

(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7月21日(21.07.2016)

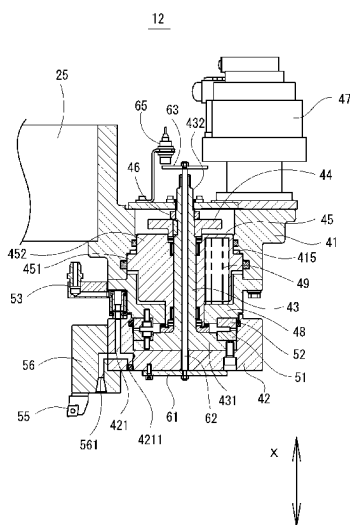


(10) 国際公開番号  
**WO 2016/113894 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*B23B 25/06* (2006.01) *B23B 29/24* (2006.01)  
*B23B 21/00* (2006.01) *B23Q 17/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/051050
- (22) 国際出願日: 2015年1月16日(16.01.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 富士機械製造株式会社(FUJI MACHINE MFG.CO., LTD) [JP/JP]; 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 熊崎信也(KUMAZAKI, Shinya); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 伊藤尚久(ITO, Naohisa); 〒4728686 愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械製造株式会社内 Aichi (JP). 長井修(NAGAI, Osamu); 〒4580014 愛知県名古屋市緑区神沢2-208-1 長井設計内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 廣田昭博(HIROTA, Akihiro); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅五丁目16番17号 花車ビル南館9階 Aichi (JP).
- (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).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: MACHINE TOOL

(54) 発明の名称: 工作機械



(57) Abstract: A machine tool (1) having: a work-rotating device provided with a headstock (11); a turret device (12) capable of indexing tools; drive devices (13, 14) for moving the headstock (11) or the turret device (12) in the Z-axis direction and in the X-axis direction; and a control device (15) for controlling each of the devices. Therein, the turret device (12) is configured from a tool post (42) having channels (421, 561) formed therein for supplying a cooling fluid to a machining site, and indexing mechanisms (44, 45) for making it possible to move the tool post in the X-axis direction and to rotate the tool post around a rotating shaft (43) parallel to the X-axis direction. Furthermore, a detection rod (62) is inserted into a hollow section in the rotating shaft (43), one end side of the detection rod (62) is affixed to the machining-side surface section of the tool post (42), the other end side of the detection rod (62) projects from the non-machining side on the opposite side from the machining-side surface section, and the non-machining side is provided with a displacement sensor (65) for detecting displacement of the detection rod (62) in the X-axis direction.

(57) 要約: 主軸台(11)を備えた工作物回転装置と、工具の割出しが可能なタレット装置(12)と、主軸台(11)またはタレット装置(12)をZ軸方向およびX軸方向に移動させる駆動装置(13, 14)と、前記各装置を制御する制御装置(15)とを有する工作機械(1)であって、タレット装置(12)は、加工個所に冷却液を供給するための流路(421, 561)が形成された工具台(42)と、その工具台をX軸方向に平行な回転軸(43)の回転およびX軸方向に沿った移動を可能にした割出し機構(44, 45)とをもって構成され、回転軸(43)の中空部に検出用ロッド(62)が挿入され、検出用ロッド(62)の一端部側が工具台(42)の加工側表面部に固定され、検出用ロッド

(62)の他端部側が前記加工側表面部の反対側である非加工側に突き出し、その非加工側には検出用ロッド(62)のX軸方向の変位を検出する変位センサ(65)が設けられている。

## 明 細 書

**発明の名称：** 工作機械

**技術分野**

[0001] 本発明は、タレットに生じる熱変形に対応した補正制御が可能な工作機械に関する。

**背景技術**

[0002] 工作機械では、ミクロン単位でワークの加工制御が行われるため、加工中に生じる熱変形の影響を如何にコントロールするかが課題である。例えば下記特許文献 1 には、主軸中心と工具刃先との距離を測定してフィードバック制御する工作機械が開示されている。この工作機械は、工具を保持したタレットの位置が固定され、主軸台の位置が 2 軸制御される NC 旋盤である。そして、タレットの主軸側端面と主軸中心との距離を測定する構成がとられている。具体的には、基準となるフレームから主軸台とタレットに対してそれぞれ X 軸方向にスケールが延び、送り台やタレットに固定されたセンサによってフレームからの距離が測定され、その差によって主軸中心と工具刃先との距離が求められる。

[0003] また、熱変形に対する他の工作機械としては、クーラントを考慮したしたものが下記特許文献 2 に開示されている。クーラントは、加工熱を冷やしたり切り屑を加工箇所や機械から流し出すための冷却液である。しかし、そのクーラントは、タンクに回収されて繰り返し使用されるため、次第に温度が上昇して工作機械に影響を与えてしまう。つまりクーラントの温度上昇が工作機械を熱変形させ、加工工具とワークとの相対的な位置を当初の位置からずらせてしまい、それにより加工精度が低下してしまう。そのため、下記特許文献 2 には、ヒートシンクを使用してクーラントの温度上昇を抑えるクーラント濾過装置についての技術が開示されている。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0004] 特許文献1：特開2013-255982号公報

特許文献2：特開2012-166312号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、工作機械による熱変形は様々な要因があり、工作機械の構造により発熱箇所にも違いがあり、また工作機械の使用方法や使用環境などによっても異なっている。そのため、加工精度の低下が熱変形を原因としていたとしても、その熱変形がどこに生じているのかを正確に把握することが困難であった。そして、熱変形の個所が分からなければ正確な測定ができないため適切な補正制御もできない。そこで特許文献1では、加工工具とワークとの相対的な位置の変位を測定するようにして、熱変形が生じている箇所を特定して計測する構成にはなっていない。ただし、こうした測定方法が可能なのは、測定対象物同士が測定方向（X軸方向）にしか移動しない構造だからである。

[0006] 従って、例えばタレットが2軸方向に移動する構造の工作機械では、工具の位置を直接検出するセンサを設け、ワークを一つ加工する毎に工具をセンサに当て、基準位置とのズレを算出するような方法をとらなければならない。しかし、それでは工具の位置確認に時間を要してしまいサイクルタイムが伸びてしまうことになる。一方、特許文献2は、クーラントに関する熱変形を抑えて工具の位置を安定させようとするものである。しかし、特許文献2の方法では、特別なクーラント濾過装置を必要とし、しかもクーラントの温度管理制御まで行わなければならない、その点でコスト高になってしまう。

[0007] そこで、本発明は、かかる課題を解決すべく、工具を変位させる箇所の熱変形を検出する工作機械を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様における工作機械は、主軸台のチャックによって把持した工作物を回転させる工作物回転装置と、工具の割出しが可能なタレット装置と、前記主軸台または前記タレット装置を前記主軸台の回転軸と平行なZ軸

方向およびZ軸方向に直交するX軸方向に移動させる駆動装置と、前記工作物回転装置、前記タレット装置および前記駆動装置を制御する制御装置とを有し、前記タレット装置は、加工個所に冷却液を供給するための流路が形成された工具台と、前記工具台をX軸方向に平行な回転軸の回転およびX軸方向に沿った移動を可能にした割出し機構とをもって構成され、前記回転軸の中空部に検出用ロッドが挿入され、前記検出用ロッドの一端部側が前記工具台の加工側表面部に固定され、前記検出用ロッドの他端部側が前記加工側表面部の反対側である非加工側に突き出し、前記非加工側には前記検出用ロッドのX軸方向の変位を検出する変位センサが設けられたものである。

### 発明の効果

[0009] 本発明によれば、ワークの加工中に工具台の流路を通して加工箇所へ冷却液が供給され、そのため工具にX軸方向の変位が生じたとしても、回転軸の中空部を通した検出用ロッドを介して、工具台の加工側表面部に生じた前記熱変形を反対側である非加工側において変位センサにより検出することができる。

### 図面の簡単な説明

[0010] [図1]工作機械の一実施形態を示した正面図である。

[図2]加工モジュールを示した側面図である。

[図3]タレット装置の加工時の状態を示した断面図である。

[図4]タレット装置の割出し時の状態を示した断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0011] 次に、本発明に係る工作機械の一実施形態について、図面を参照しながら以下に説明する。図1は、本実施形態の工作機械の正面図である。この工作機械1は、基礎となるベース2の上に搭載されている。しかも図面を貫く方向である機体前後方向に移動可能な状態で搭載されている。ベース2は、図示するように2台の工作機械1を搭載することが可能であり、その上面部には工作機械1の幅に合わせてレールが2本ずつ設けられている。なお、2台の工作機械1は同じ構造のNC旋盤であり、外装カバー3によって覆われて

外形形状や寸法が揃えられている。

[0012] 工作機械 1 は、外装カバー 3 の内部に加工モジュールが搭載されている。図 2 は、その加工モジュールを示した側面図である。加工モジュール 10 は、エンドミルやドリルなどの回転工具、或いはバイトなどの切削工具を備えるタレット旋盤である。そのため、加工モジュール 10 は、ワーク W を掴んで保持するチャック 21 を備えた主軸台 11、工具を備えたタレット装置 12、そのタレット装置 12 を Z 軸や X 軸に沿って移動させる Z 軸駆動装置 13 や X 軸駆動装置 14、そして各駆動装置を制御するための制御装置 15 などを備えている。

[0013] 加工モジュール 10 は、ワーク W を回転させる主軸台 11 の回転軸（主軸）が水平に設定されている。従って、Z 軸は主軸台 11 の主軸と平行な水平軸である。一方、X 軸は Z 軸に対して直交方向であり、タレット装置 12 の工具を Z 軸に対して進退させる移動軸である。特に、工作機械 1 は、幅寸法を小さくするため X 軸方向が鉛直な上下方向に設定されている。よって、工作機械 1 は、主軸台 2 に保持されたワーク W に対し、タレット装置 12 の工具 55 を Z 軸方向と X 軸方向とに移動させる 2 軸旋盤である。なお、主軸に直交する工作機械 1 の幅方向が Y 軸方向である。

[0014] 加工モジュール 10 は、ベース 2 上のレール 201 に沿って移動できるように、車輪を備えた可動ベッド 17 に搭載され、その可動ベッド 17 には主軸台 11、X 軸駆動装置 14 及び制御装置 15 などが固定されている。主軸台 11 は、主軸がレール 201 と平行な水平軸であり、Z 軸方向が工作機械 1 の前後方向に設定されている。その主軸台 11 は、回転自在に支持された主軸に対してチャック 21 と従動プーリとが一体に形成され、主軸用サーボモータ 18 の回転が V ベルトを介して伝達されるよう構成されている。

[0015] タレット装置 12 は、Z 軸駆動装置 13 の Z 軸スライド 25 に対して一体的に構成され、その Z 軸スライド 25 とともに X 軸スライド 32 に搭載されている。X 軸スライド 32 には Z 軸ガイド 26 が固定され、Z 軸スライド 25 がその Z 軸ガイド 26 に対して摺動自在に取り付けられている。そして、

Z軸スライド25の移動には、Z軸用サーボモータ27の回転出力を直進運動に変換するボールネジ駆動方式が採用されている。すなわち、Z軸ガイド26に固定された支持フレームにネジ軸28が軸受を介して取り付けられ、Z軸スライド25内に設けられた非回転のナットに螺合している。そして、Z軸用サーボモータ27の駆動によりネジ軸28が回転し、その回転運動がナットの直線運動に変換され、Z軸スライド25がZ軸方向に移動することになる。

[0016] X軸駆動装置14は、主軸台11の隣にコラム31が固定され、主軸台11側に形成されたガイドを介して、X軸スライド32が上下方向に摺動自在に取り付けられている。そして、X軸スライド32を鉛直方向に昇降させるため、X軸用サーボモータ33の回転出力を昇降運動に変換するボールネジ駆動方式が採用されている。すなわち、コラム31には、鉛直方向に配置されたネジ軸33が回転可能に支持され、X軸スライド32内に設けられた非回転のナットが螺合している。そして、X軸用サーボモータ35の駆動によりネジ軸33が回転し、その回転運動がナットの直線運動に変換され、X軸スライド32がX軸方向に昇降することになる。

[0017] よって、以上のような構成の工作機械1では、先ずタレット装置12の割出しにより工具55が選択される。そして、チャック21に保持されたワークWに対して、X軸用サーボモータ35が駆動してネジ軸33が回転し、その回転運動がナットを介してX軸スライド32の昇降運動に変換される。工具55（切削工具）の先端がワークWの加工個所の高さに揃うようにX軸方向の位置決め制御が行われる。次に、Z軸用サーボモータ27が駆動してネジ軸28が回転し、その回転運動がナットを介してZ軸スライド25の水平な直線運動に変換される。そして、ワークWは、主軸用サーボモータ22の駆動によって回転し、そのワークWに対して工具55がZ軸方向に位置制御され、外形切削などが行われる。

[0018] ところで、工作機械1は、従来と同様、加工中に様々な個所に熱変形が生じるため、それが加工精度の低下を引き起こしてしまう。よって、熱変形を

考慮した駆動制御が必要になる。２軸旋盤である工作機械１では、工具５５が移動するＸ軸方向とＺ軸方向との駆動制御があるが、特にＸ軸方向の位置制御がワークＷの外形寸法に影響することになる。そのため、主軸の中心と工具５５先端との距離Ｈに生じるＸ軸方向の熱変位に対応した補正制御が重要である。しかしながら、その補正制御を行うに当たり、先ず加工精度に影響する熱変形の箇所がどこにあり、その熱変位を正確に計測することが困難であった。

[0019] 前記特許文献１に記載の工作機械では、前述したように熱変形の箇所を特定することなくＸ軸方向の熱変位を計測する方法がとられている。しかし、タレット装置１２が２軸方向に移動する本実施形態では、同様の方法を実現しようとするれば、工具の基準位置を検出する計測装置を用意し、工具５５の変位を加工の度に計測するような構成が必要になる。それでは構成の追加によるコストアップだけではなく、加工の度に行う計測工程によって加工時間にロスが生じることになる。よって、新たな課題を生じさせることなく熱変形による加工精度の低下を解消するには、やはり熱変形の箇所をつきとめ、その熱変位を正確に計測することが必要であった。本実施形態の工作機械１はこうした課題を解決したものである。

[0020] ここで、図３及び図４は、タレット装置１２を示した断面図である。特に、図３は加工時の状態であり、図４は割出し時の状態である。このタレット装置１２は、Ｘ軸に平行な回転軸を中心にして旋回割出しが行われ、工具台４２に装着された複数の工具から任意の工具５５が選択されるものである。すなわち、タレット装置１２は、Ｚ軸スライド２５に対して装置本体４１が固定され、その装置本体４１に対して工具台４２が割出し機構を介して組み付けられている。その割出し機構は、装置本体４１に対して工具台４２のＸ軸方向の移動と回転とを可能にするものである。なお、図３及び図４には１つの工具５５しか記載されていないが、本来は複数の工具が装着されている。

[0021] 工具台４２は、下方側（Ｘ軸方向）から見た場合に八角形をしたものであ

り、その外周側面部に工具 5 5 を備えた複数の工具ブロック 5 6 が装着される。工具台 4 2 は、装置本体 4 1 側である上面部の中央に凹部が形成され、そこに回転軸である中空シャフト 4 3 が固定されている。中空シャフト 4 3 は、下端のフランジ部 4 3 1 によって工具台 4 2 にネジ止めされ、上方に延びたシャフト部 4 3 2 が装置本体 4 1 の上面を突き抜けている。そして、シャフト部 4 3 2 には、装置本体 4 1 の内部においてシャフトギヤ 4 4 とピストンロッド 4 5 が一体になって構成されている。

[0022] シャフトギヤ 4 4 とピストンロッド 4 5 は、中空部を中空シャフト 4 3 によって貫通され、その中空シャフト 4 3 に対し、上方から締め付けたナット 4 6 によって固定されている。シャフトギヤ 4 4 は、キーとキー溝との嵌め合いによって中空シャフト 4 3 と一体になって回転するよう構成されている。一方、ピストンロッド 4 5 は、中空シャフト 4 3 やシャフトギヤ 4 4 などとの間に軸受が設けられ、回転の伝達が遮断されて連れ回りしないよう構成されている。なお、装置本体 4 1 には上方に割出し用モータ 4 7 が固定され、その回転出力が不図示のアイドラギヤからシャフトギヤ 4 4 及び中空シャフト 4 3 へと伝達されるように構成されている。

[0023] 装置本体 4 1 は、上下方向（X 軸方向）に貫通した中空部が形成され、その内部に、中空シャフト 4 3 と一体になったシャフトギヤ 4 4 やピストンロッド 4 5 が収められている。ピストンロッド 4 5 は、ピストン部 4 5 1 とロッド部 4 5 2 とを有し、装置本体 4 1 と下カバー 4 8 とによって形成されたシリンダ部に装填されている。ピストン部 4 5 1 の上方には加圧室 4 1 5 が形成され、供給される作動油によりピストンロッド 4 5 が下方へと加圧される。一方、ピストンロッド 4 5 は、下方側に開放した穴にバネ 4 9 が挿入され、下カバー 4 8 を支えにして常に上方へと付勢されている。従って、加圧室 4 1 5 へ作動油が供給された場合には、バネ 4 9 を収縮させてピストンロッド 4 5 が下降し、加圧室 4 1 5 から作動油が排出された場合には、バネ 4 9 の付勢力によりピストンロッド 4 5 が上昇する。

[0024] 更に、タレット装置 1 2 は、中空シャフト 4 3 のフランジ部 4 3 1 と下カ

バー４８とにそれぞれにクラウンギヤ５１，５２が固定され、上下方向に噛み合うよう構成されている。そして、下側のクラウンギヤ５１が中空シャフト４３に伴って上下動するため、ワークＷの加工時には図３に示すように上昇したクラウンギヤ５１が上方のクラウンギヤ５２と噛み合い、中空シャフト４３及び工具台４２の回転が制限される。一方、工具の割出し時には、図４に示すようにクラウンギヤ５１が下降し、クラウンギヤ３８との噛み合いが解除され、工具台４２の回転が可能になる。

[0025] すなわち、作動油の供給によりピストンロッド４５を介して中空シャフト４３及び工具台４２が下降し、クラウンギヤ５１，５２の噛み合いが解除される。そこで、割出し用モータ４７の駆動によりシャフトギヤ４４を介して中空シャフト４３及び工具台４２が回転し、工具５５の割出しが行われる。その後、作動油が加圧室４１５から排出されると、バネ４９の付勢力によってピストンロッド４５が上昇し、再びクラウンギヤ５１，５２が噛み合い、工具台４２の回転が制限された加工状態へと戻る。

[0026] この工作機械１では、工具台４２を通してワークＷの加工箇所へとクーラントが供給される。工具台４２には、クーラントを通す流路４２１が形成され、装置本体４１の下カバー４８に固定された供給ノズル５３に接続される。また、工具台４２の流路４２１は、工具ブロック５６に形成された噴出口を有する流路５６１に接続されている。従って、ワークＷの加工中は、供給ノズル５３から供給されるクーラントが工具台４２や工具ブロック５６の流路４２１，５６１を通り、工具５５によるワークＷの加工箇所へと供給される。クーラントは、工作機械１内を流れ落ちてタンクへと回収され、フィルタを通して繰り返し使用される。

[0027] ところで、前述したように、工作機械１にも熱変位による加工精度の低下が生じていた。特に、ワークＷの径方向に相当するＸ軸方向の熱変位が問題であった。当初はそれが主軸台１１の回転部分なのか、Ｚ軸駆動装置１３やＸ軸駆動装置１４のスライド部分なのか、あるいはタレット装置１２なのか分からず、様々な可能性についての検討が行われた。そして検討の結果、

クーラントの温度上昇を原因として工具台 4 2 に熱変形が生じていることが分かった。更に、その熱変形が工具台 4 2 に生じていることを突き止めた。

[0028] 工作機械 1 に供給されるクーラントは、作業の開始時点で工場内の環境温度に近い温度であるが、その後繰り返し使用されることにより温度が上昇してしまう。例えば 20℃程度であった温度が 23℃程度にまで上昇する。本願発明者は、このクーラントの温度上昇が工具台 4 2 に熱膨張を引き起こし、加工精度を低下させる原因になっていることを突き止めた。しかも、工具台 4 2 に生じる熱膨張の変化を詳細に検討した結果、熱膨張は、工具を直接取り付け付けた工具ブロック 5 6 だけではなく、その工具ブロック 5 6 が装着された工具台 4 2 へも影響していることが分かった。そして、工具台 4 2 の下面の X 軸方向の変位が、工具 5 5 の X 軸方向の変位として置き換えられることを検証した。本実施形態では、このような検証結果を踏まえ、工具の X 軸方向の変位量について計測する次のような構成が設けられている。

[0029] 図 3 及び図 4 に示すように、工具台 4 2 の下面に支持プレート 6 1 がネジ止めされ、その支持プレート 6 1 には中空シャフト 4 3 の中空部に挿入された検出用ロッド 6 2 が固定されている。検出用ロッド 6 2 は、中空シャフト 4 3 から上方に突き出し、その上端部には、検出対象となるドッグ 6 3 が固定されている。検出用ロッド 6 2 は熱の影響を受けないように熱伝導率の低いセラミックで形成されている。そして、検出用ロッド 6 2 の軸方向変位はドッグ 6 3 の変位によって検出されるが、その検出を行なうための変位センサ 6 5 が装置本体 4 1 の上部に固定されている。

[0030] 変位センサ 6 5 は、熱変形によるミクロン単位の変位検出が可能であるのに加え、前述した割出しに伴う工具台 4 2 の下降も検出することができるものである。従って、タレット装置 1 2 の割出しでは、ピストンロッド 4 5 の作動によって工具台 4 2 が下降位置にあることが検出され、回転可能状態を確認した後に割出し用モータ 4 7 が駆動制御されることとなる。

[0031] そこで、工作機械 1 では、工具 5 5 が駆動装置 1 3, 1 4 の駆動により位置制御が行われ、主軸によって回転するワーク W に対して切削などの加工が

行われる。ワークWの加工は繰り返し行われ、その間、供給ノズル53から工具台42や工具ブロック56の流路421, 561へと送られたクーラントが加工箇所へと供給される。加工箇所の熱を奪ったクーラントは機内を流れ落ちて回収され、濾過された後に再びポンプによって汲み上げられて加工箇所へと供給される。そして、次第にクーラントの温度が上昇し、その熱が工具台42を熱膨張させ、工具55先端の位置がX軸方向に変位してしまう。

[0032] 工具台42の熱膨張は、その下面に固定された支持プレート61を変位させるため、その支持プレート61に固定された検出用ロッド62もX軸方向に変位することとなる。よって、タレット装置12の下面側に生じた工具台42の熱膨張による変位が、検出用ロッド62を介してタレット装置12の上部において現れる。そして、タレット装置12の上部において、変位センサ65によりドッグ63の変位から熱膨張による工具55のX軸方向変位が検出される。変位センサ65による検出情報は制御装置15へと送られ、制御装置15では、検出された変位量に従いX軸方向の駆動に関して補正制御が行われる。

[0033] 従って、本実施形態の工作機械1によれば、ワークWの加工に大きく影響するX軸方向の変位を正確に計測して補正制御することができる。しかも、2軸方向に移動するタレット装置12において変位を検出するようにしたことで、工具55に対する変位を常に計測することが可能になり、加工精度を安定させることができる。また、工具台42に検出用ロッド62を固定する簡易な構成であるため、部品点数は極めて少なく、従来構造からの変更も必要がない点でコストを大幅に抑えられる。更に、変位センサ65が熱膨張による変位を検出するだけでなく、タレット装置12の割出しに対する動作確認にも使用できる点で低廉な構成である。

[0034] ところで、本実施形態では、ドッグ63を使用してX軸方向の変位を検出しているため、変位センサ65の設置が容易になっている。しかし、変位センサ65が検出用ロッド62を直接検出するようにしてもよい。また、本実

施形態では、クーラントによる熱膨張の影響を検出しているものであるため、その影響が変位センサ 6 5 によって正確に検出されることが望ましい。そこで、工具台 4 2 の流路 4 2 1 には、工具ブロック 5 6 とは反対側に奥部分 4 2 1 1 が形成され、クーラントによる熱膨張変位が検出用ロッド 6 2 に対して忠実に現れるようになっている。従って、工具 5 5 に近い変位が検出用ロッド 6 2 にも生じ、より正確な補正制御が可能になる。

[0035] 以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

例えば、前記実施形態の工作機械 1 は、タレット装置 1 2 が 2 軸方向に移動する構造であるが、特許文献 1 の工作機械のように、主軸台側が 2 軸方向に移動する構造であったり、主軸台とタレット装置とがそれぞれ移動する構造のものであってもよい。

また、前記実施形態では、検出用ロッド 6 2 をセラミックで形成したが、熱膨張率の低い材料であれば、インバー合金、ガラス、液晶ポリマー等のプラスチック等でも良い。

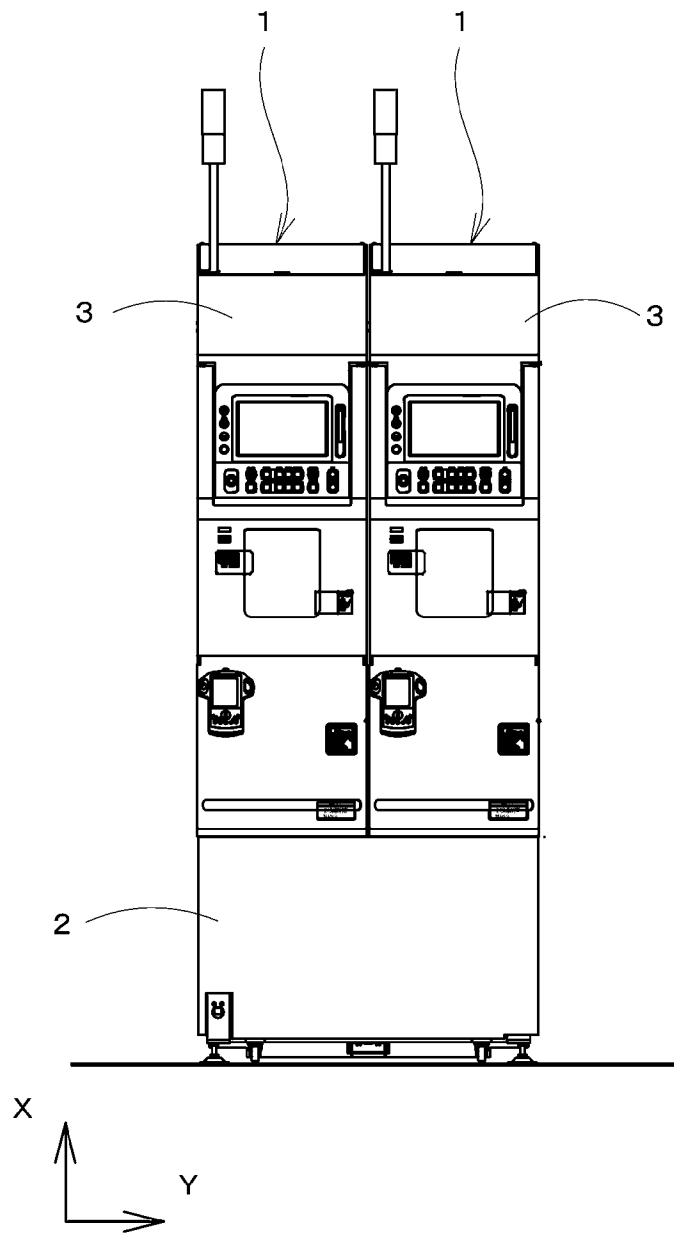
## 符号の説明

[0036] 1…工作機械 1 0…加工モジュール 1 1…主軸台 1 2…タレット装置  
1 3…Z 軸駆動装置 1 4…X 軸駆動装置 1 5…制御装置 4 1…装置  
本体 4 2…工具台 4 3…中空シャフト 4 4…シャフトギヤ 4 5…ピ  
ストンロッド 4 7…割出し用モータ 5 1, 5 2…クラウンギヤ 5 5…  
工具 5 6…工具ブロック 5 3…供給ノズル 4 2 1, 5 6 1…流路

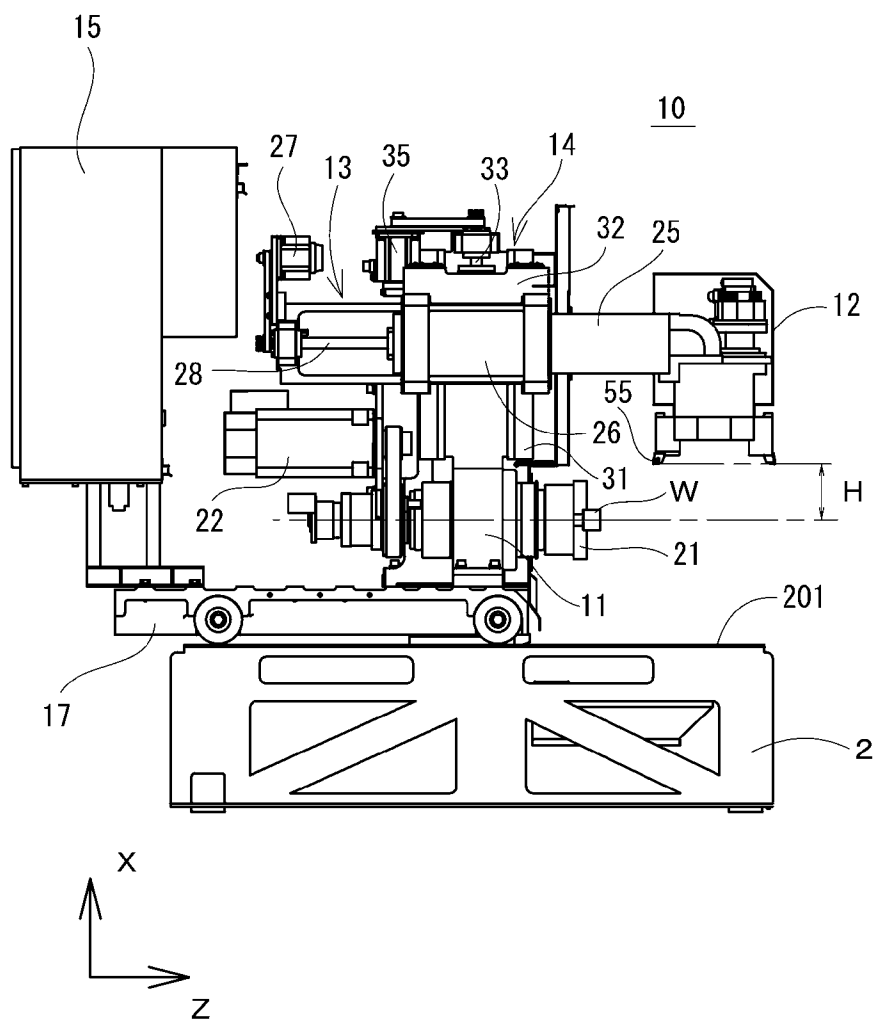
## 請求の範囲

- [請求項1] 主軸台のチャックによって把持した工作物を回転させる工作物回転装置と、工具の割出しが可能なタレット装置と、前記主軸台または前記タレット装置を前記主軸台の回転軸と平行なZ軸方向およびZ軸方向に直交するX軸方向に移動させる駆動装置と、前記工作物回転装置、前記タレット装置および前記駆動装置を制御する制御装置とを有する工作機械であって、
- 前記タレット装置は、加工個所に冷却液を供給するための流路が形成された工具台と、前記工具台をX軸方向に平行な回転軸の回転およびX軸方向に沿った移動を可能にした割出し機構とをもって構成され、
- 前記回転軸の中空部に検出用ロッドが挿入され、前記検出用ロッドの一端部側が前記工具台の加工側表面部に固定され、前記検出用ロッドの他端部側が前記加工側表面部の反対側である非加工側に突き出し、前記非加工側には前記検出用ロッドのX軸方向の変位を検出する変位センサが設けられたものであることを特徴とする工作機械。
- [請求項2] 前記検出用ロッドはセラミックスで形成されたものであることを特徴とする請求項1に記載の工作機械。
- [請求項3] 前記検出用ロッドは、前記非加工側に突き出した突出部に被検出体が固定され、その被検出体が前記変位センサによって検出されるものであることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の工作機械。
- [請求項4] 前記検出センサは、前記工具台の熱膨張によって生じる前記検出用ロッドのX軸方向の変位と、前記割出し機構による前記工具台の移動によって生じる前記検出用ロッドのX軸方向の変位とを検出するものであることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の工作機械。

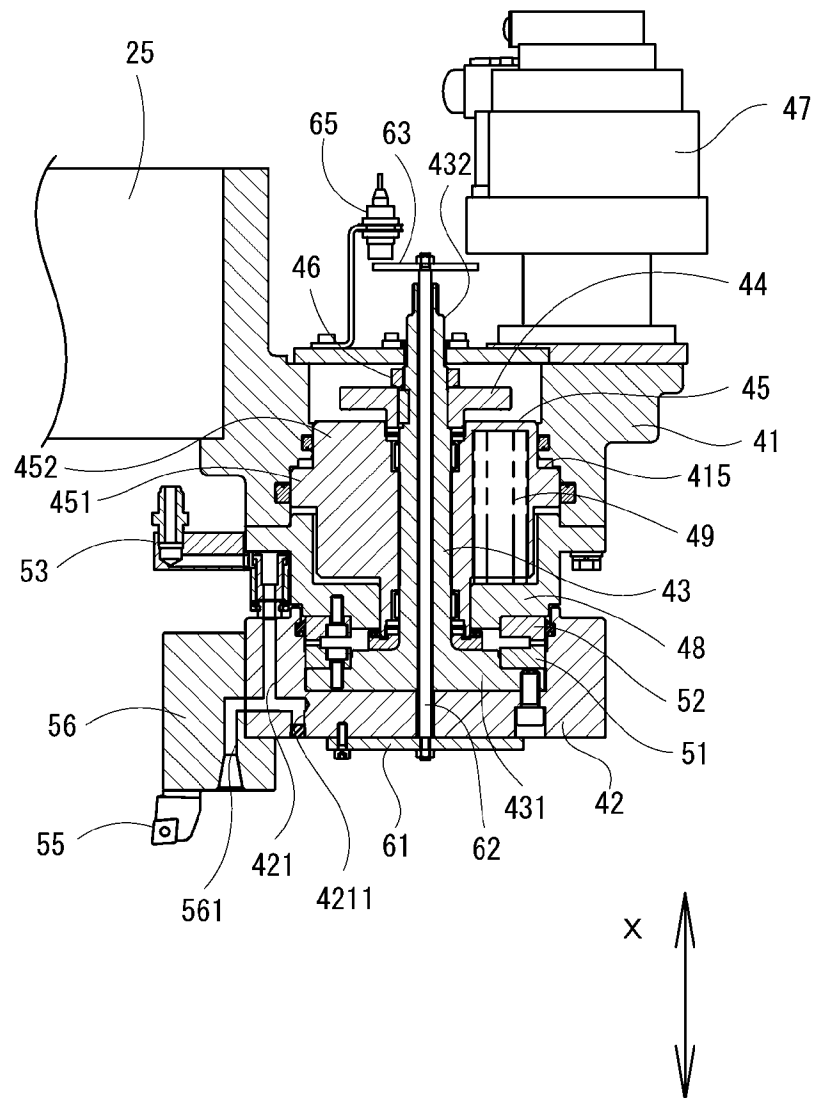
[図1]



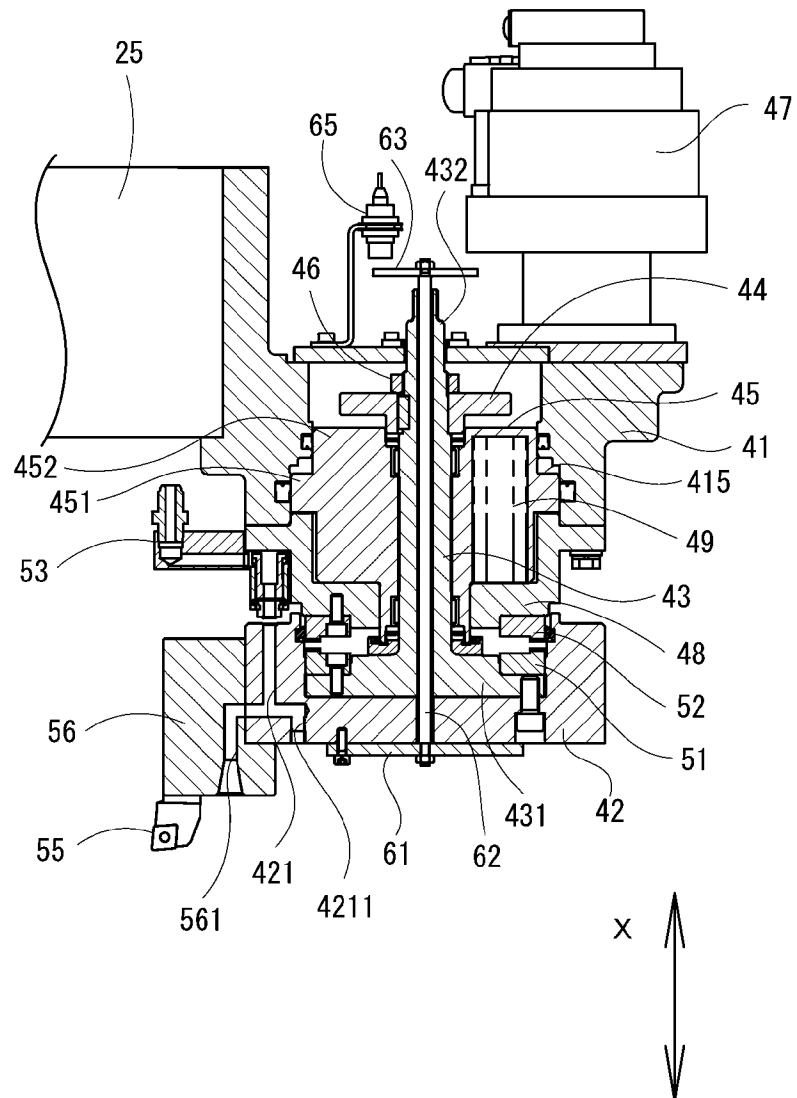
[図2]



[図3]

12

[図4]

12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/051050

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23B25/06(2006.01)i, B23B21/00(2006.01)i, B23B29/24(2006.01)i, B23Q17/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23B25/06, B23B21/00, B23B29/24, B23Q17/00, B23Q15/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

|                           |           |                            |           |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho       | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2015 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2015 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2015 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                        | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 10-315014 A (Hitachi Seiki Co., Ltd.),<br>02 December 1998 (02.12.1998),<br>paragraphs [0019], [0027]; fig. 3<br>(Family: none)        | 1-4                   |
| A         | JP 11-262806 A (Dyadic Systems Co., Ltd.),<br>28 September 1999 (28.09.1999),<br>paragraphs [0030] to [0031]; fig. 1, 4<br>(Family: none) | 1-4                   |
| A         | JP 2009-279736 A (Yamazaki Mazak Corp.),<br>03 December 2009 (03.12.2009),<br>paragraph [0030]; fig. 3<br>(Family: none)                  | 1-4                   |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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  
31 March 2015 (31.03.15)

Date of mailing of the international search report  
07 April 2015 (07.04.15)

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（I P C））

Int.Cl. B23B25/06(2006.01)i, B23B21/00(2006.01)i, B23B29/24(2006.01)i, B23Q17/00(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（I P C））

Int.Cl. B23B25/06, B23B21/00, B23B29/24, B23Q17/00, B23Q15/18

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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 5 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 5 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 5 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）

WPI

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 10-315014 A（日立精機株式会社）<br>1998.12.02, [0019], [0027], 図3<br>(ファミリーなし)          | 1-4            |
| A               | JP 11-262806 A（株式会社ダイアディックシステムズ）<br>1999.09.28, [0030]-[0031], 図1,4<br>(ファミリーなし) | 1-4            |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

の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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 1 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

足立 俊彦

3 C

4 0 8 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                         |                |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2009-279736 A (ヤマザキマザック株式会社)<br>2009.12.03, [0030], 図 3<br>(ファミリーなし) | 1-4            |