水平台部 14a の上面の高さは、ベース前部 13 の水平台部 13a の上面の高さより低くなっている。

[0027] ベース前部 13 には、切りくず排出部 15 が設けられている。この切りくず排出部 15 は、シュート 13b および透孔 13c を有している。ワーク加工時に発生する切りくずは、シュート 13b に落下して透孔 13c へ導かれ、透孔 13c から、ベースコラム 10 の下に設置されるチップコンベア (図示省略) に排出される。これにより、ベース部 11 への切りくずの堆積が最小限に抑えられ、機械の熱膨張による加工精度の低下が防止される。

[0028] コラム部 12 は、ベース部 11 に立設された一対の柱部材 12a、12a

と、これらの柱部材 12 a、12 a の上端部を連結する上桁部材 12 b とからなる。柱部材 12 a、12 a は、左右方向に所定間隔を離して配置されており、左右方向に案内される 2 つの第 1 サドル 20 a、20 b が加工に必要な範囲で左右方向に移動できるよう、十分な間隔を有している。壁部 12 c は、切りくず排出部 15 に落下する切りくずを透孔 13 c へ案内して、機械本体に切りくずが堆積するのを防止するとともに、柱部材 12 a、12 a の下端部を連結する下桁部材としての機能も有する。一对の柱部材 12 a、12 a と、上桁部材 12 b と、壁部 12 c とによって、前後方向に開口する方形窓 16 が形成されている。

[0029] 図 2 に示すように、上桁部材 12 b の後面には、後述する X 軸ガイド機構 52 G の X 軸ガイドレール 58 が固定される。また、図 1 に示すように、上桁部材 12 b の前面と、柱部材 12 a、12 a の上部前面には、後述する自動工具交換装置 200、300 (図 5、図 6 参照) が取り付けられる基準面 12 d が、それぞれ 2 個 1 対で設けられている。ここでは複数の基準面 12 d となっているが、上桁部材 12 b の前面や上面に横長の単一の基準面を設けてもかまわない。

[0030] なお、上述した実施形態に限らず、ベースコラム 10 は、例えば別体のベース部 11 とコラム部 12 とで形成してもよい。また、コラム部 12 の上桁部材 12 b も、柱部材 12 a と別体で形成し、固定部材を用いて柱部材 12 a に結合してもよい。

[0031] (3) 第 1 サドル

図 2 に示すように、第 1 サドル 20 (メイン側の第 1 サドル 20 a と、サブ側の第 1 サドル 20 b) は、コラム部 12 の後方に設けられ、それぞれ左右方向へ移動可能な棒状の部材からなる。詳しくは、メイン側の第 1 サドル 20 a は、左右一对の柱部材 21 a、21 a と、柱部材 21 a、21 a の上部を連結する上桁部材 22 a と、柱部材 21 a、21 a の下部を連結する下桁部材 23 a とを有している。これらの各部材 21 a ~ 23 a によって、第 1 サドル 20 a の中央に、前後方向に開口する縦長の窓 24 a (図 1 参照)

が形成されている。サブ側の第1サドル20bも、メイン側の第1サドル20aと同様に構成されており、柱部材21b、上桁部材22b、下桁部材23b、および方形窓24bを有している。

[0032] 第1サドル20との関係で、前述したコラム部12の方形窓16について、もう少し詳しく説明する。方形窓16は、第1サドル20(20a、20b)のそれぞれの縦長の窓24(24a、24b)と同じか、それ以上の縦長さを有しており、図には表れていないが、方形窓16と縦長の窓24は、縦方向においてオーバーラップしている。また、方形窓16の横幅は、2つの第1サドル20のそれぞれの横幅を足し合わせた幅よりも広がっている。そして、第1サドル20の上部は、後述するX軸ガイド機構52Gを介して、コラム部12の上桁部材12bの後面に支持され、第1サドル20の下部は、X軸ガイド機構51Gを介して、ベース後部14の水平部14aに支持されている。このため、形状が共に門形であるコラム部12(第1コラム)および第1サドル20(第2コラム)によって、ダブルコラム構造が形成され、幅の広い門形のコラム部12であっても、機械は高い剛性と安定性を得ることができる。

[0033] また、コラム部12の後方に、第1サドル20や後述する第2サドル30などの可動部を配置するので、機械の前後方向の奥行きが短くなる。よって、後述する各移動機構50、70、80に対するメンテナンス作業を機械の後方から容易に行うことができる。

[0034] (4) 第1サドルのクランプ装置

次に、メイン側の第1サドル20aとサブ側の第1サドル20bとを連結するクランプ装置90について説明する。

[0035] 図1および図2に示すように、クランプ装置90(90-1、90-2)は、第1サドル20の上桁部材22の上部と、柱部材21の下部の2か所に設けられており、メイン側とサブ側の2つの第1サドル20a、20bを連結している。図4は、柱部材21の下部に設けられているクランプ装置90-1の断面図を示している。

[0036] 第1サドル20a、20bの隣り合う柱部材21a、21bの下部側壁には、図4に示すように、孔21aH、21bHがそれぞれ形成されており、これらの孔を水平方向に貫通して、円筒状のクランプ装置90-1が設けられている。このクランプ装置90-1は、ハウジング91、シャフト92、およびクランピングスリーブ93を有している。ハウジング91は、フランジ部91aを有していて、メイン側の孔21aHからサブ側の孔21bHへ挿通される。ハウジング91の内壁に沿って環状空間94が形成されるように、クランピングスリーブ93がハウジング91内へ嵌挿される。リング部材95(95a、95b)は、クランピングスリーブ93がハウジング91内において、図4で左右方向に移動するのを阻止するために設けられており、ハウジング91の左右にそれぞれネジ止めされて、ハウジング91の一部を構成している。ハウジング91は、フランジ部91aでメイン側の柱部材21aの内壁にネジ止めされる。

[0037] 中空のシャフト92は、円筒部92aとフランジ部92bとを有し、サブ側の孔21bHから、円筒部92aがクランピングスリーブ93内に嵌挿される。円筒部92aの水平方向の長さは、ハウジング91の水平方向の長さよりも、若干長く形成されている。フランジ部92bは、スペーサ96を介して、サブ側の柱部材21bの内壁にネジ止めされている。円筒部92aの端部には、円筒部92aの外径よりも大きく、リング部材95aの外径よりも小さいプレート97がネジ止めされており、シャフト92が左方向へ抜け出さないようにしている。プレート97は、シャフト92の一部を構成している。

[0038] メイン側の柱部材21aには、油圧用経路98が設けられている。ハウジング91の側面に設けられた環状溝91bと、ハウジング91に形成された油孔91cとを介して、環状空間94内を満たしている作動油に油圧用経路98から圧力をかけると、クランピングスリーブ93が円筒部92aを押圧して、シャフト92をクランプする。

[0039] 図4は、リング部材95aとプレート97との間に形成される隙間99a

と、リング部材95bとフランジ部92bとの間に形成される隙間99bとがほぼ等しい状態で、シャフト92がクランプされた状態を示している。環状空間94内の作動油への圧力を下げると、クランピングスリーブ93が円筒部92aを押圧する押圧力が弱まり、シャフト92はクランプが解除されたアンクランプ状態となる。アンクランプ状態では、シャフト92は、隙間99a、99bの範囲内で、ハウジング91内を左右方向に移動可能となる。

[0040] 以上は、柱部材21の下部に設けられたクランプ装置90-1についての説明であるが、図2に示される上桁部材22a、22bの上部に隣り合って設けられた、箱状の枠部材25a、25b内のクランプ装置90-2も、上述したクランプ装置90-1と同様の構造を有している。

[0041] なお、メイン側の第1サドル20aとサブ側の第1サドル20bとが連結された状態とは、上下2つのクランプ装置90-1、90-2のそれぞれのシャフト92が、いずれもクランプされている状態をいう。このとき、メイン側の加工ユニット100Aとサブ側の加工ユニット100Bは、一体となって左右方向に案内される。また、2つのクランプ装置90-1、90-2のそれぞれのシャフト92が同時にアンクランプされると、加工ユニット100A、100Bの連結は解除される。

[0042] (5) X軸移動機構

X軸移動機構51、52は、第1サドル20を左右方向に移動させるための機構であり、本実施形態では、メイン側のX軸移動機構52は上側に設けられ、サブ側のX軸移動機構51は下側に設けられている。これらのX軸移動機構51、52は公知の機構であり、それぞれX軸ガイド機構51G、52Gと、X軸送り機構51Dr、52Drを備えている。

[0043] X軸移動機構51に備わるX軸ガイド機構51Gは、ベース後部14の水平部14a上に、左右方向に延びるように設けられた1本のX軸ガイドレール53と、メイン側の第1サドル20aの下桁部材23aの下面に取り付けられている一対のX軸スライダ54aと、サブ側の第1サドル20bの下

桁部材 23 b の下面に取り付けられている一対の X 軸スライダ 54 b とからなる。X 軸送り機構 51 D r は、ベース後部 14 の水平台部 14 a 上に設置された X 軸駆動モータ 55 と、この X 軸駆動モータ 55 に連結された X 軸ボールねじ 56 と、この X 軸ボールねじ 56 に螺合されたナット 57 とを備えている。ナット 57 は、サブ側の第 1 サドル 20 b の下桁部材 23 b の前面に固着されて、X 軸駆動モータ 55 により X 軸ボールねじ 56 を回転させる。

[0044] X 軸移動機構 52 に備わる X 軸ガイド機構 52 G は、コラム部 12 の上桁部材 12 b の後面に左右方向に延びるように設けられた 1 本の X 軸ガイドレール 58 と、メイン側の第 1 サドル 20 a の上桁部材 22 a の前面に取り付けられた一対の X 軸スライダ 59 a と、サブ側の第 1 サドル 20 b の上桁部材 22 b の前面に取り付けられた一対の X 軸スライダ 59 b とからなる。X 軸送り機構 52 D r は、コラム部 12 の上桁部材 12 b の上面に設置された X 軸駆動モータ 60 と、この X 軸駆動モータ 60 に連結された X 軸ボールねじ 61 と、この X 軸ボールねじ 61 に螺合されたナット 62 とを備えている。ナット 62 は、メイン側の第 1 サドル 20 a の箱状の枠部材 25 a の前面に固着されて、X 軸駆動モータ 60 により X 軸ボールねじ 61 を回転させる。

[0045] X 軸移動機構 51 は、サブ側の第 1 サドル 20 b を左右方向に移動させ、X 軸移動機構 52 は、メイン側の第 1 サドル 20 a を左右方向に移動させる。すなわち、各加工ユニット 100 A、100 B は、それぞれ独立した X 軸移動機構 52、51 を備えている。

[0046] ワークを加工する際には、前述のクランプ装置 90 により、メイン側とサブ側の 2 つの第 1 サドル 20 a、20 b を連結し、これらを一体構造物として左右方向に案内する。クランプ装置 90 で連結されて一体化された第 1 サドル 20 は、高い剛性を有する。さらに、X 軸移動機構 51 の X 軸駆動モータ 55 と、X 軸移動機構 52 の X 軸駆動モータ 60 を同期して回転させることで、一体構造物となった第 1 サドル 20 を、2 つの駆動源により力強く安

定した状態で、X軸ガイドレール53、58に沿って左右方向へ移動させることができる。

[0047] 本実施形態では、図2に示すように、X軸移動機構51、52のX軸駆動モータ55、60が、同じ側（サブ側）に位置するように設置されているので、各ボールねじ56、61の回転方向が同じになる。X軸送り機構51Dr、52Drは、ほぼ同じ垂直線上に位置するように配置されている。この配置は、主軸装置40が上下方向（Y軸方向）や前後方向（Z軸方向）に案内される際に、非常にバランスが良く機械に安定感を与えている。

[0048] （5）第2サドル

第2サドル30は、第1サドル20に上下方向へ移動可能に支持されている。詳しくは、メイン側の第2サドル30aは、メイン側の第1サドル20aに上下方向へ移動可能に支持され、サブ側の第2サドル30bは、サブ側の第1サドル20bに上下方向へ移動可能に支持されている。メイン側の第2サドル30aは、主軸装置40aを保持する筒状の部材からなり、後述するY軸スライダ72aが背面に設けられたフランジ部31aと、後述するZ軸移動機構80aおよび主軸装置40aを収納する保持部32aとを備えている。この第2サドル30aは、フランジ部31aと第1サドル20aの左右一对の柱部材21aとの間に設けられたY軸ガイド機構70aGを介して、第1サドル20aに支持されており、第1サドル20aの縦長窓24a内を上下方向に移動する。サブ側の第2サドル30bも、上述したメイン側の第2サドル30aと同様の構造を有している。

[0049] （7）Y軸移動機構

Y軸移動機構70は、第2サドル30を上下方向に移動させるための機構であり、Y軸ガイド機構70Gと、Y軸送り機構70Drとを備えている。詳しくは、メイン側のY軸移動機構70aは、Y軸ガイド機構70aGと、Y軸送り機構70aDrとを備えており、メイン側の第2サドル30aを上下方向に移動させる。サブ側のY軸移動機構70bは、Y軸ガイド機構70bGと、Y軸送り機構70bDrとを備えており、サブ側の第2サドル30

bを上下方向に移動させる。

[0050] メイン側のY軸ガイド機構70aGは、メイン側の第1サドル20aの左右一対の柱部材21aの前面に、上下方向に延びるように設けられた一対のY軸ガイドレール71aと、各Y軸ガイドレール71aに嵌合し、メイン側の第2サドル30aのフランジ部31aの左右後面にそれぞれ2つずつ設けられているY軸スライダ72aとからなる。メイン側のY軸送り機構70aDrは、メイン側の第1サドル20aの上桁部材22aの上面に取り付けられたY軸駆動モータ73aと、Y軸駆動モータ73aに連結されたY軸ボールねじ74aと、Y軸ボールねじ74aに螺合されたナット75aとを備えている。ナット75aは、メイン側の第2サドル30aの保持部32aに固着されている。サブ側のY軸移動機構70bも、メイン側のY軸移動機構70aと同様の構成となっている。

[0051] メイン側のY軸送り機構70aDrに備わるY軸駆動モータ73aと、サブ側のY軸送り機構70bDrに備わるY軸駆動モータ73bとは、同期して回転させてもよいし、同期を解除して回転させてもよい。2つのY軸駆動モータ73a、73bを回転させることで、Y軸ボールねじ74a、74bが回転し、第2サドル30a、30bがそれぞれY軸ガイドレール71a、71bに沿って上下方向に移動する。このY軸移動機構70は、公知の機構である。

[0052] Y軸ガイド機構70GのY軸ガイドレール71a、71bは、図3に示すように（図3ではY軸ガイドレール71bのみ図示）、側面から見て、第1サドル20の上部とコラム部12の上部との間に、垂直に設けられている。つまり、X軸ガイド機構52GとY軸ガイド機構70Gとは、実質的に同一平面（XY平面）上に位置している。

[0053] (8) 主軸装置

主軸装置40は、第2サドル30に支持されており、主軸41と主軸ハウジング42とを備えている。詳しくは、メイン側の主軸装置40aは、メイン側の第2サドル30aに支持されており、主軸41aと主軸ハウジング4

2 a とを備えている。サブ側の主軸装置 4 0 b は、サブ側の第 2 サドル 3 0 b に支持されており、主軸 4 1 b と主軸ハウジング 4 2 b とを備えている。

[0054] メイン側の主軸装置 4 0 a の主軸 4 1 a は、主軸ハウジング 4 2 a 内で、Z 軸を中心として回転可能に保持されている。この主軸 4 1 a は、主軸ハウジング 4 2 a に内蔵されている主軸駆動モータ（図示省略）の回転軸に連結されており、主軸 4 1 a の前端部には、図示しない各種工具が着脱可能に装着される。主軸ハウジング 4 2 a の下面には、後述するメイン側の Z 軸ガイド機構（図示省略）の Z 軸ガイドレール（図示省略）が、前後方向にわたって取り付けられている。主軸装置 4 0 a は、上記の Z 軸ガイド機構を介して、メイン側の第 2 サドル 3 0 a のフランジ部 3 1 a 内および保持部 3 2 a 内に、前後方向へ移動可能に保持されている。これにより、主軸装置 4 0 a は、第 1 サドル 2 0 a の縦長の窓 2 4 a 内で、上下方向と前後方向に移動可能であり、コラム部 1 2 の方形窓 1 6 内で、左右方向と上下方向と前後方向に移動可能となっている。なお、方形窓 1 6 の縦長さは、主軸 4 1 a の上下方向のストロークよりも長くなっている。サブ側の主軸装置 4 0 b も、上述したメイン側の主軸装置 4 0 a と同様の構成となっている。

[0055] (9) Z 軸移動機構

Z 軸移動機構 8 0 は、主軸装置 4 0 を前後方向に移動させるための機構であり、公知の Z 軸ガイド機構 8 0 G および Z 軸送り機構 8 0 D r を備えている。詳しくは、メイン側の Z 軸移動機構 8 0 a は、Z 軸ガイド機構（図示省略）と、Z 軸送り機構 8 0 a D r とを備えており、サブ側の Z 軸移動機構 8 0 b は、Z 軸ガイド機構 8 0 b G と、Z 軸送り機構 8 0 b D r とを備えている。以下では、サブ側の Z 軸移動機構 8 0 b について説明する。

[0056] 図 3 に示すように、サブ側の Z 軸移動機構 8 0 b の Z 軸ガイド機構 8 0 b G は、主軸ハウジング 4 2 b の下面に前後方向に延びるように取り付けられた Z 軸ガイドレール 8 1 b と、第 2 サドル 3 0 b の保持部 3 2 b の左右に固設され、各 Z 軸ガイドレール 8 1 b に嵌合する複数の Z 軸スライダ 8 2 b とを有する。サブ側の Z 軸送り機構 8 0 b D r は、第 2 サドル 3 0 b の保持部

32bの後方へ突出するように取り付けられたZ軸駆動モータ83bと、このZ軸駆動モータ83bに連結されたZ軸ボールねじ84bと、このZ軸ボールねじ84bに螺合されたナット85bとを有する。ナット85bは、主軸ハウジング42bに固着されている。Z軸駆動モータ83bによりZ軸ボールねじ84bを回転させることで、主軸装置40bが、Z軸ガイドレール81bに沿って前後方向に移動する。メイン側のZ軸移動機構80aも、上述したサブ側のZ軸移動機構80bと同様の構成となっている。

[0057] なお、サブ側の第2サドル30bに設けられるZ軸スライダ82bの設置数と設置場所は、Z軸ガイドレール81bの設置数と設置場所にあわせて、任意に選定することができる。メイン側のZ軸移動機構80aについても同様である。

[0058] (10) 冶具台

図3は、横型マシニングセンタ1の前方に冶具台190を配置した状態を示している。この冶具台190は、ベースコラム10のベース前部13の前面に取り付けられ、床面に固定される構造体である。冶具台190の左右方向の幅および上下方向の高さは、ベース前部13の左右方向の幅および上下方向の高さと同じである。冶具台190には、例えばA軸テーブル（図示省略）が載置される。

[0059] 冶具台190には、ベース前部13に設けられた切りくず排出部15と同様の、切りくず排出部（図示省略）が設けられている。この切りくず排出部は、シュート（図示省略）および透孔（図示省略）を有している。ワーク加工時に発生する切りくずは、シュートに落下して透孔へ導かれ、透孔から冶具台190の下に設置されるチップコンベア（図示省略）に排出される。これにより、冶具台190への切りくずの堆積が最小限に抑えられ、冶具台190の熱膨張による加工精度の低下が防止される。

[0060] また、冶具台190には、ベース前部13の水平部13aと同様に、切りくず排出部を挟んで左右両側に水平部191が設けられている。それぞれの水平部191の上面には、載置台192が設けられており、各載置台

192上に、A軸テーブルの駆動部およびサポート部（図示省略）が載置される。

[0061] なお、本実施形態においては、A軸テーブルが載置される治具台190を例に挙げたが、治具台190にはB軸テーブルを載置してもよい。また、治具チェンジャ仕様の治具台や、パレットチェンジャ仕様の治具台を設けてもよい。さらに、切りくず排出部を省略して、ベース前部13の切りくず排出部15へ切りくずが排出されるようにしてもよい。

[0062] 図示は省略しているが、テーブル上には、メイン側およびサブ側に対応した治具がそれぞれ設けられており、各治具には、メイン側の主軸41aおよびサブ側の主軸41bに対応した箇所に、位置測定用の基準孔が設けられている。この基準孔は、主軸41a、41bの間隔を補正するために必要となるが、主軸間隔の補正については、後で詳しく説明する。

[0063] (11) 自動工具交換装置

図5は、コラム部12の上桁部材12bの前面に設けられた基準面12d（図1参照）に、自動工具交換装置（以下「ATCユニット」と表記）200、300を取り付けた状態を示している。

[0064] メイン側のATCユニット200は、略台形の形状を有するフレーム201の周縁に、多数の工具保持部材202を備えている。これらの工具保持部材202は、チェーンのようなリンク機構（図示省略）によって工具保持部材同士を連結するための連結部と、連結された工具保持部材をフレーム201の周縁に沿って移動させるためのカム機構の一部を構成するカムフォロア部（図示省略）と、工具203を把持する爪部204とからなる。図示しないモータによって、メイン側の主軸41aに把持されるべき工具203を把持した工具保持部材202が、後述する工具交換位置に位置決めされる。

[0065] 本実施形態では、自動工具交換の方式として、ATCユニット200、300と主軸41a、41bとの間で工具203、303を直接受け渡す、いわゆるダイレクト交換方式を採用している。

[0066] 次に、メイン側のフレーム201について詳述する。図5に示すように、

フレーム201は、略台形の形状をしており、5つの辺201a~201eから構成されている。平行な2辺201a、201bは、正面視で垂直となるように配置されている。これらの2辺のうち、短辺201aは機械の外方側にあり、長辺201bは機械の内方側にある。水平辺201cは上記の2辺に対して垂直であり、傾斜辺201dは、機械の外方側から内方側にかけて主軸41aに近付くように傾斜している。水平辺201eは、主軸ハウジング42aの上方にあって、主軸ハウジング42aの左右方向の幅とほぼ同じ長さを有している。

[0067] 水平辺201eは、主軸41aと対向しており、この水平辺201eのほぼ中央に位置決めされた工具保持部材202に把持された工具203が、主軸41aによって把持される。なお、工具保持部202は公知の構造であり、工具203を把持する2本の爪からなる爪部204を備えている。爪部204は、フレーム201の水平辺201eにおいて下向きの垂直な姿勢となり、工具203を把持する。

[0068] フレーム201は、図6に示すように、裏側において保持部材205やブラケット206により保持されている。このため、ATCユニット200は、コラム部12の基準面12dだけでなく、上桁部材12bの上面にも固定され、安定してベースコラム10に取り付けられる。

[0069] サブ側のATCユニット300は、メイン側のフレーム201と左右対称なフレーム301を有しており、メイン側のATCユニット200と同様の構成を備えている。

[0070] 本実施形態では、コラム部12の上部前面に基準面12dが設けられているため、予め組み立てたATCユニット200、300を基準面12dに取り付けるだけで済む。また、フレーム201、301は、機械の外側から内側にかけて主軸41a、41bに近付くように傾斜する傾斜辺201d、301dを有しているため、コラム部12の柱部材12aの前面をさえぎるものがない。このため、柱部材12aの前面に、例えば、刃具の折れた工具を払い出す払出装置などを設けることができ、空間を有効に活用できる。

[0071] (12) 主軸間隔の補正

冒頭に述べたように、複数の主軸を備えた工作機械においては、温度変化やワーク加工時に発生する熱などが原因で、主軸間隔に変位が生じて加工精度が低下するため、主軸間隔の補正が必要となる。以下、この補正について詳細に説明する。

[0072] 図7は、主軸間隔の補正を行うための構成を示している。制御装置5は、CPU5aと、記憶部5bと、モータ制御部5cと、クランプ駆動部5gとを備えている。制御装置5には、これら以外にも、各種の処理を行うブロックが含まれているが、ここでは補正に関するブロックのみが図示されている。

[0073] CPU5aは、マイクロプロセッサからなり、工作機械（横型マシニングセンタ1）の全体的な動作を制御する。この動作には、ワークを加工する通常時の動作のほか、主軸間隔を補正する際の動作も含まれる。CPU5aには、記憶部5b、モータ制御部5c、クランプ駆動部5g、および基準位置測定器6が接続されており、CPU5aとこれらとの間で信号やデータの授受が行われる。記憶部5bは、CPU5aが行う制御に必要なプログラムが格納されたプログラムメモリや、制御に必要なデータが格納されたデータメモリなどを有している（図示省略）。モータ制御部5cは、X軸モータ制御部5d、Y軸モータ制御部5e、およびZ軸モータ制御部5fからなる。

[0074] X軸モータ制御部5dは、メイン側のX軸送り機構52Drに備わるX軸駆動モータ60、およびサブ側のX軸送り機構51Drに備わるX軸駆動モータ55を制御する。Y軸モータ制御部5eは、メイン側のY軸送り機構70aDrに備わるY軸駆動モータ73a、およびサブ側のY軸送り機構70bDrに備わるY軸駆動モータ73bを制御する。Z軸モータ制御部5fは、メイン側のZ軸送り機構80aDrに備わるZ軸駆動モータ83a、およびサブ側のZ軸送り機構80bDrに備わるZ軸駆動モータ83bを制御する。クランプ駆動部5gは、クランプ装置90の環状空間94（図4）内の作動油に圧力をかける油圧機器7を駆動する駆動回路からなる。

- [0075] 基準位置測定器6は、後述する図9に示されるように、メイン側とサブ側のそれぞれの主軸41a、41bの先端に取り付けられるタッチプローブ6a、6bを備えている。タッチプローブ6a、6bは、治具8a、8bに設けられている基準孔9a、9bの位置を検出し、CPU5aは、その検出結果に基づいて主軸41a、41bの間隔を補正する。
- [0076] 図8は、主軸間隔の補正手順を示したフローチャートである。この手順は、記憶部5bに格納されている主軸間隔補正プログラムに従い、CPU5aが実行する。以下、フローチャートに従って、主軸間隔の補正手順を詳細に説明する。
- [0077] ステップS1では、メイン側の主軸41aの先端と、サブ側の主軸41bの先端に、タッチプローブ6a、6bを取り付ける。取り付け前のタッチプローブ6a、6bは、ATCユニット200、300に工具とともに保持されており、ATCユニット200、300を動作させることで、自動的に主軸41a、41bの先端に取り付けられる。
- [0078] ステップS2では、メイン側の主軸41aが、メイン側の治具8aに設けられた基準孔9aの位置に来るように、すなわち、主軸41aのX座標およびY座標が、基準孔9aのX座標およびY座標と一致するように、主軸装置40aを、X軸送り機構52DrとY軸送り機構70aDrとにより、X軸方向およびY軸方向へ移動させる。図9はこの状態を示しており、メイン側の主軸41aの中心線Paは、メイン側の治具8aの基準孔9aの中心線Qaと一致している。
- [0079] ステップS3では、メイン側の主軸装置40aとサブ側の主軸装置40bとを、それぞれZ軸送り機構80aDr、80bDrにより、Z軸方向へ一定距離前進させる。これにより、主軸41a、41bの先端に取り付けられているタッチプローブ6a、6bが、それぞれ基準孔9a、9b内に進入する。
- [0080] ステップS4では、タッチプローブ6a、6bによって、基準孔9a、9bの位置（X座標、Y座標）を測定する。具体的には、主軸装置40a、4

0 b を X 軸方向および Y 軸方向へ移動させながら、タッチプローブ 6 a、6 b を基準孔 9 a、9 b の内壁の複数箇所（例えば 4 箇所）に接触させ、各接触位置の X 座標と Y 座標をもとに、基準孔 9 a、9 b の中心線 Q a、Q b の X 座標と Y 座標を求める。このときの X 座標と Y 座標が基準孔 9 a、9 b の位置であり、この位置は、主軸間隔の補正の基準となる基準位置である。

[0081] ステップ S 5 では、主軸装置 4 0 a、4 0 b を、それぞれ Z 軸送り機構 8 0 a D r、8 0 b D r により、Z 軸方向へ後退させる。これにより、タッチプローブ 6 a、6 b は、基準孔 9 a、9 b から抜け出る。

[0082] ステップ S 6 では、ステップ S 4 で測定された基準孔 9 a、9 b の位置に基づいて、基準孔 9 a、9 b 間の間隔、すなわち図 9 の基準孔間隔 W 1 を算出する。図 9 からわかるように、基準孔間隔 W 1 は、基準孔 9 a の中心線 Q a の X 座標と、基準孔 9 b の中心線 Q b の X 座標との差として算出することができる。

[0083] ステップ S 7 では、主軸 4 1 a、4 1 b 間の間隔、すなわち図 9 の主軸間隔 W 2 を記憶部 5 b から読み出す。記憶部 5 b には、補正が行われる毎に、基準孔間隔 W 1 や主軸間隔 W 2 などの補正データが記憶される。したがって、ステップ S 7 で読み出される主軸間隔 W 2 は、前回補正された主軸間隔である。

[0084] 冒頭でも述べたように、温度変化や加工時の熱は、主軸側と治具側の双方に影響を与えるので、主軸間隔 W 2 だけでなく基準孔間隔 W 1 にも変位が生じる。そこで、補正にあたって基準孔 9 a、9 b の位置を測定し、その位置に主軸 4 1 a、4 1 b を合わせるように前回の主軸間隔 W 2 を再補正する（後述のステップ S 1 1）ことで、基準孔間隔 W 1 に変位が生じた場合でも、 $W 2 = W 1$  の関係を維持することが可能となる。

[0085] ステップ S 8 では、ステップ S 6 で算出された基準孔間隔 W 1 と、ステップ S 7 で読み出された主軸間隔 W 2 との差分  $\Delta W$  を計算する（ $\Delta W = W 1 - W 2$ ）。この差分  $\Delta W$  が、主軸間隔 W 2 を補正するための補正量となる。

[0086] ステップ S 9 では、ステップ S 8 で算出された差分  $\Delta W$  に基づき、主軸間

隔 $W_2$ に誤差があるか否かを判定する。具体的には、例えば、 $\Delta W = 0$ であれば誤差がないと判定し、 $\Delta W \neq 0$ であれば誤差があると判定する。あるいは、差分 $\Delta W$ を所定の閾値 $\alpha$ と比較し、 $\Delta W < \alpha$ であれば誤差がないと判定し、 $\Delta W \geq \alpha$ であれば誤差があると判定してもよい。

[0087] ステップS9での判定の結果、主軸間隔 $W_2$ に誤差があれば（ステップS9；YES）、ステップS10へ進み、主軸間隔 $W_2$ に誤差がなければ（ステップS9；NO）、ステップS10以降の手順を実行せずに処理を終了する。

[0088] ステップS10では、クランプ装置90をアンクランプ状態にして、メイン側とサブ側の第1サドル20a、20bの連結を解除する。これにより、サブ側の第1サドル20bは、メイン側の第1サドル20aから切り離されて、独立してX軸方向（左右方向）へ移動できるようになる。

[0089] ステップS11では、サブ側のX軸送り機構51DrのX軸駆動モータ55を回転させて、サブ側の第1サドル20bを含む加工ユニット100B全体を、ステップS8で算出された補正量 $\Delta W$ だけ、X軸方向へ移動させる。その結果、図9において、主軸41bは左側へ $\Delta W$ だけ移動し、主軸41bの中心線Pbと基準孔9bの中心線Qbとが一致する。これにより、主軸間隔 $W_2$ は基準孔間隔 $W_1$ と等しくなって、主軸間隔 $W_2$ の補正が完了する。

[0090] ステップS12では、クランプ装置90を再びクランプ状態にして、メイン側とサブ側の第1サドル20a、20bを連結する。このとき、主軸41a、41bは、主軸間隔 $W_2$ の誤差が解消されたりセット状態となっている。なお、第1サドル20a、20bは連結されることで剛性が高まるので、サドルの剛性が要求される加工の場合は、上記のように、補正完了後に両サドルを連結するのが好ましいが、これは必ずしも必要でない。サドルに剛性が要求されない場合は、補正完了後にクランプ装置90をアンクランプ状態のままにして、第1サドル20a、20bをそれぞれX軸移動機構52、51のX軸駆動モータ60、55により、同期して移動させるようにしてもよい。

- [0091] このようにして主軸間隔の補正を行った後、制御装置5は、補正された主軸41a、41bの位置データ（X座標、Y座標）を、ATCユニット200、300に送る。これは、主軸間隔の補正に伴い、ATCユニット200、300における工具交換位置も調整が必要となるからである。ATCユニット200、300は、この位置データに基づいて、各ユニットに備わるモータ（図示省略）を駆動し、工具保持部202、302の工具交換位置を調整する。これにより、主軸41a、41bとの間で行われる工具交換を、正確かつ迅速に行うことができる。
- [0092] 主軸間隔W2が補正された主軸41a、41bは、それらの先端に取り付けられたタッチプローブ6a、6bを、ワークの加工に必要な工具203、303に交換するため、Y軸方向およびZ軸方向における工具交換位置まで移動される。このとき、ATCユニット200、300側では、ワークの加工に必要な工具203、303を把持した工具保持部202、302が、図示しないモータとカム機構により、X軸方向の工具交換位置まで移動する。この時点では、主軸間隔の補正（主軸装置40a、40bのX軸方向への移動）によって生じた、主軸41a、41bと工具交換位置との間のずれが、上述した工具交換位置の調整によって既に解消されている。
- [0093] 本実施形態では、ATCユニット200、300の工具交換位置が、フレーム201、301の水平辺201e、301eの略中央位置となっている。このため、水平辺201e、301eにある工具保持部202、302の位置をX軸方向に微調整する場合でも、爪部204、304は水平辺201e、301eに対して直交したままの姿勢を保つので、主軸41a、41bとの間で工具交換がスムーズに行われる。
- [0094] なお、図9において、測定開始時に、メイン側の主軸41aが基準孔9aからずれている（双方の中心線Pa、Qaが一致しない）場合もありうるが、このずれは、加工プログラムにおける座標系の位置を変更することで相殺され、実際のワーク加工の際には影響しない。したがって、主軸間隔の補正時には、メイン側の主軸41aのずれを考慮する必要はなく、純粋に主軸4

1 a、4 1 bの間隔だけを補正することで足りる。

[0095] 以上のようにして主軸装置4 0 a、4 0 bの主軸間隔が補正された後は、ワークを加工する場合に、メイン側の加工ユニット1 0 0 Aと、サブ側の加工ユニット1 0 0 Bは一体でX軸方向へ移動するため、主軸間隔が安定に維持され、ワークに対して高精度の加工を行うことができる。

[0096] また、上述した実施形態においては、加工ユニット1 0 0 A、1 0 0 Bのそれぞれに対応して、X軸移動機構5 2、5 1が設けられており、主軸間隔を補正する場合は、X軸移動機構5 1のX軸駆動モータ5 5により、加工ユニット1 0 0 Bを第1サドル2 0 bと共に左右方向（X軸方向）へ移動させて、主軸4 1 bの位置を調整している。そして、このX軸移動機構5 1は、主軸間隔の補正時だけ動作するのではなく、通常のワーク加工時にも動作する。したがって、主軸間隔を補正するための専用の装置を設けなくても、既設のX軸移動機構5 1を利用して、主軸間隔の補正を行えるので、簡単な構成によってワークを高精度に加工することができる。また、人手によって複雑な微調整を行う必要がないので、時間的にも経済的にも大きなメリットがある。

[0097] なお、上述した実施形態においては、主軸間隔を補正する場合に、X軸移動機構5 1により、サブ側の加工ユニット1 0 0 Bを移動させたが、X軸移動機構5 2により、メイン側の加工ユニット1 0 0 Aを移動させてもよい。また、両方のX軸移動機構5 1、5 2により、メイン側とサブ側の双方の加工ユニット1 0 0 A、1 0 0 Bを移動させてもよい。

[0098] 以上は、X軸方向における主軸間隔を補正する場合について述べたが、本実施形態においては、主軸4 1 a、4 1 bのY軸方向およびZ軸方向の補正も容易に行うことができる。以下、これらについて説明する。

[0099] Y軸方向の補正については、メイン側とサブ側のY軸移動機構7 0 a、7 0 bにより、第2サドル3 0 a、3 0 bを上下方向（Y軸方向）へ移動させることにより、加工ユニット1 0 0 A、1 0 0 B相互間における主軸4 1 a、4 1 bの上下方向のずれを補正することができる。また、Z軸方向の補正

については、メイン側とサブ側のZ軸移動機構80a、80bを前後方向（Z軸方向）へ移動させることにより、加工ユニット100A、100B相互間における主軸41a、41bの前後方向のずれを補正することができる。

[0100] したがって、本実施形態によれば、主軸41a、41bの左右方向の位置補正だけでなく、上下方向の位置補正や、前後方向の位置補正も行うことができ、結果的に、既設の各軸移動機構を利用して、X・Y・Zの3軸すべてについて、主軸41a、41bの位置を補正することができる。

[0101] ここで、本実施形態の工作機械では、ベース部11上に設置される加工ユニット100A、100Bに備わるX・Y・Zの各軸の移動機構の積層順が、下からX→Y→Zとなっている。すなわち、例えば加工ユニット100Aについてみると、X軸移動機構52により第1サドル20aが左右方向（X軸方向）に移動すると、第1サドル20aに設けられたY軸移動機構70aも左右方向に移動し、さらに、第1サドル20aに保持された第2サドル30aに設けられたZ軸移動機構80aも左右方向に移動する。つまり、X軸移動機構52により第1サドル20aが左右方向に移動することで、必ずY軸移動機構70aも左右方向に移動し、Y軸移動機構70aが左右方向に移動することで、必ずZ軸移動機構80aも左右方向に移動するという、X→Y→Zの積層順になっている。

[0102] これに対し、各軸の移動機構の積層順を、例えば、下からY→X→Zとした場合を考えてみる。この場合、2つの主軸41a、41b間の補正を行うためには、例えば、本実施形態のコラム部12の左右の柱部材12a、12aの間に、Y軸ガイドレールを設置するための中央柱部材がどうしても必要となり、機械全体が大きくなってしまう。さらに、X軸方向の移動機構についても、本実施形態であれば、2つの加工ユニット100A、100Bを共通のX軸ガイドレール58、53上で案内しているが、Y→X→Zの積層順にした場合は、各加工ユニット100A、100Bにそれぞれガイドレールを設ける必要が生じる。

[0103] しかるに、本実施形態のように各軸の移動機構の積層順をX→Y→Zとす

れば、コラム部12の左右の柱部材12a、12aの間に中央柱部材を設けたり、各加工ユニット100A、100Bにそれぞれガイドレールを設けたりすることが不要となる。このため、本実施形態における積層順は、2つの主軸41a、41bの位置を3軸方向すべてにおいて補正する場合でも、機械の小型化に大きく貢献するといえる。

[0104] また、上述した実施形態では、図2に示されるように、メイン側の加工ユニット100Aの第1サドル20aに対応するX軸移動機構52は、コラム部12の上部に設けられ、サブ側の加工ユニット100Bの第1サドル20bに対応するX軸移動機構51は、ベース部11の上面に設けられている。このため、加工ユニット100A、100Bがクランプ装置90で連結された状態では、加工ユニット全体が上側と下側において、X軸移動機構52、51により安定して支持されることになる。

[0105] (13) その他の作用効果

上述した実施形態では、図2に示されるように、メイン側の加工ユニット100Aの第1サドル20aに対応するX軸移動機構52は、コラム部12の上部に設けられ、サブ側の加工ユニット100Bの第1サドル20bに対応するX軸移動機構51は、ベース部11の上面に設けられている。このため、加工ユニット100A、100Bがクランプ装置90で連結された状態では、加工ユニット全体が上側と下側において、X軸移動機構52、51により安定して支持されることになる。

[0106] また、上述した実施形態では、第1サドル20が厚みの薄いベース後部14の上面に配置されるので、第1サドル20と、第1サドル20に支持された第2サドル30と、第2サドル30に支持された主軸装置40の各位置を低くすることができる。このため、機械全体の重心が低くなって安定性が向上する。また、コラム部12の方形窓16は、第1サドル20の縦長の窓24と同じかそれ以上の縦長さを有しており、方形窓16と縦長の窓24とがオーバーラップするので、主軸41の最下降端位置が低くなる。したがって、踏み台がなくても、ワークの脱着、主軸41の先端の点検、工具の点検等

を行うことができる。さらに、第1サドル20が厚みの薄いベース後部14に配置されることで、機械全体の高さが抑えられ、前述した奥行き短縮化と相俟って、機械をより小型化することができる。しかも、機械がコンパクトになっても、主軸41のX軸方向、Y軸方向、Z軸方向の各ストロークは、従来と比べて小さくなることはない。

[0107] また、本実施形態の横型マシニングセンタ1では、コラム部12の上桁部材12bの後面にX軸ガイドレール58を設置し、第1サドル20の柱部材21、21の前面にY軸ガイドレール71を設置している。したがって、X軸ガイド機構52GとY軸ガイド機構70Gとは、コラム部12の上桁部材12bの後面と第1サドル20の前面との間にあって、ほぼ同一の平面(XY平面)上に位置する。これにより、治具台190までの力の伝達経路が短くなるので、熱膨張による各部品の寸法変化量の累積が抑制され、ワークの加工精度を高めることができる。また、X軸ガイド機構52GとY軸ガイド機構70Gとが前後方向に隔離されないので、機械を奥行き方向に小型化することができる。

#### (14) 他の実施形態

[0108] 本発明は、上述した実施形態以外にも、例えば以下のような種々の実施形態を採用することができる。

[0109] 図10は、横型マシニングセンタの他の実施形態を示している。図10において、図2と異なる点は、図2のメイン側のX軸送り機構52Drが、ベース部11の上面に移されている点である。なお、図10では、X軸送り機構のうち駆動モータ60のみが表れており、図2のボールネジ61とナット62は表れていない。本実施形態によると、ベースコラム10の上面にX軸送り機構が存在しないので、その分、機械の高さを低く抑えることができる。また、ベースコラム10の上面に、ATCユニットの工具マガジンなどを容易に設置することができる。

[0110] 上述した実施形態では、基準孔9a、9bの位置を測定するためにタッチプローブ6a、6bを用いたが、タッチプローブ以外のセンサを用いてもよ

いことは言うまでもない。また、上述した実施形態では、基準孔 9 a、9 b は治具 8 a、8 b に設けられているが、基準孔を治具以外の部材に設けてもよい。さらに、基準位置となるのは、孔に限らず、溝や突起などであってもよい。

[0111] 上述した実施形態では、図 8 のステップ S 7 において、記憶部 5 b に記憶されている前回の主軸間隔 W 2 を読み出したが、これに代えて、ステップ S 4 で基準孔 9 a、9 b の位置を測定する際に、主軸 4 1 a、4 1 b の位置も同時に測定し、それらの位置から主軸間隔 W 2 を算出してもよい。

[0112] 上述した実施形態では、2つの主軸 4 1 a、4 1 b により、同じワークに対して同じ加工を行う場合を例に挙げたが、本実施形態の横型マシニングセンタ 1 では、2つの主軸 4 1 a、4 1 b により、異なるワークに対して異なる加工を行うことも可能である。この場合は、第 1 サドル 2 0 a、2 0 b を連結せずに、各加工ユニット 1 0 0 A、1 0 0 B が独立して移動できるようにし、第 1 サドル 2 0 a、2 0 b のそれぞれの X 軸方向のストロークが干渉しない範囲で、各ワークに対し加工を行えばよい。

[0113] 上述した実施形態では、2つの主軸 4 1 a、4 1 b を備えた工作機械を例に挙げたが、本発明は、3つ以上の主軸を備えた工作機械にも同様に適用することができる。

[0114] 上述した実施形態では、工作機械としてマシニングセンタを例に挙げたが、本発明は、マシニングセンタ以外の工作機械にも適用することができる。

## 符号の説明

- [0115] 1 横型マシニングセンタ（工作機械）  
5 制御装置  
6 基準位置測定器  
6 a、6 b タッチプローブ  
9 a、9 b 基準孔  
2 0 a、2 0 b 第 1 サドル  
3 0 a、3 0 b 第 2 サドル

- 40 a、40 b 主軸装置
- 41 a、41 b 主軸
- 51、52 X軸移動機構
- 70 Y軸移動機構
- 80 Z軸移動機構
- 90 クランプ装置
- 100 A、100 B 加工ユニット
- 200、300 A T Cユニット（自動工具交換装置）

## 請求の範囲

- [請求項1] 左右方向へ移動可能な第1サドルと、この第1サドルに支持され上下方向へ移動可能な第2サドルと、この第2サドルに支持され前後方向へ移動可能な主軸装置と、を含む加工ユニットが複数設けられ、  
各加工ユニットが、それぞれの主軸装置に備わる主軸が平行となるように、左右方向に配列された工作機械において、  
前記第1サドルを左右方向へ移動させるX軸移動機構と、  
ワークの加工時および加工ユニット相互間の主軸間隔の補正時に、前記X軸移動機構の動作を制御する制御装置と、を備え、  
前記X軸移動機構は、複数の加工ユニットのそれぞれに対応して設けられており、  
前記制御装置は、主軸間隔の補正時に、所定の加工ユニットの第1サドルを、当該加工ユニットに対応するX軸移動機構により左右方向へ移動させて主軸間隔を補正する、ことを特徴とする工作機械。
- [請求項2] 請求項1に記載の工作機械において、  
主軸間隔の補正の基準となる基準位置を測定する基準位置測定器をさらに備え、  
前記制御装置は、主軸間隔の補正時に、前記基準位置測定器が測定した基準位置に基づいて補正量を算出し、前記第1サドルを前記補正量だけ左右方向へ移動させるように前記X軸移動機構を制御する、ことを特徴とする工作機械。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載の工作機械において、  
隣接する2つの加工ユニットの第1サドル同士を連結するクランプ装置をさらに備え、  
前記制御装置は、  
主軸間隔の補正時に、前記クランプ装置をアンクランプ状態にして、前記第1サドル同士の連結を解除し、  
主軸間隔の補正が終了すると、前記クランプ装置をクランプ状態に

して、前記第1サドル同士を連結するか、または、前記クランプ装置をアンクランプ状態のままにして、前記2つの加工ユニットのそれぞれに対応するX軸移動機構により、前記第1サドル同士を同期して移動させる、ことを特徴とする工作機械。

[請求項4]

請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の工作機械において、前記制御装置は、

隣接する2つの加工ユニットのうち、一方の加工ユニットの第1サドルを左右方向へ移動しないように固定した状態で、他方の加工ユニットの第1サドルを左右方向へ移動させて主軸間隔を補正する、ことを特徴とする工作機械。

[請求項5]

請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の工作機械において、

各加工ユニットの第2サドルを上下方向へ移動させるY軸移動機構と、

各加工ユニットの主軸装置を前後方向へ移動させるZ軸移動機構と、をさらに備え、

前記Y軸移動機構および前記Z軸移動機構は、複数の加工ユニットのそれぞれに対応して設けられており、

前記制御装置は、

前記Y軸移動機構により前記第2サドルを上下方向へ移動させて、加工ユニット相互間における主軸の上下方向のずれを補正し、

前記Z軸移動機構により前記主軸装置を前後方向へ移動させて、加工ユニット相互間における主軸の前後方向のずれを補正する、ことを特徴とする工作機械。

[請求項6]

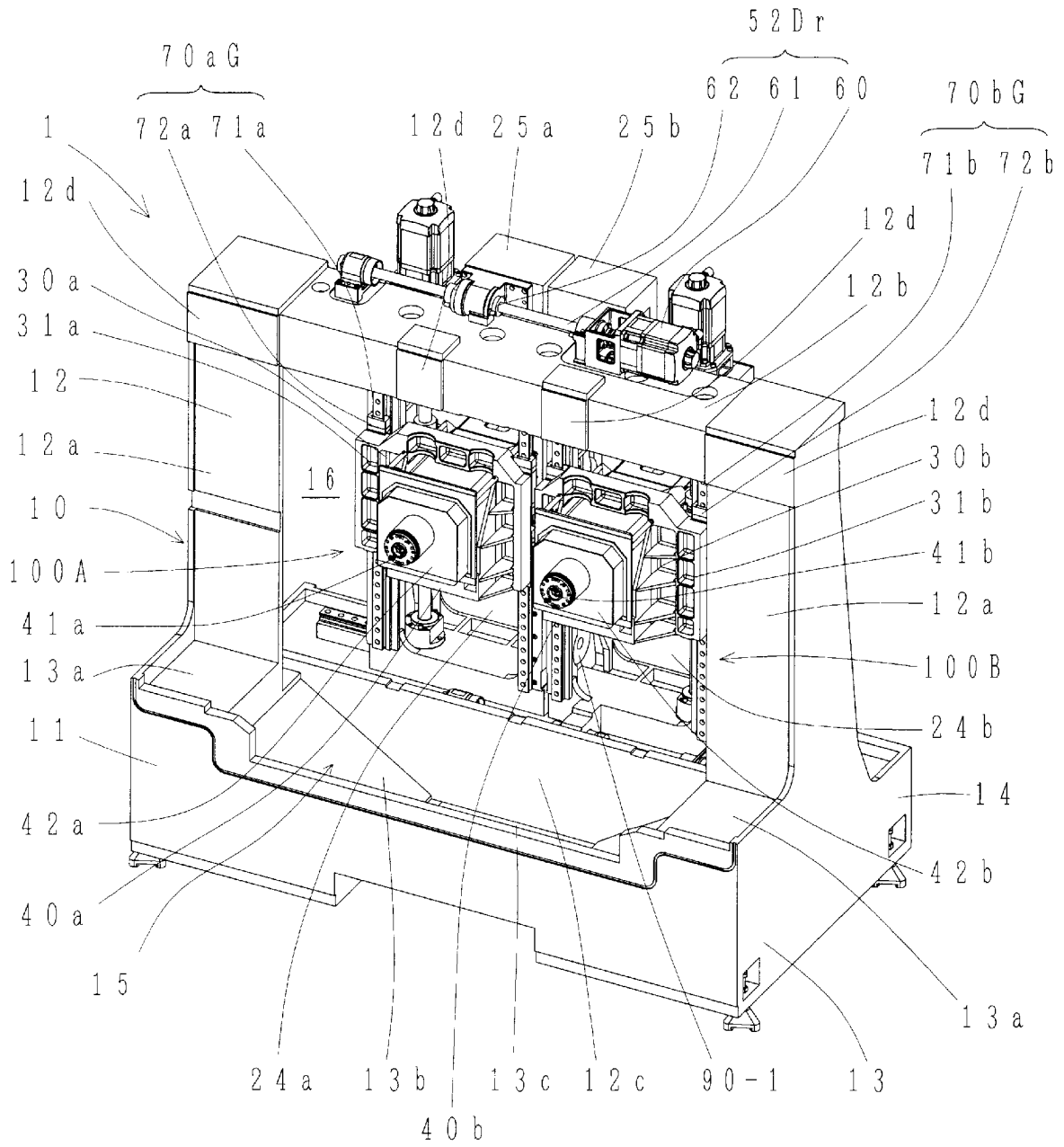
請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の工作機械において、

各加工ユニットの主軸に取り付けられた工具を交換する自動工具交換装置をさらに備え、

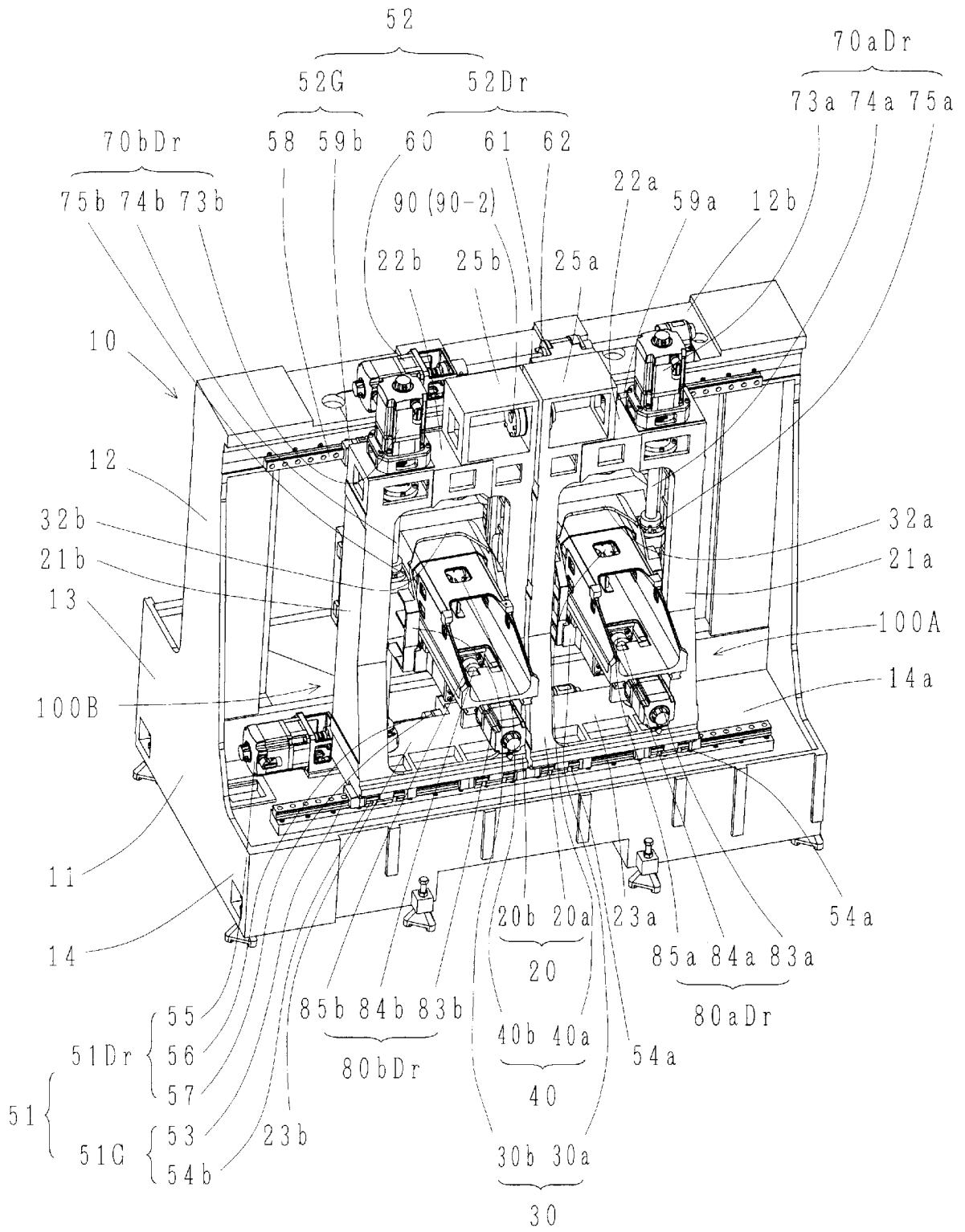
前記制御装置は、補正された主軸の位置データを前記自動工具交換装置へ送る、ことを特徴とする工作機械。

[請求項7]           請求項6に記載の工作機械において、  
                  前記自動工具交換装置は、工具を収容するフレームを備え、  
                  前記フレームは、前記主軸と対向する水平辺を有している、ことを  
                  特徴とする工作機械。

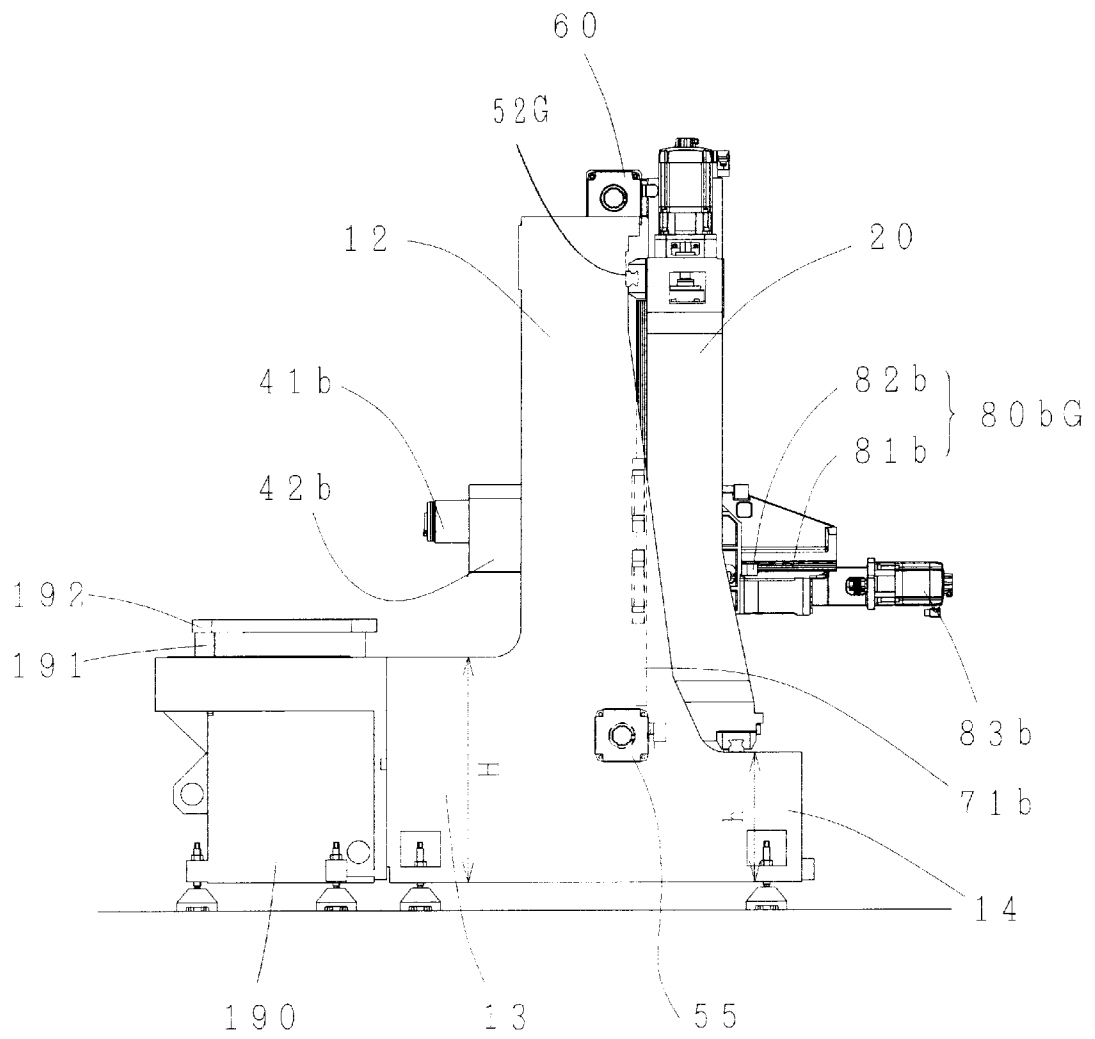
[図1]



[図2]

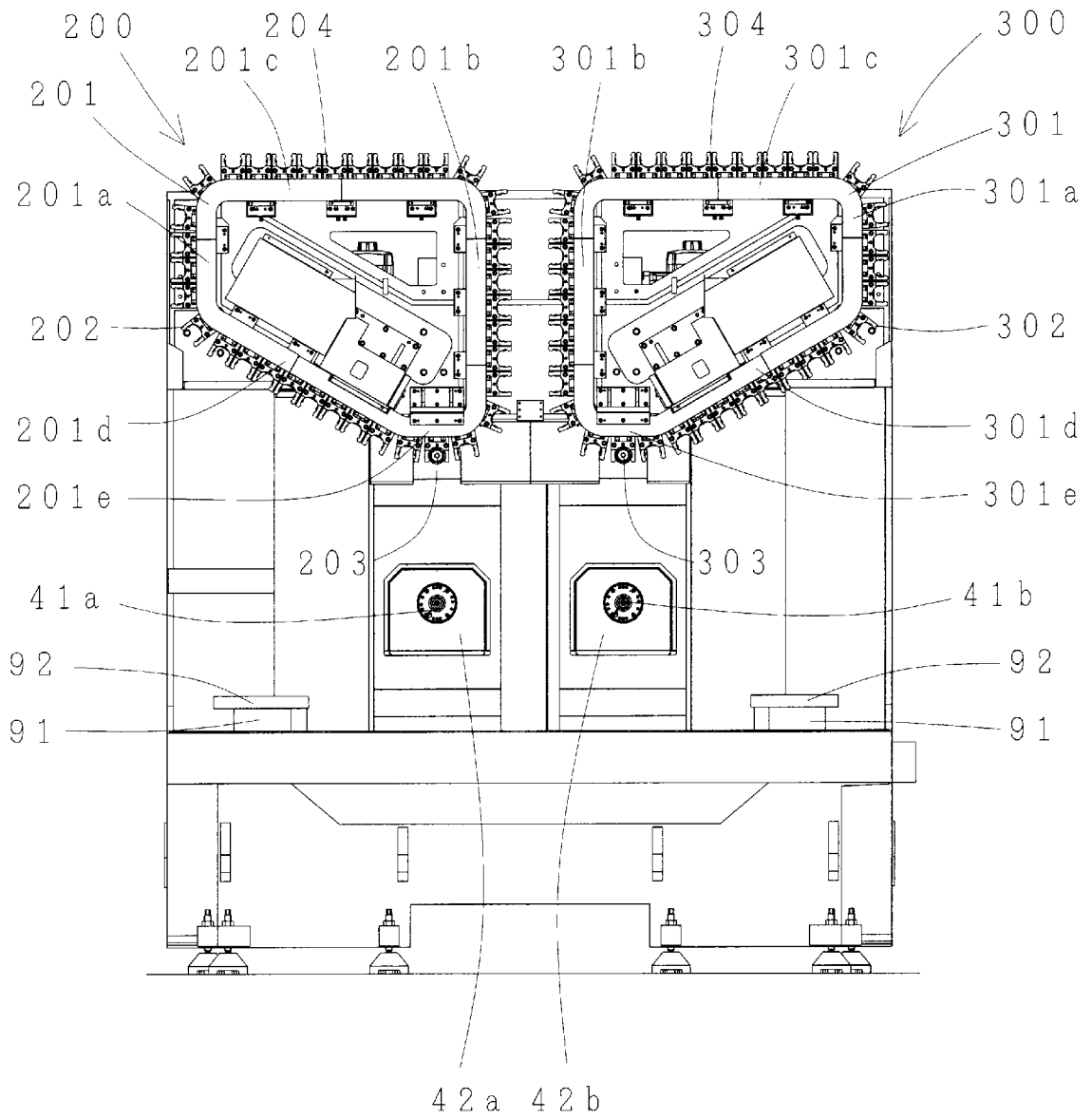


[図3]

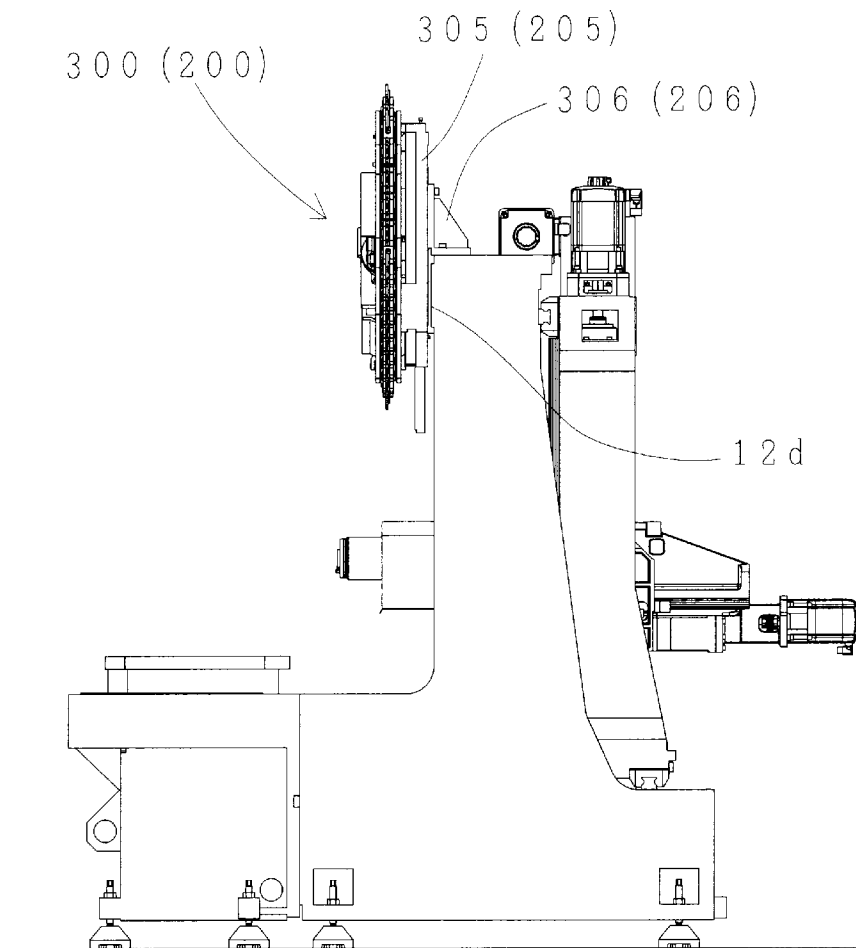




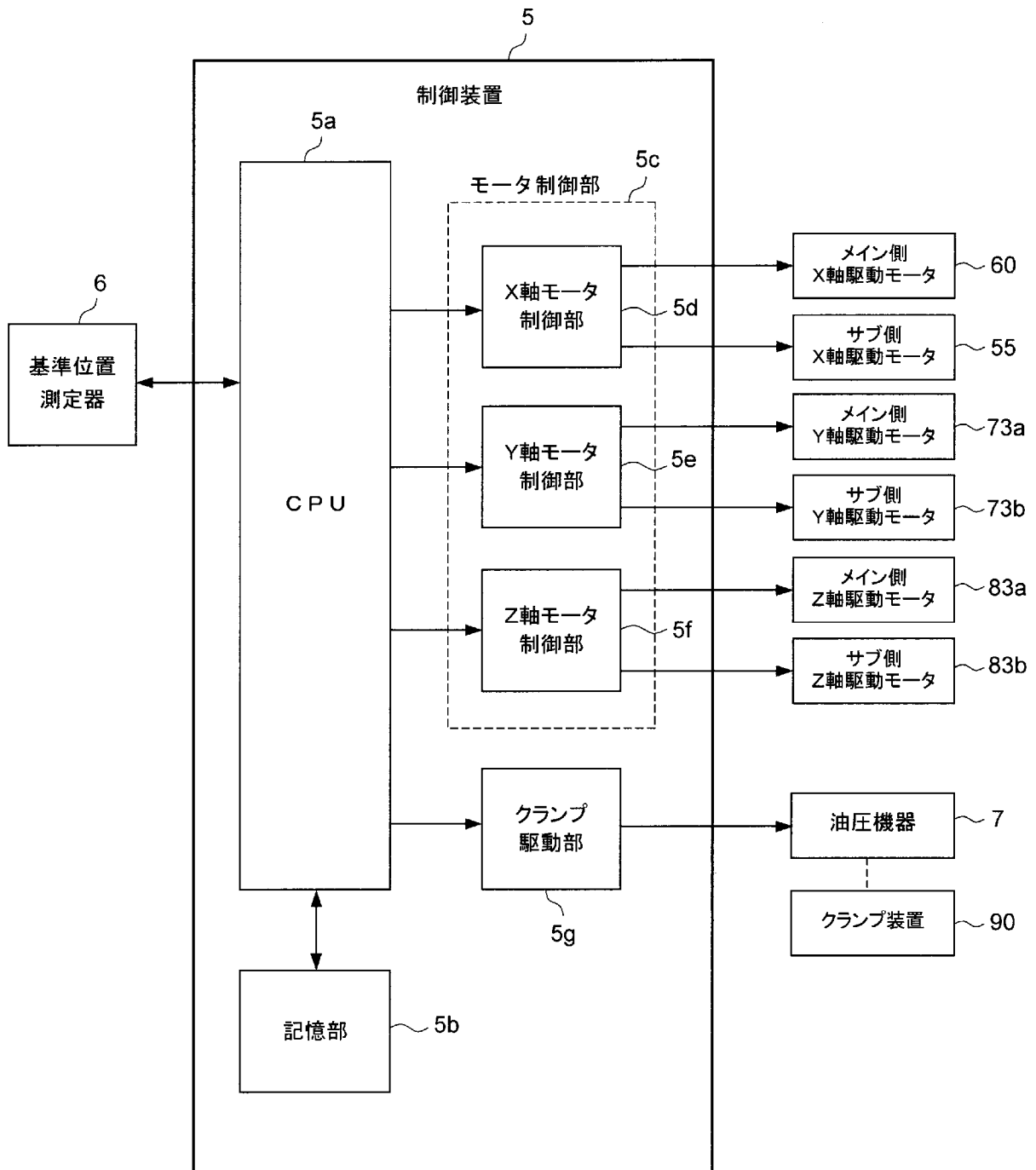
[図5]



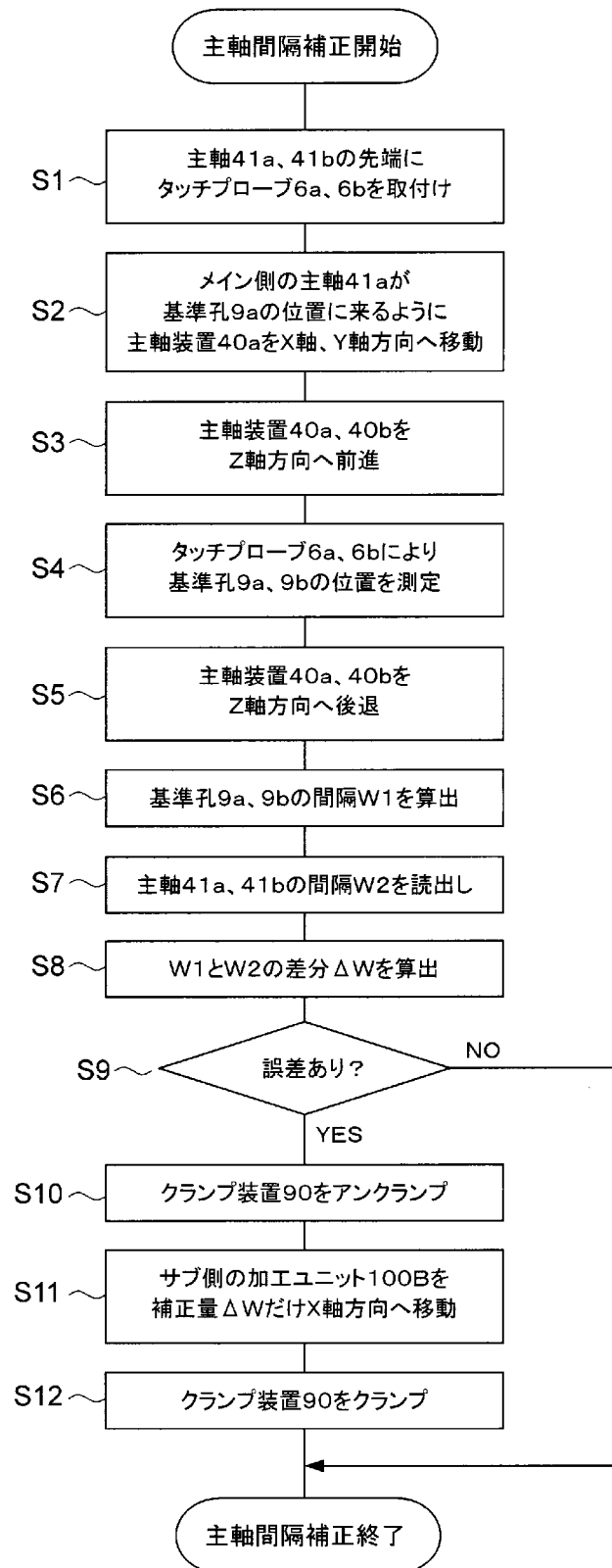
[図6]



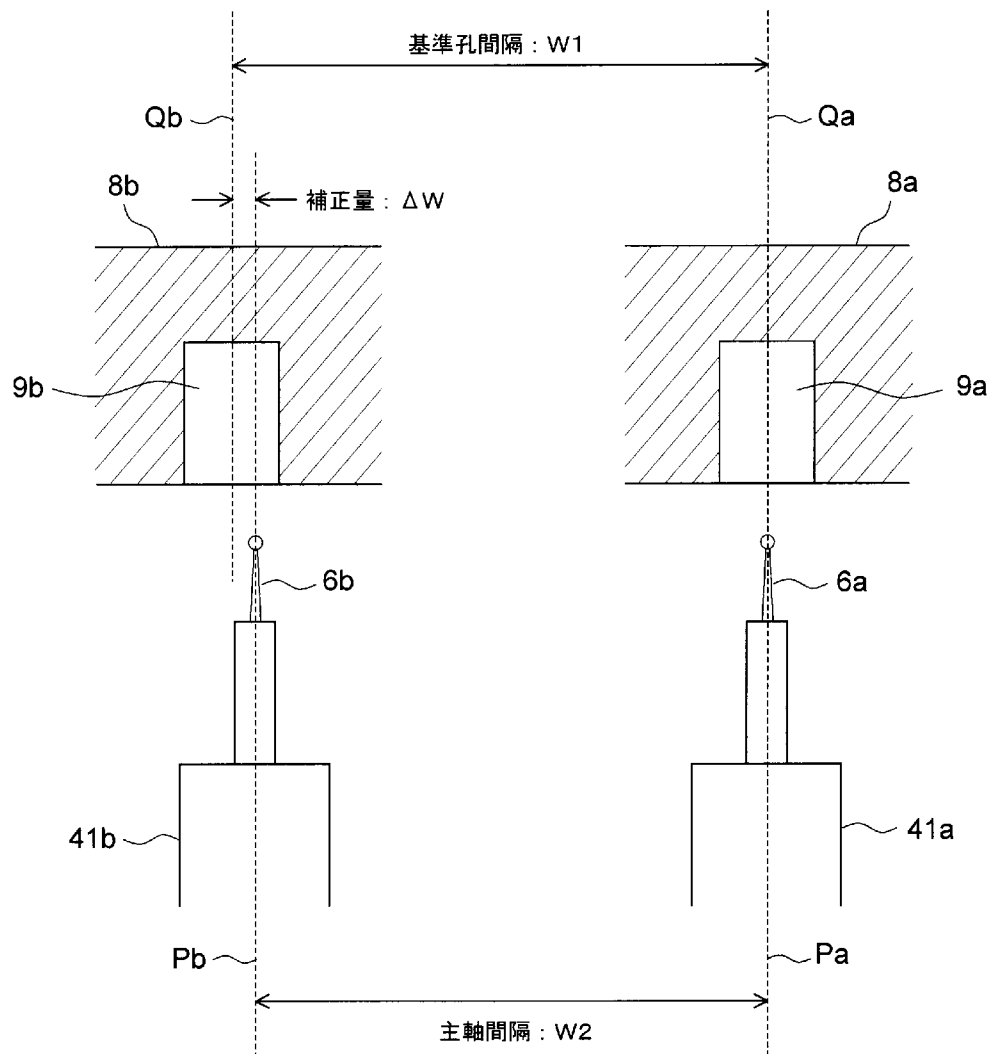
[図7]



[図8]

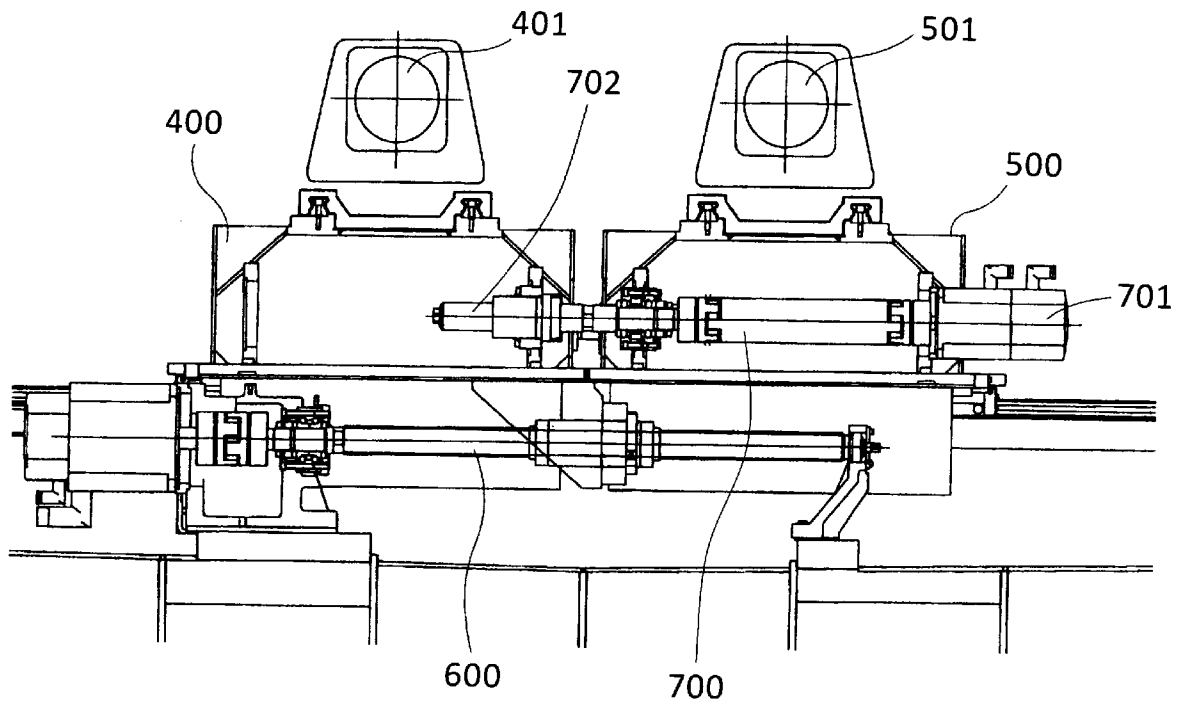


[図9]





[図11]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001612

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>B23Q15/18(2006.01)i, B23Q3/157(2006.01)i, B23Q15/00(2006.01)i, B23Q39/02(2006.01)i, G05B19/18(2006.01)i, G05B19/404(2006.01)i</i>										
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC										
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>B23Q15/18, B23Q3/157, B23Q15/00, B23Q39/02, G05B19/18, G05B19/404</i>										
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched										
<table border="0"> <tr> <td><i>Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1922-1996</i></td> <td><i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i></td> <td><i>1996-2016</i></td> </tr> <tr> <td><i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1971-2016</i></td> <td><i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i></td> <td><i>1994-2016</i></td> </tr> </table>			<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2016</i>	<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2016</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2016</i>
<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2016</i>							
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2016</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2016</i>							
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)										
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>										
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.								
A	JP 8-112738 A (Citizen Watch Co., Ltd.), 07 May 1996 (07.05.1996), paragraphs [0027] to [0030] (Family: none)	1-7								
A	JP 2000-66710 A (Sanyo Denki Co., Ltd.), 03 March 2000 (03.03.2000), paragraphs [0032] to [0033] & DE 19963451 A1	1-7								
A	JP 2003-58211 A (Star Micronics Co., Ltd.), 28 February 2003 (28.02.2003), paragraph [0051] & US 2003/0030400 A1 paragraph [0081] & EP 1288750 A2	1-7								
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.										
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family										
Date of the actual completion of the international search 13 May 2016 (13.05.16)		Date of mailing of the international search report 24 May 2016 (24.05.16)								
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.								

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B23Q15/18(2006.01)i, B23Q3/157(2006.01)i, B23Q15/00(2006.01)i, B23Q39/02(2006.01)i, G05B19/18(2006.01)i, G05B19/404(2006.01)i		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B23Q15/18, B23Q3/157, B23Q15/00, B23Q39/02, G05B19/18, G05B19/404		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2016年 日本国実用新案登録公報 1996-2016年 日本国登録実用新案公報 1994-2016年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 8-112738 A（シチズン時計株式会社）1996.05.07, [0027] - [0030]（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2000-66710 A（山洋電気株式会社）2000.03.03, [0032] - [0033] & DE 19963451 A1	1-7
A	JP 2003-58211 A（スター精密株式会社）2003.02.28, [0051] & US 2003/0030400 A1, [0081] & EP 1288750 A2	1-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 13.05.2016	国際調査報告の発送日 24.05.2016	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 牧 初 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3U 9064