

(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
2024年7月25日(25.07.2024)



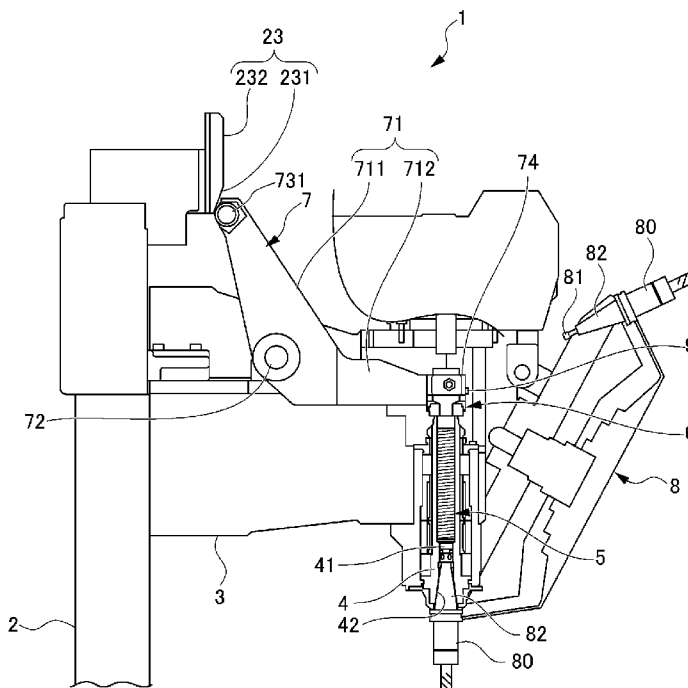
(10) 国際公開番号

WO 2024/154229 A1

- (51) 国際特許分類:
B23B 31/00 (2006.01) *B23Q 3/12* (2006.01) 字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/001172 (74) 代理人: 正林 真之, 外(SHOBAYASHI Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 - 7 - 1 2 サピアタワー Tokyo (JP).
- (22) 国際出願日: 2023年1月17日(17.01.2023)
- (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: ファナック株式会社 (FANUC CORPORATION) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).
- (72) 発明者: 田 中 真 一 (TANAKA Shinichi); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草
- (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: MACHINE TOOL

(54) 発明の名称: 工作機械



(57) Abstract: The present invention makes it possible to detect not only the presence or absence of a tool with respect to a main spindle but also a misclamped state of the tool, without increasing the number of sensors to be attached to a machine tool. Provided is a machine tool with an interchangeable tool clamped to a main spindle, the machine tool comprising: a drawbar which is biased backward by a biasing member and which clamps the tool to the main spindle by moving backward and unclamps the tool from the main spindle by moving forward; an interlocked part which is connected to the

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

drawbar and interlocked with the forward and backward movement of the drawbar; an arm that pushes the interlocked part forward to move the drawbar forward against the biasing member; a proximity sensor which is fixed to either the arm or the part, and the output of which switches on/off depending on the distance between the arm and the part; and a determination unit that determines the clamp state of the tool on the basis of the on/off state of the proximity sensor.

(57) 要約: 工作機械に取り付けるセンサの数を増加させることなく、主軸に対する工具の有無だけでなく、工具のミスクランプ状態を検出できるようにする。主軸にクランプさせる工具を交換可能な工作機械であって、付勢部材によって後方に付勢され、後方への移動によって主軸に対する工具のクランプを行い、前方への移動によって主軸に対する工具のアンクランプを行うドローバと、ドローバに接続され、ドローバの前後移動に連動する連動部品と、付勢部材に抗してドローバを前方に移動させるために連動部品を前方に向けて押し込むアームと、アーム及び部品のいずれかに固定され、アームと部品との間の距離に応じて出力がオン／オフで切り替わる近接センサと、近接センサのオン／オフ状態に基づいて、工具のクランプ状態を判定する判定部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 工作機械

技術分野

[0001] 本開示は、工作機械に関する。

背景技術

[0002] 従来、所定位置に配置した工具をクランプし、必要に応じてクランプした工具を解放して他の工具に交換する工作機械が知られている。工作機械は、主軸の内部に前後移動可能に設けられるドローバと、工具交換時にドローバを前方に向けて押し込むアームと、を備えている。ドローバは、主軸内ではばねによって後方に付勢されている。ドローバは、アームによって前方に向けて押されると、ばねが伸長して工具をアンクランプし、アームの前方への押し込みが解除されると、ばねの付勢力によって後方に移動して工具をクランプするように構成されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2009-178795号公報

特許文献2：特開2018-167377号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 工具を自動交換する際、工具交換の失敗等によって、工作機械が工具の無い状態で加工動作を行うことを避けるため、ドローバの伸縮状態を監視し、工具が主軸にクランプされていることを検出することが行われる。ドローバの伸縮状態は、主軸に対して位置固定で設けられた一つのセンサによって間接的に検出される。

[0005] しかしながら、一つのセンサでドローバの伸縮状態を監視する場合、工具の有無を検出することはできるものの、例えば、主軸と工具との間に夾雑物を噛み込んだ状態で工具をクランプしてしまうミスクランプ状態を検出する

ことができない。この場合は、ミスクランプ状態を検出するためのセンサが別途必要となり、ドローバの伸縮状態を監視するために、工作機械に2以上のセンサを取り付けなくてはならない。

[0006] したがって、工作機械に取り付けるセンサの数を増加させることなく、主軸に対する工具の有無だけでなく、工具のミスクランプ状態を検出できるようにすることが望まれている。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の工作機械は、主軸にクランプさせる工具を交換可能な工作機械であって、付勢部材によって後方に付勢され、後方への移動によって前記主軸に対する前記工具のクランプを行い、前方への移動によって前記主軸に対する前記工具のアンクランプを行うドローバと、前記ドローバに接続され、前記ドローバの前後移動に連動する連動部品と、前記付勢部材に抗して前記ドローバを前方に移動させるために前記連動部品を押し込むアームと、前記アーム及び前記連動部品のいずれかに固定され、前記アームと前記連動部品との間の距離に応じて出力がオン／オフで切り替わる近接センサと、前記近接センサのオン／オフ状態に基づいて、前記工具のクランプ状態を判定する判定部と、を備える工作機械に関する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本実施形態の工作機械の部分側面図である。

[図2]本実施形態の工作機械における工具のクランプ状態を示す部分断面図である。

[図3]本実施形態の工作機械における工具のアンクランプ状態を示す部分断面図である。

[図4]本実施形態の工作機械における連動部品を拡大して示す斜視図である。

[図5]本実施形態の工作機械における連動部品を図4中のA方向から見た正面図である。

[図6]本実施形態の工作機械の制御装置の構成を説明する機能ブロック図である。

[図7A]本実施形態の工作機械における工具無しの状態を説明する図である。

[図7B]本実施形態の工作機械における工具のクランプ状態を説明する図である。

[図7C]本実施形態の工作機械における工具のアンクランプ状態を説明する図である。

[図8]本実施形態の工作機械において工具が正常に交換された場合の近接センサのオン／オフ状態を説明する図である。

[図9]本実施形態の工作機械において工具が正常に交換されない場合の近接センサのオン／オフ状態を説明する図である。

[図10]本実施形態の工作機械における判定処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示の一実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

図1において、工作機械1は、コラム2と、主軸ヘッド3と、主軸4と、ドローバ5と、エア注入部6と、アーム7と、自動工具交換装置8と、近接センサ9と、制御装置10（図7参照）と、を有する。工作機械1は、例えばマシニングセンタである。

[0010] コラム2は、ワークテーブル（図示せず）に対して略垂直方向に延びる工作機械1の支柱である。図2及び図3に示すように、コラム2は、内部に配置される並進軸21を有する。並進軸21は、コラム2の内部で上下方向に延びている。並進軸21は、例えばボールねじからなる。並進軸21は、コラム2の上端に設けられたサーボモタからなる並進軸モタ20の駆動によって軸周りに回転する。

[0011] 主軸ヘッド3は、コラム2に上下方向に移動可能に支持される。主軸ヘッド3は、コラム2から、コラム2の延び方向に対して略直交する方向へ延びている。主軸ヘッド3においてコラム2から遠い先端部には、後述の主軸4が支持される。主軸ヘッド3においてコラム2に近い基端部は、コラム2の並進軸21に接続されている。詳しくは、主軸ヘッド3の基端部は、図2及

び図3に示すように、並進軸21に螺合するナット部材22に接続されている。並進軸モータ20の駆動によって並進軸21が回転すると、ナット部材22は並進軸21に沿って上下に移動する。これによって、ナット部材22に接続される主軸ヘッド3は、コラム2に沿って上下に移動し、主軸4を上下に移動させる。

[0012] 主軸4は、主軸ヘッド3の先端部に上下方向に延びるように設けられる。主軸4は、上下方向に沿う中空部41を有する略円筒状に形成されている。主軸4は、図2及び図3に示す主軸モータ40の駆動によって、上下方向に延びる軸周りに回転可能に設けられる。これによって、工作機械1は、主軸4にクランプされた工具80を回転させ、図示しないワークの加工を行う。ワークは、回転軸200（図6参照）を有する回転台（図示せず）に取り付けられる。主軸4は、中空部41が下方へ向かって拡径する円錐形状の工具収容部42を下端部に有する。工具収容部42は、工具80の上端部の円錐部82を収容する。主軸4は、中空部41と工具収容部42との間に、中空部41の内径よりも大径に形成された空間部43を有する。主軸4の中空部41は内の上端部には、後述のドローバ5を支持する円筒状の支持部44が設けられている。

[0013] ドローバ5は、主軸4の中空部41内に配置され、主軸4内において前後に移動可能に設けられる。ここで、ドローバ5における前後について次のように定義する。ドローバ5における「前」は、ドローバ5に対して工具80が配置される側である。ドローバ5における「後」は、ドローバ5に対して工具80が配置される側と反対側である。図示する実施形態では、ドローバ5の前、後は、図中の下、上に対応する。したがって、以下の説明において、ドローバ5の移動方向及び付勢方向について、「前」を「下」と表現し、「後」を「上」と表現する。ドローバ5は、図2に示すように、ドローバ本体51と、工具把持部52と、付勢部材53と、を有する。

[0014] ドローバ本体51は、主軸4の中空部41内に沿って上下方向に延びている。ドローバ本体51は、主軸4の中空部41内における工具収容部42よ

りも上方に收容されている。ドローバ本体 5 1 の外径は、主軸 4 の中空部 4 1 の内径よりも小さい。そのため、主軸 4 の中空部 4 1 の内面とドローバ本体 5 1 の外面との間には空隙が形成されている。ドローバ本体 5 1 の上端部は、主軸 4 の支持部 4 4 内に上下に移動可能に挿入されている。ドローバ本体 5 1 は、中心軸に沿って上下に延びるエア流路 5 1 1 を有する（図 7 A，図 7 B，図 7 C 参照）。

[0015] 工具把持部 5 2 は、ドローバ本体 5 1 の下端部に一体に設けられる。工具把持部 5 2 は、ドローバ本体 5 1 の外径よりも大径に形成される。工具把持部 5 2 は、下方に開口して工具 8 0 の上端に設けられるプルスタッド 8 1 を收容するための凹部 5 2 1 を有する。凹部 5 2 1 の外周壁を構成する工具把持部 5 2 の下端部の周面には、周方向に複数のボール 5 2 2 が配置されている。複数のボール 5 2 2 は、工具把持部 5 2 に対して緩く取り付けられることによって、工具把持部 5 2 の径方向に移動可能に設けられている。ドローバ本体 5 1 のエア流路 5 1 1 の下端は、工具把持部 5 2 の凹部 5 2 1 に連通している。

[0016] 付勢部材 5 3 は、主軸 4 の中空部 4 1 の内面とドローバ本体 5 1 の外面との間の空隙に配置される。付勢部材 5 3 は、例えば、コイルばねからなる。付勢部材 5 3 は、ドローバ本体 5 1 を、主軸 4 の支持部 4 4 に対して上方に向けて常時付勢するように設けられる。

[0017] エア注入部 6 は、ドローバ 5 の上端部に接続されている。エア注入部 6 は、金属製の円柱体からなり、ドローバ 5 と同軸状に配置されている。図 7 A，図 7 B，図 7 C に示すように、エア注入部 6 の内部には、エア注入流路 6 1 が設けられている。エア注入流路 6 1 の一端は、ドローバ本体 5 1 のエア流路 5 1 1 の上端と連通している。エア注入部 6 は、図示しないエア供給源に接続され、エア供給源から供給されるエアを、エア注入流路 6 1 を介してドローバ本体 5 1 のエア流路 5 1 1 に供給する。ドローバ本体 5 1 に供給されたエアは、工具把持部 5 2 の凹部 5 2 1 内に噴出される。これによって、ドローバ本体 5 1 の凹部 5 2 1 内及び工具 8 0 の円錐部 8 2 に付着した夾雑

物の清掃を行う。

[0018] エア注入部6は、ドローバ5による工具80の交換時に、後述のアーム7によって押下操作される部品としても機能する。エア注入部6は、主軸4の上方に配置され、ドローバ本体51の上端部に接続されている。したがって、エア注入部6は、ドローバ5の上下移動に連動する連動部品である。エア注入部6は、主軸4よりも大径に形成される。エア注入部6の上端面62は、円環状の平坦面からなる。エア注入部6の上端面62は、後述のアーム7によって押下操作される面である。

[0019] アーム7は、アーム本体71と、回動軸72と、カムフォロア63と、押下操作部74と、を有する。

[0020] アーム本体71は、主軸ヘッド3の上部に、回動軸72によって回動可能に支持される。回動軸72は、コラム2の延び方向に直交する方向、且つ、主軸ヘッド3の延び方向に直交する方向に延びている。アーム本体71は、回動軸72から主軸ヘッド3に沿って主軸4に向けて延びる第1アーム部711と、回動軸72から上方に向けて延びる第2アーム部712と、を有する略し字状に形成されている。アーム本体71は、回動軸72を中心に、図1～図3における時計周り及び反時計周りに回動可能である。

[0021] カムフォロア73は、アーム本体71の第1アーム部711の先端に設けられる。カムフォロア73は、例えば、円柱体によって構成される。カムフォロア73は、回動軸72と平行に配置される回動軸731に、回転可能に設けられる。

[0022] 押下操作部74は、アーム本体71の第2アーム部712の先端に設けられる。押下操作部74は、図4及び図5に示すように、エア注入部6を径方向の両側から挟むように配置される一对の腕部741を有する。図5に示すように、一对の腕部741の対向する内面には、それぞれ円柱状の押下部材742が取り付けられている。押下部材742の中心軸は、互いに対向する方向に延び、エア注入部6の上端面62から同一の高さに配置されている。押下部材742の外周面742aは、エア注入部6の上端面62に対面する

ように配置されている。ドロバ5が付勢部材53の付勢力によって上方に移動しているアーム7の定位置において、図5に示すように、押下操作部74の押下部材742は、エア注入部6の上端面62に当接していない。このときの押下部材742は、エア注入部6の上端面62の上方に、距離Dで隔離している。

[0023] 図1～図3に示すように、主軸ヘッド3よりも上方のコラム2の上端部には、カム23が取り付けられている。カム23は、コラム2から主軸4寄りに突出した位置に設けられる。カム23は、コラム2の延び方向に沿って延びる板状の部材で構成される。カム23は、下端部に、上方に向かうに従って主軸ヘッド3の先端側に傾斜する傾斜面231と、傾斜面231の上端から上下方向に直線状に延びる平面232と、を有する。傾斜面231及び平面232は、上下に連続してカム23のカム面を構成する。アーム7のカムフォロア73は、主軸ヘッド3の上下移動に伴って、カム23上を摺動可能に配置されている。

[0024] アーム7のカムフォロア73がカム23の傾斜面231に当接しているとき、図1及び図2に示すように、アーム7は反時計周りに回転し、押下操作部74を最も上方に配置させる。アーム7のカムフォロア73がカム23の平面232に当接しているとき、図3に示すように、アーム7は時計周りに回転し、押下操作部74を下方に配置させる。このアーム7の回転によって、押下操作部74の押下部材742は、エア注入部6の上端面62に対して接離する。

[0025] 自動工具交換装置(ATC)8は、複数の工具80を保持する円盤状の装置である。自動工具交換装置8は、作業に応じて、主軸4に取り付けられる工具を所望の工具80に交換できるように、工作機械1に回転可能に取り付けられる。但し、自動工具交換装置8は、工作機械1に必ずしも設けられていなくてもよい。工具80は、上端部に、ドロバ5の工具把持部52の凹部521内に收容されるプルスタッド81と、プルスタッド81の下方に設けられる円錐部82と、を有する。円錐部82は、主軸4の工具收容部42

の内面形状に合致する形状を有する。

[0026] 近接センサ 9 は、非接触で物体の接近を検知するセンサである。近接センサ 9 は、高周波磁界を発生するコイルを有し、磁界に検出物体が近づいたときに、検出物体に流れる誘導電流によるインピーダンスの変化を検知する。近接センサ 9 は、検出物体が近づくことによって検知されるインピーダンスの変化が所定の閾値に達した時に、オン／オフの信号を制御装置 10（図 6 参照）に出力する。

[0027] 本実施形態の近接センサ 9 は、アーム 7 の押下操作部 7 4 に固定されている。詳しくは、図 4 及び図 5 に示すように、アーム 7 の押下操作部 7 4 の一方の腕部 7 4 1 に、L 型のブラケット 7 4 3 が取り付けられている。近接センサ 9 は、ブラケット 7 4 3 に取り付けられ、アーム 7 の押下操作部 7 4 と共に上下移動する。近接センサ 9 は、ブラケット 7 4 3 に取り付けられてエア注入部 6 の上端面 6 2 に対向するように、上端面 6 2 の上方に配置される。近接センサ 9 の下面は、押下操作部 7 4 の押下部材 7 4 2 の下端と同一の位置に配置され、エア注入部 6 の上端面 6 2 の上方に離隔している。近接センサ 9 は、エア注入部 6 の上端面 6 2 を検出物体として、エア注入部 6 の上端面 6 2 が所定距離に近づいたかどうかを検出する。

[0028] 近接センサ 9 は、エア注入部 6 の上端面 6 2 が所定距離に近づいたときにオン信号を出力するものであってもよいし、エア注入部 6 の上端面 6 2 が所定距離に近づいたときにオフ信号を出力するものであってもよい。本実施形態では、近接センサ 9 は、エア注入部 6 の上端面 6 2 に対して所定距離離れたときにオン信号を出力し、エア注入部 6 の上端面 6 2 に対して所定距離近づいたときにオフ信号を出力する場合について説明する。本実施形態において、所定距離は、アーム 7 が定位置に配置されているときの近接センサ 9 とエア注入部 6 の上端面 6 2 との距離 D に設定される。したがって、近接センサ 9 は、エア注入部 6 の上端面 6 2 に対して距離 D を超えて離れたタイミングでオン状態となり、エア注入部 6 の上端面 6 2 に対して距離 D 以下に近づいたタイミングでオフ状態となるように構成されている。

- [0029] 図6は、制御装置10の機能ブロック図を示す。制御装置10は、制御部101と、判定部102と、取得部103と、記憶部104と、を有する。制御装置10は、工作機械1に設けられてもよく、工作機械1の動作を制御する図示しない数値制御装置に設けられてもよい。
- [0030] 制御部101は、制御装置10が行う各種の処理を制御する。具体的には、制御部101は、工作機械1において工具80のクランプ及びアンランプ動作を行うために、自動工具交換装置8、並進軸モータ20及び主軸モータ40の駆動を制御する。
- [0031] 判定部102は、近接センサ9から送られるオン／オフ状態の切り替わりのタイミングの検出値を、記憶部104に予め設定されているオン／オフ状態の切り替わりのタイミングの正常値と比較する。判定部102は、その比較結果に基づいて、工具80のクランプ異常及び近接センサ9の異常の有無を判定する。また、判定部102は、制御部101が自動工具交換装置8を制御するための信号を監視することによって、工具交換中であるかどうかを判断する。さらに、判定部102は、後述のアーム動作量を取得する手段12によって取得されるアーム7の動作量から、アーム7の動作量が正常であるかどうかを判断する。
- [0032] 取得部103は、近接センサ9からのオン／オフ信号を取得し、判定部102に出力する。
- [0033] 記憶部104には、クランプ異常を判定するための近接センサ9のオン／オフ状態の切り替わりのタイミングの正常値が記憶されている。
- [0034] 図6において、表示部11は、例えば、液晶表示装置によって構成される。表示部11は、制御装置10に接続され、制御装置10から送られる各種のデータを画面表示する。
- [0035] 図6において、アーム動作量を取得する手段12は、例えば、アーム7の回転軸72に設けられたエンコーダによって構成される。アーム動作量を取得する手段12は、アーム7の動作量を取得することによって、工具80のクランプ及びアンクランプのためにアーム7が定位置から正常に回転を開始

したこと及びアーム 7 が定位置に正常に復帰したことを検出する。アーム 7 の動作量が正常であるかどうかは、エンコーダによって検出されるアーム 7 の回動量を、記憶部 104 に予め設定される回動量の正常値と比較することによって判断することができる。例えば、アーム 7 の回動量が正常値に対して所定の閾値以内に収まっている場合、判定部 102 は、アーム 7 の動作量は正常であると判定する。アーム動作量を取得する手段 12 は、検出結果を取得部 103 に出力する。

[0036] 制御装置 10 の主要部は、プロセッサによって構成される。プロセッサからなる制御装置 10 は、記憶部 104 として機能するメモリに、プロセッサが実行する制御プログラムや、制御装置 10 により処理されるデータを不揮発に記憶する。メモリは、磁氣的記憶装置、フラッシュ ROM (Read Only Memory) 等の半導体記憶素子、あるいはその他の種類の不揮発性記憶装置により構成される。メモリは、プロセッサのワークエリアを構成する RAM (Random Access Memory) を含んでもよい。制御装置 10 の制御部 101、判定部 102、取得部 103 の各機能は、プロセッサにおいて、例えばメモリに格納された所定のソフトウェア（プログラム、アプリケーション）を実行することで実現される。

[0037] 次に、工具 80 のクランプ時及びアンクランプ時のドローバ 5 及びエア注入部 6 の位置と、近接センサ 9 のオン／オフ状態について、図 7A～図 7C を参照して説明する。

[0038] 図 7A は、主軸 4 に工具 80 が取り付けられていない状態を示している。このときのアーム 7 は、定位置に配置される。すなわち、アーム 7 は、押下操作部 74 の押下部材 742 を最も上方に配置させている。ドローバ 5 は、付勢部材 53 の上方への付勢力によって最も上方に移動している。ドローバ 5 に連動するエア注入部 6 の上端面 62 は、位置 P0 に配置されている。この位置 P0 は、近接センサ 9 のオン／オフ状態が切り替わる所定距離である距離 D に等しい。そのため、近接センサ 9 はオフ状態である。

[0039] 図 7B は、主軸 4 に工具 80 が正常にクランプされた状態を示している。

ドローバ5は、付勢部材53の付勢力によって上方に移動し、工具把持部52の凹部521内に收容した工具80のプルスタッド81を、複数のボール522によって把持し、工具80をクランプしている。工具80の円錐部82が主軸4の工具收容部42の内周面に当接することによって、ドローバ5の上方への移動が規制されている。エア注入部6の上端面62は、位置P0よりも下方の位置P1に配置される。そのため、アーム7が定位置に復帰しているとき、近接センサ9はオン状態である。換言すれば、アーム7が定位置にあるときに近接センサ9がオン状態であることは、工具80が主軸4にクランプされていることを示している。

[0040] 図7Cは、工具80の脱着中の状態を示している。アーム7の押下操作部74の押下部材742が、エア注入部6の上端面62を押し下げることによって、ドローバ5は、付勢部材53の付勢力に抗して、最も下方に移動する。これによって、工具把持部52に設けられた複数のボール522は、主軸4の空間部43に配置される。複数のボール522は、工具把持部52の径方向の外側に移動し、工具80はアンクランプ状態となる。エア注入部6の上端面62は、位置P1よりも下方の位置P2に配置されるため、アーム7が定位置に復帰しているとき、近接センサ9は、オン状態である。

[0041] このように工具80のクランプ及びアンクランプが行われる際の近接センサ9のオン／オフ状態について、図8及び図9を参照してさらに説明する。図8及び図9において、破線は、近接センサ9がオン状態の領域を示し、実線は、近接センサ9がオフ状態の領域を示す。

[0042] まず、図8を参照して、工具80が正常にクランプされる場合について説明する。工具80が取り付けられていない状態（図7Aに示す状態）では、アーム7は定位置に配置される（タイミングT0）。このとき、エア注入部6の上端面62は、位置P0に配置される。したがって、近接センサ9は、オン状態であり、制御装置10にオン信号を出力している。

[0043] その後、工具80をクランプするために、アーム7の押下操作部74が下方に移動すると、押下部材742は、エア注入部6の上端面62を、図7C

に示すように、位置P 2に配置されるまで押し下げる。押し下げ動作時、近接センサ9は、エア注入部6の上端面6 2に距離D以下に近づいたタイミングT 1でオフ状態に切り替わる。

[0044] 自動工具交換装置8から工具8 0がドローバ5に受け渡され、工具8 0が正常にクランプされると、エア注入部6の上端面6 2は、図7 Bに示すように、位置P 1に配置される。この位置P 1は位置P 0よりも下方の位置である。そのため、アーム7が定位置に向けて回転する過程で、近接センサ9は、エア注入部6の上端面6 2から距離Dを超えて離れたタイミングT 2で再びオン状態に切り替わる。

[0045] このように、ドローバ5によって主軸4に工具8 0が正常にクランプされる場合は、近接センサ9がオン状態からオフ状態に切り替わるタイミングT 1から再びオン状態に切り替わるタイミングT 2まで、時間T 1－T 2を要する。

[0046] これに対し、工具8 0のクランプ時、例えば、工具8 0の円錐部8 2と工具収容部4 2との間に夾雑物が噛み込まれると、工具8 0は正常にクランプされないハーフクランプ状態となる。この場合では、アーム7が定位置に復帰してドローバ5が付勢部材5 3の付勢力によって上方に移動しても、エア注入部6の上端面6 2は、図7 Bに示す正常にクランプする位置P 1まで復帰しない。夾雑物の噛み込みによってドローバ5の上方への移動が阻害されるため、エア注入部6の上端面6 2は、位置P 1よりも下方に配置される。その結果、アーム7が定位置へ復帰する過程で、近接センサ9は、エア注入部6の上端面6 2から早期に距離Dを超えて離れる。そのため、図9に示すように、近接センサ9がオン状態からオフ状態に切り替わるタイミングT 1から再びオン状態に切り替わるタイミングT 3までに要する時間T 1－T 3は、図8に示す正常時の時間T 1－T 2に比べて短くなる。

[0047] 工具8 0が正常にクランプされる場合のタイミングである上記時間T 1－T 2は、制御装置1 0の記憶部1 0 4に正常値として記憶されている。判定部1 0 2は、工具交換動作時に、近接センサ9から出力されるオン／オフ信

号の切り替わりのタイミングを検出し、記憶部 104 に正常値として記憶される上記時間 $T1 - T2$ と比較する。判定部 102 は、比較の結果、検出値が正常値に対して、予め決められた所定の閾値を超えて小さいと判断した場合に、ミスクランプによる工具 80 のクランプ異常が発生したと判定する。

[0048] また、工具交換動作時、アーム 7 の押下操作部 74 がエア注入部 6 の上端面 62 を押し下げることによって、近接センサ 9 は、上端面 62 に近づいて必ずオフ状態となる。したがって、工具交換動作中に近接センサ 9 がオフ状態に移行しない場合は、近接センサ 9 に障等の異常が発生していると判断することができる。判定部 102 は、工具交換動作中に近接センサ 9 がオフ状態に移行したかどうかを判断することによって、近接センサ 9 の異常の発生の有無を判定する。

[0049] 次に、図 10 のフローチャートを参照して、制御装置 10 における具体的なクランプ異常の有無及び近接センサ 9 の移動の有無の判定処理の一実施形態について説明する。

[0050] まず、工作機械 1 の稼働開始後、制御装置 10 の判定部 102 は、制御部 101 が自動工具交換装置 8 を制御している状態であるかどうかを判断する（ステップ S T 1）。これによって、判定部 102 は、工作機械 1 が工具交換中であるかどうかを判定する（ステップ S T 2）。

[0051] ステップ S T 2 において、判定部 102 が、工作機械 1 は工具交換中ではないと判定した場合（ステップ S T 2 : NO）、判定部 102 は、取得部 103 が取得した近接センサ 9 の信号から、主軸 4 の工具 80 の有無を判断する（ステップ S T 3）。すなわち、主軸 4 が工具 80 をクランプしている場合、図 7 B に示すように、エア注入部 6 の上端面 62 は位置 P 1 に配置されるため、近接センサ 9 はオン状態である。判定部 102 は、取得部 103 から取得される近接センサ 9 の状態から、主軸 4 に工具 80 がクランプされているかどうかを判断する（ステップ S T 4）。ステップ S T 4 において、判定部 102 が、主軸 4 に工具 80 がクランプされていると判定した場合（ステップ S T 4 : YES）、判定部 102 は、工作機械 1 の加工作業は実行可

能であると判断し、制御部１０１にその旨の信号を出力し、判定処理を終了する。

[0052] ステップＳＴ４において、判定部１０２が、主軸４に工具８０がクランプされていないと判定した場合（ステップＳＴ４：ＮＯ）、判定部１０２は、制御部１０１に工具無しの信号を出力する。これによって、制御部１０１は、主軸４、並進軸２１、回転軸２００を停止制御する（ステップＳＴ５）。その後、制御部１０１は、表示部１１に工具無しの情報を警告表示する（ステップＳＴ６）。

[0053] 上記ステップＳＴ２において、判定部１０２が、工作機械１は工具交換中であると判定した場合（ステップＳＴ２：ＹＥＳ）、取得部１０３から近接センサ９のオン／オフ信号を取得する（ステップＳＴ７）。工具交換中は、近接センサ９は必ずエア注入部６の上端面６２に近づき、オフ信号を出力する。そのため、判定部１０２は、工具交換中に、取得部１０３から取得される近接センサ９の信号を監視し、近接センサ９のオフ信号があったかどうかを判断する（ステップＳＴ８）。

[0054] ステップＳＴ８において、判定部１０２は、近接センサ９のオフ信号があると判定した場合（ステップＳＴ８：ＹＥＳ）、判定部１０２は、取得部１０３がアーム動作量を取得する手段１２から取得したアーム７の動作量と、近接センサ９のオン／オフ状態の切り替わりタイミングと、を監視し、これらが正常であるかどうかを判断する（ステップＳＴ９）。すなわち、判定部１０２は、アーム動作量を取得する手段１２から取得したアーム７の動作量が、記憶部１０４に設定される正常値の範囲に収まっているかどうか、及び近接センサ９のオン／オフ状態の切り替わりのタイミングの時間の検出値が、記憶部１０４に設定される正常値の範囲に収まっているかどうか、を判断する（ステップＳＴ１０）。

[0055] ステップＳＴ１０において、判定部１０２は、アーム７の動作量及び近接センサ９の切り替わりタイミングがいずれも正常であると判定した場合（ステップＳＴ１０：ＹＥＳ）、判定部１０２は、工具８０は正常に交換され、

工作機械１の加工作業は実行可能であると判断し、制御部１０１にその旨の信号を出力し、判定処理を終了する。

[0056] 工具交換中に、例えば、主軸４の工具収容部４２と工具８０の円錐部８２との間に夾雑物が噛み込まれることによって、工具８０が正常にクランプされない場合、あるいはアーム７のカムフォロア７３がカム２３に対して正常に摺動しないことによって、アーム７の動作量が正常ではない場合、ステップＳＴ１０において、判定部１０２は、アーム７の動作量及び近接センサ９の切り替わりタイミングの少なくともいずれかが正常ではないと判定する（ステップＳＴ１０：ＮＯ）。これによって、判定部１０２は、工具８０は正常にクランプされていないと判定し、制御部１０１にその旨の信号を出力する。

[0057] 制御部１０１は、判定部１０２から工具８０が正常にクランプされていない旨の信号を受け取ると、工具交換動作完了後に、主軸４、並進軸２１、回転軸２００を停止する（ステップＳＴ１１）。その後、制御部１０１は、表示部１１に工具８０が正常にクランプされていない旨の情報を警告表示する（ステップＳＴ１２）。

[0058] 上記ステップＳＴ８において、判定部１０２は、近接センサ９のオフ信号がないと判定した場合（ステップＳＴ８：ＮＯ）、近接センサ９は、工具交換中にエア注入部６の上端面６２に所定距離未満で近づかなかったと判断する。そのため、判定部１０２は、制御部１０１に、近接センサ９に故障等によって異常が発生している旨の信号を出力する。これによって、制御部１０１は、表示部１１に、近接センサ９の異常を警告表示する。

[0059] 以上の実施形態では、近接センサ９は、アーム７の押下操作部７４に固定され、エア注入部６の上端面６２との距離に応じてオン／オフ状態を切り替えるように構成されるが、近接センサ９は、エア注入部６に固定され、アーム７の押下操作部７４との距離に応じてオン／オフ状態を切り替えるように構成されてもよい。

[0060] 工作機械１は、アーム７に固定された１つの近接センサ９によって、主軸

４の工具８０の有無と、工具８０のミスクランプ状態と、を検出することができる。したがって、工作機械１に取り付けるセンサの数を増加させることなく、主軸４に対する工具８０の有無だけでなく、工具８０のミスクランプ状態を検出することができる。

[0061] 工作機械１の判定部１０２は、近接センサ９のオン／オフ状態の切り替わりのタイミングの検出値を正常値と比較するだけで、工具８０のクランプ異常の有無を判断する。センサの検出値に基づいて複雑な演算処理を行う必要はない。そのため、クランプ異常の判定処理のための回路構成が簡素化される。

[0062] 工作機械１の判定部１０２は、工具交換中の近接センサ９のオン／オフ状態に基づいて、近接センサ９の異常の有無を判定するため、近接センサ９の異常判定のための構成を別途設ける必要がない。そのため、近接センサ９の異常判定処理のための回路構成が簡素化される。

[0063] 上記実施形態および変形例に関し、更に以下の付記を開示する。

(付記１)

工作機械（１）は、主軸（４）にクランプさせる工具（８０）を自動で交換可能な工作機械（１）であって、付勢部材（５３）によって上方に付勢され、上方への移動によって主軸（４）に対する工具（８０）のクランプを行い、下方への移動によって主軸（４）に対する工具（８０）のアンクランプを行うドローバ（５）、ドローバ（５）に接続され、ドローバ（５）の上下移動に連動する部品である連動部品（６）と、付勢部材（５３）に抗してドローバ（５）を下方に移動させるために連動部品（６）を押し下げるアーム（７）と、アーム（７）及び連動部品（６）のいずれかに固定され、アーム（７）と連動部品（６）との間の距離に応じて出力がオン／オフで切り替わる近接センサ（９）と、近接センサ（９）のオン／オフ状態に基づいて、工具（８０）のクランプ状態を判定する判定部（１０２）と、を備える。

[0064] (付記２)

付記１の工作機械１において、工具交換動作時の近接センサ（９）のオン

／オフ状態の切り替わりのタイミングの正常値を記憶する記憶部（１０４）を備え、判定部（１０２）は、近接センサ（９）のオン／オフ状態の切り替わりのタイミングの検出値と、記憶部（１０４）に記憶された正常値と、の比較結果に基づいて、工具（８０）のクランプ異常の有無を判定する。

[0065] （付記３）

付記１又は付記２に記載の工作機械１において、判定部（１０２）は、工具交換中の近接センサ（９）のオン／オフ状態に基づいて、近接センサ（９）の異常の有無を判定する。

[0066] 以上、本開示について詳述したが、本開示は上述した個々の実施形態に限定されるものではない。これらの実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲で、または、特許請求の範囲に記載された内容とその均等物から導き出される本開示の趣旨を逸脱しない範囲で、種々の追加、置き換え、変更、部分的削除等が可能である。また、これらの実施形態は、組み合わせて実施することもできる。例えば、上述した実施形態において、各動作の順序や各処理の順序は、一例として示したものであり、これらに限定されるものではない。また、上述した実施形態の説明に数値または数式が用いられている場合も同様である。

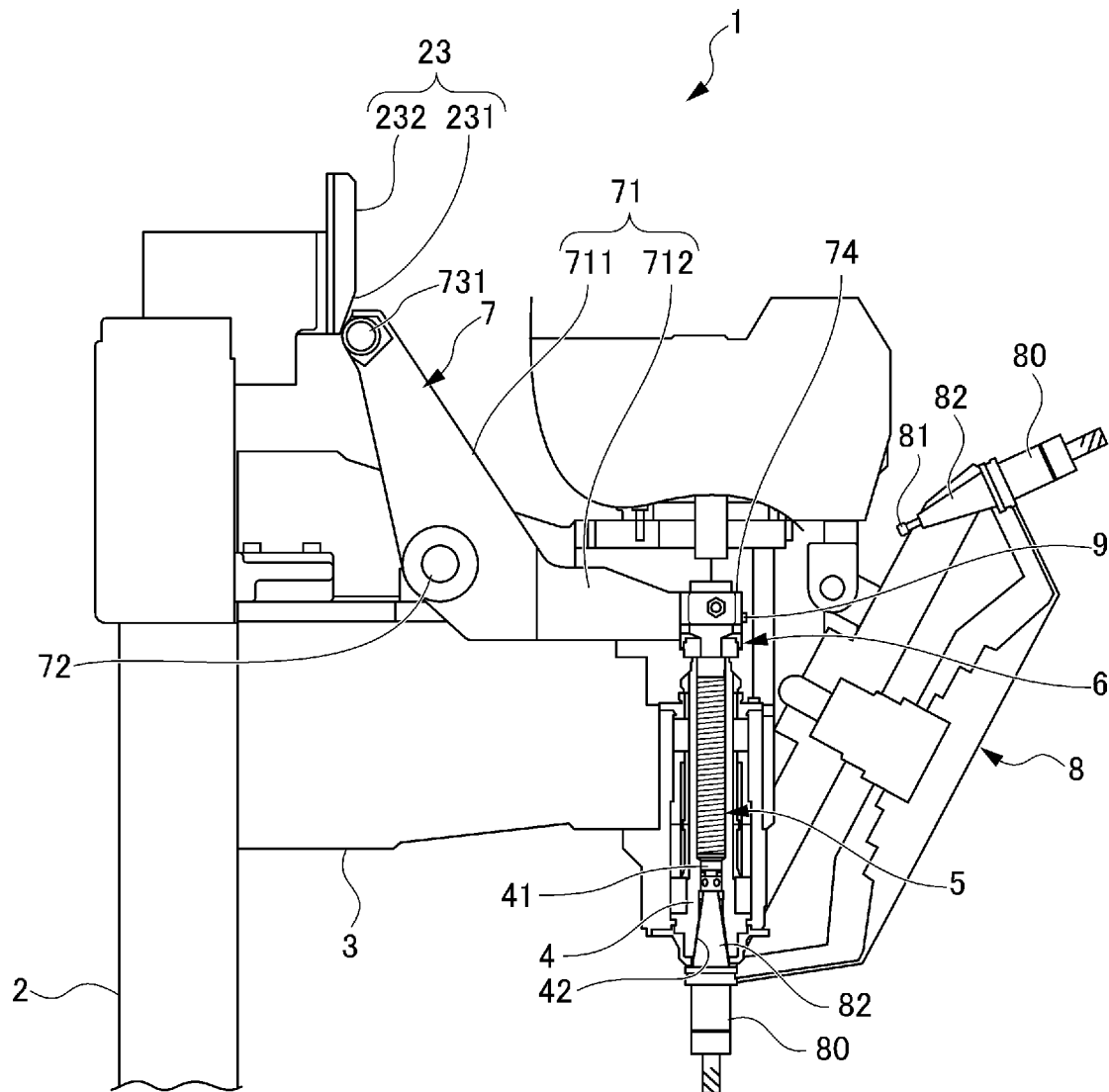
符号の説明

[0067] １ 工作機械
 ４ 主軸
 ５ ドローバ
 ６ エア注入部（連動部品）
 ７ アーム
 ９ 近接センサ
 ８０ 工具
 ５３ 付勢部材
 １０２ 判定部
 １０４ 記憶部

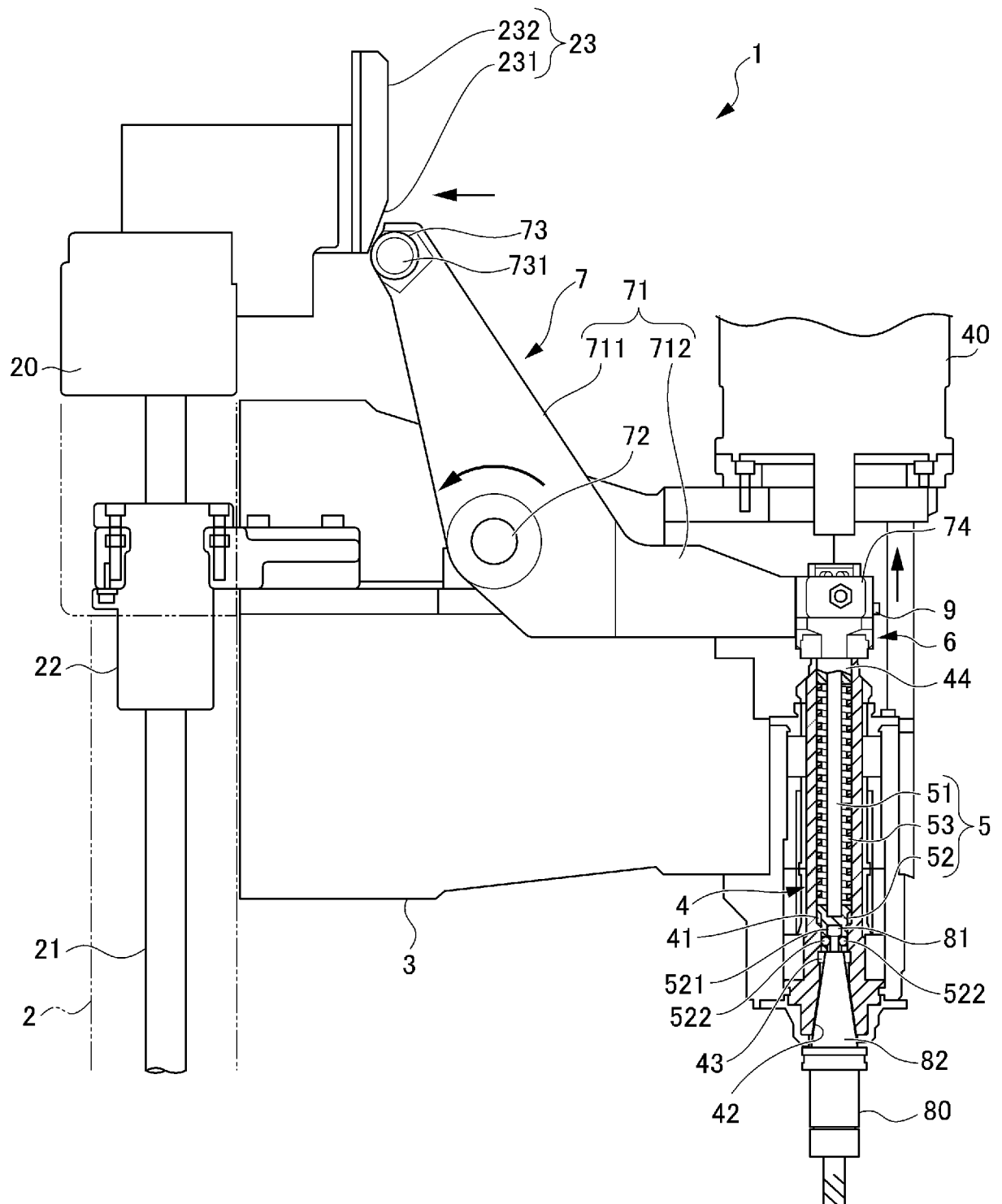
請求の範囲

- [請求項1] 主軸にクランプさせる工具を交換可能な工作機械であって、
付勢部材によって後方に付勢され、後方への移動によって前記主軸に対する前記工具のクランプを行い、前方への移動によって前記主軸に対する前記工具のアンクランプを行うドローバと、
前記ドローバに接続され、前記ドローバの前後移動に連動する連動部品と、
前記付勢部材に抗して前記ドローバを前方に移動させるために前記連動部品を前方に向けて押し込むアームと、
前記アーム及び前記連動部品のいずれかに固定され、前記アームと前記連動部品との間の距離に応じて出力がオン／オフで切り替わる近接センサと、
前記近接センサのオン／オフ状態に基づいて、前記工具のクランプ状態を判定する判定部と、
を備える工作機械。
- [請求項2] 前記工具交換動作時の前記近接センサのオン／オフ状態の切り替わりのタイミングの正常値を記憶する記憶部を備え、
前記判定部は、前記近接センサのオン／オフ状態の切り替わりのタイミングの検出値と、前記記憶部に記憶された前記正常値と、の比較結果に基づいて、前記工具のクランプ異常の有無を判定する、請求項1に記載の工作機械。
- [請求項3] 前記判定部は、前記工具交換中の前記近接センサのオン／オフ状態に基づいて、前記近接センサの異常の有無を判定する、請求項1又は2に記載の工作機械。

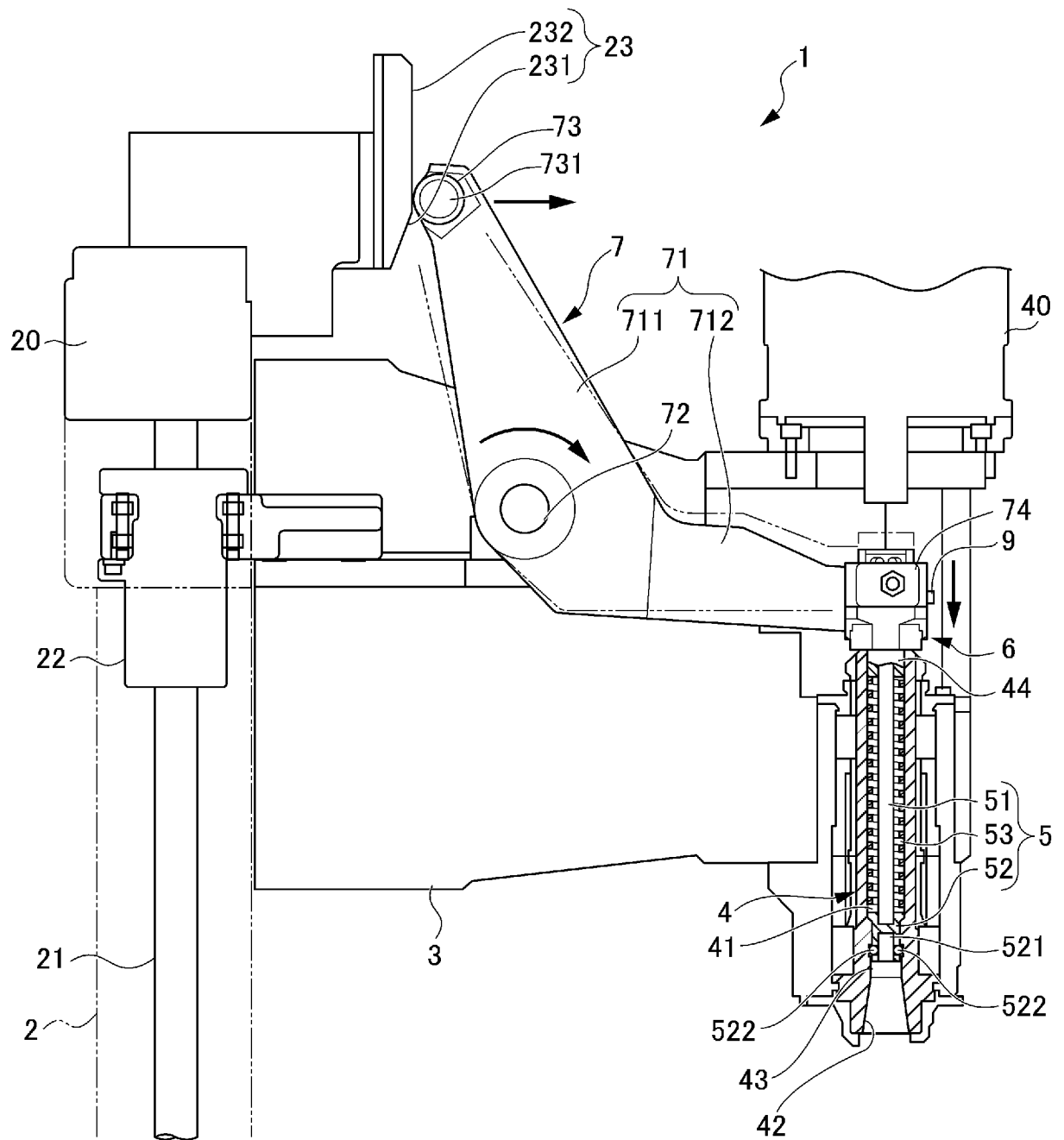
[図1]



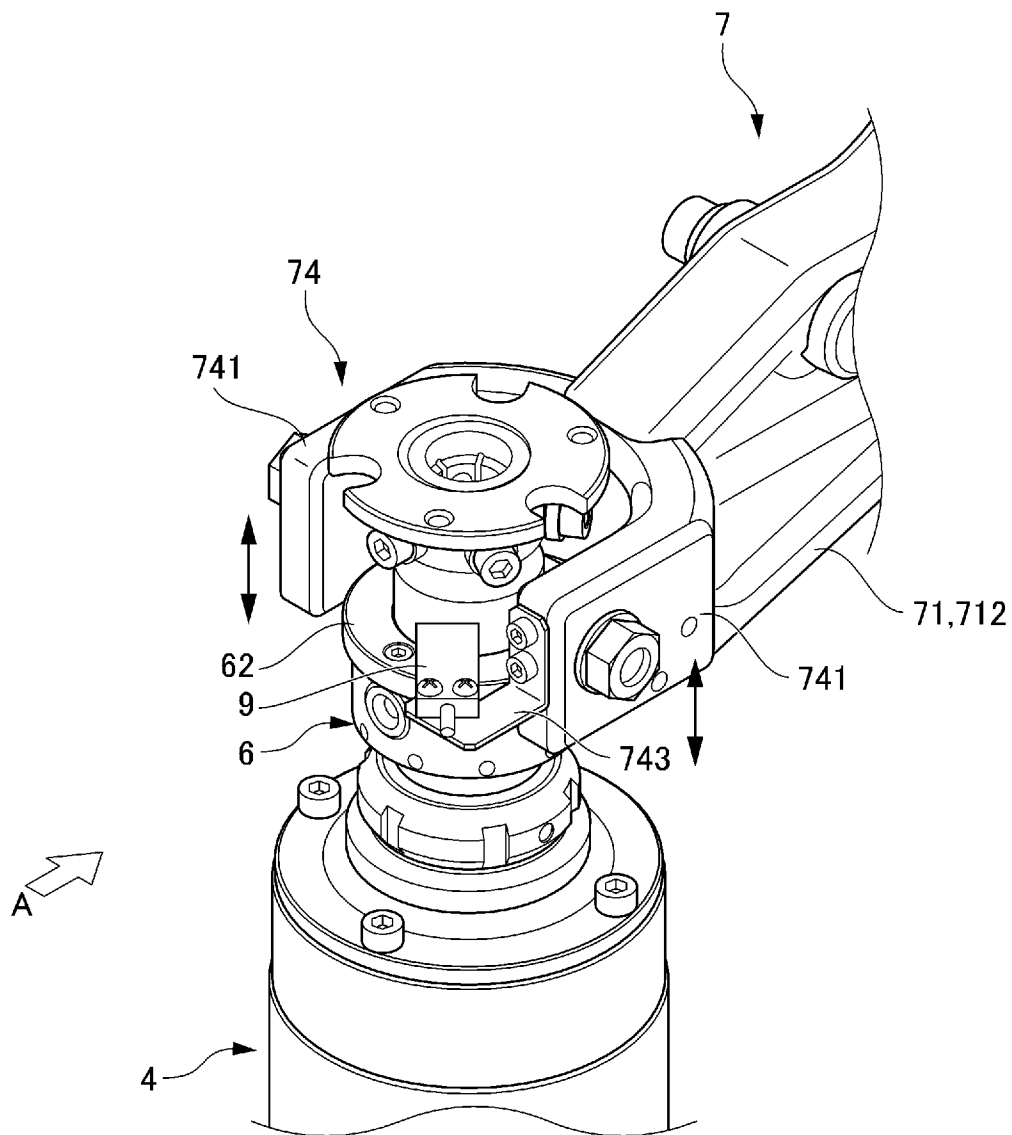
[図2]



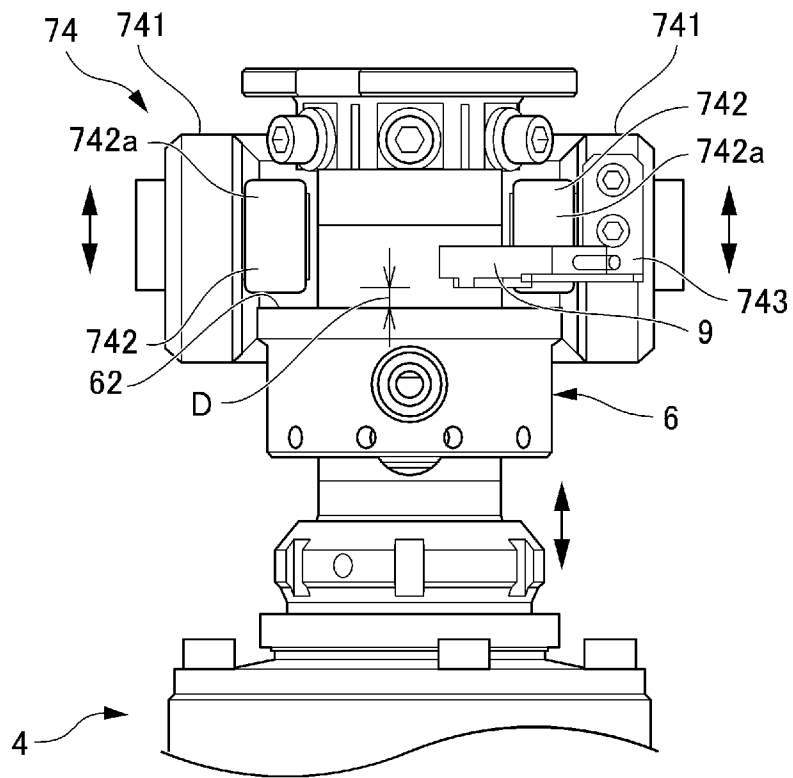
[図3]



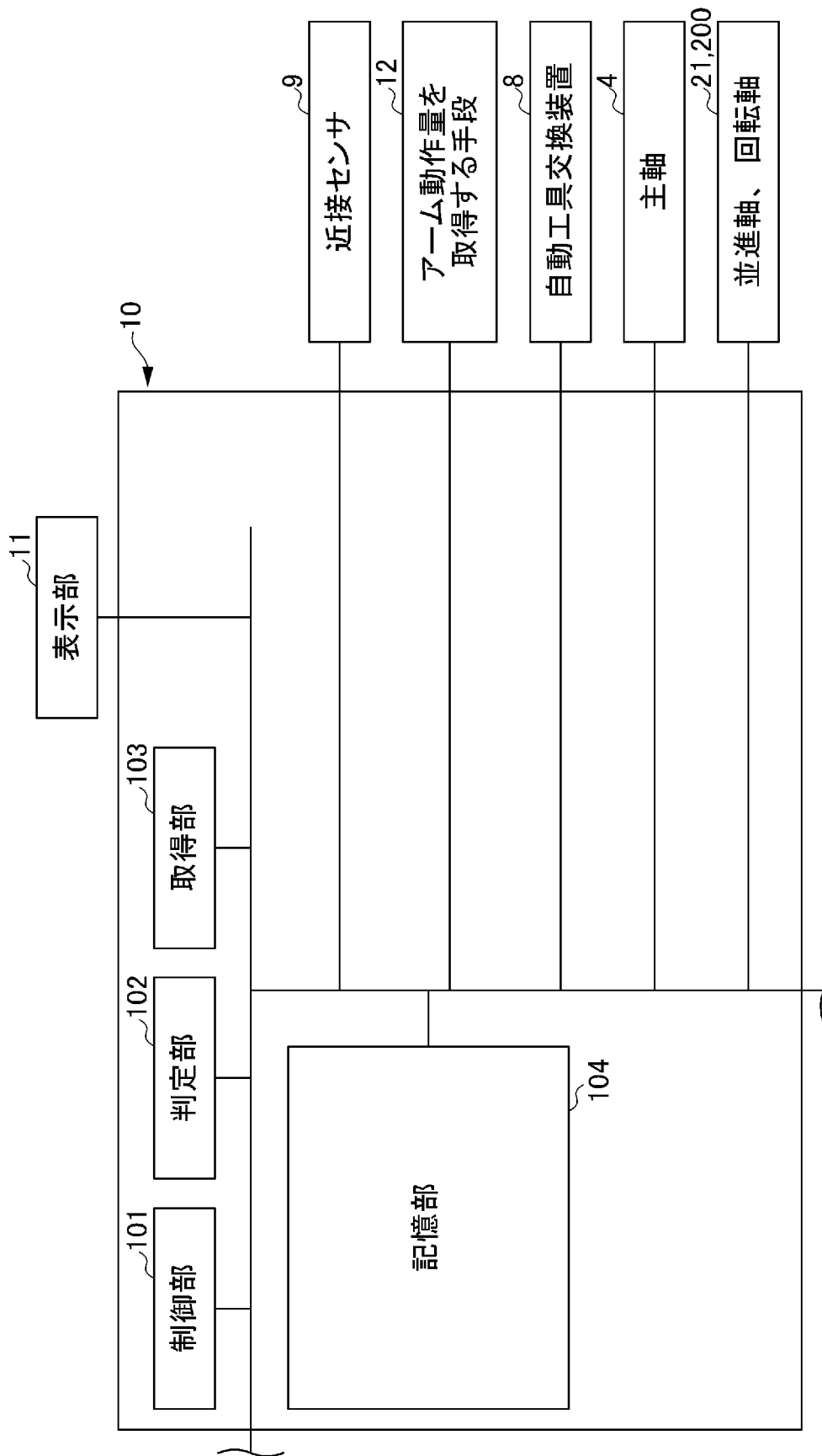
[図4]



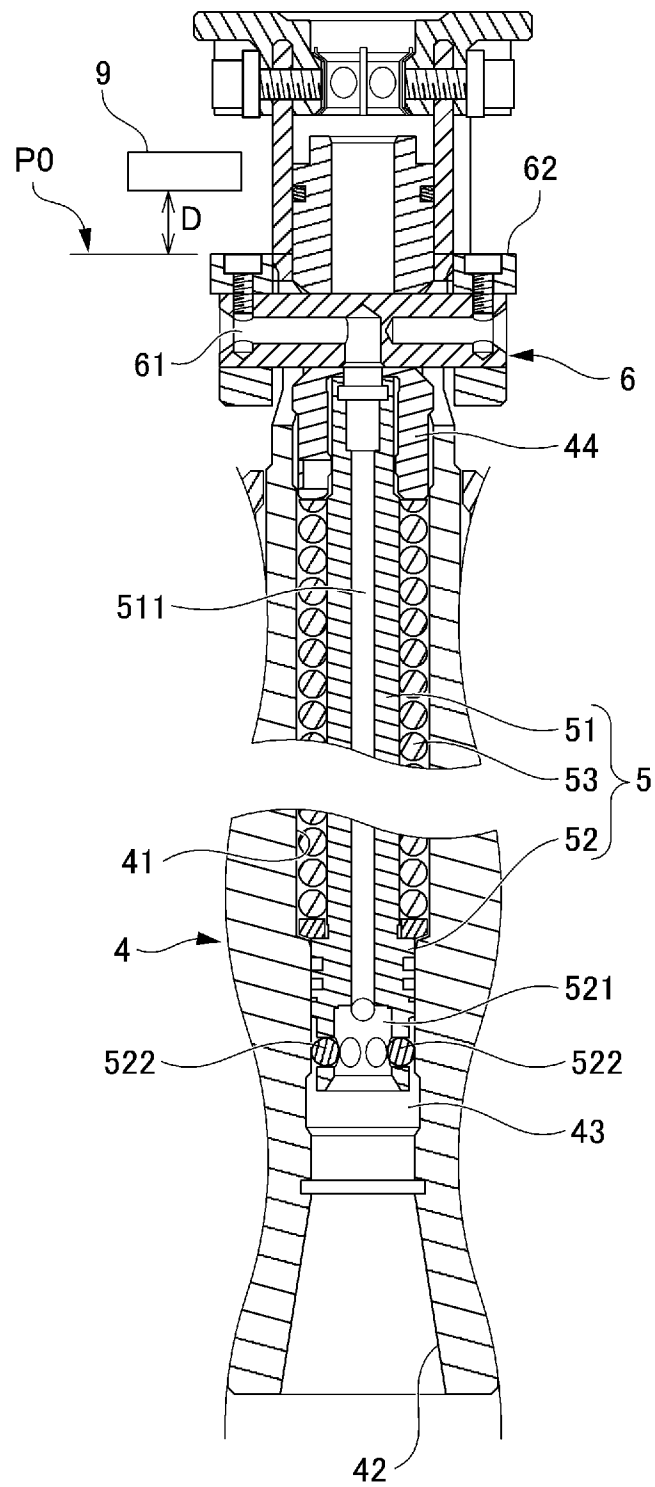
[図5]



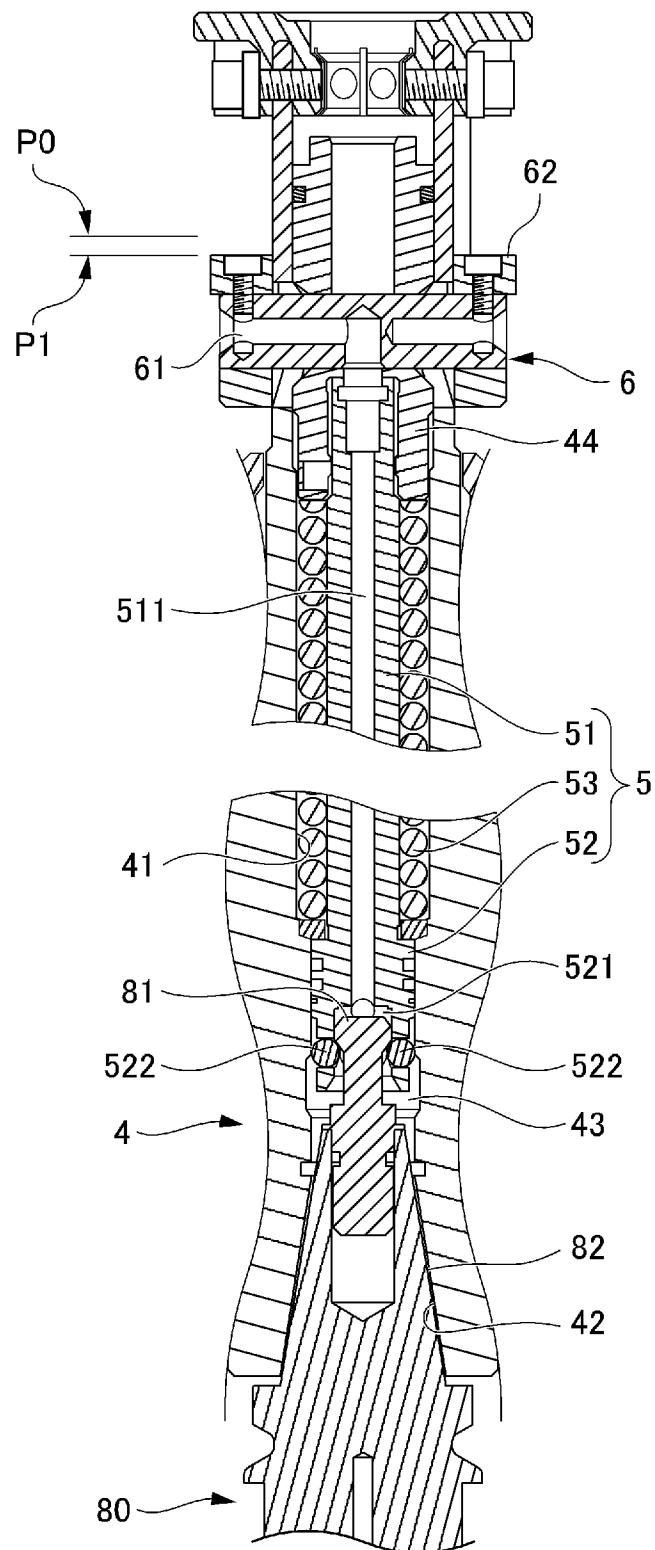
[図6]



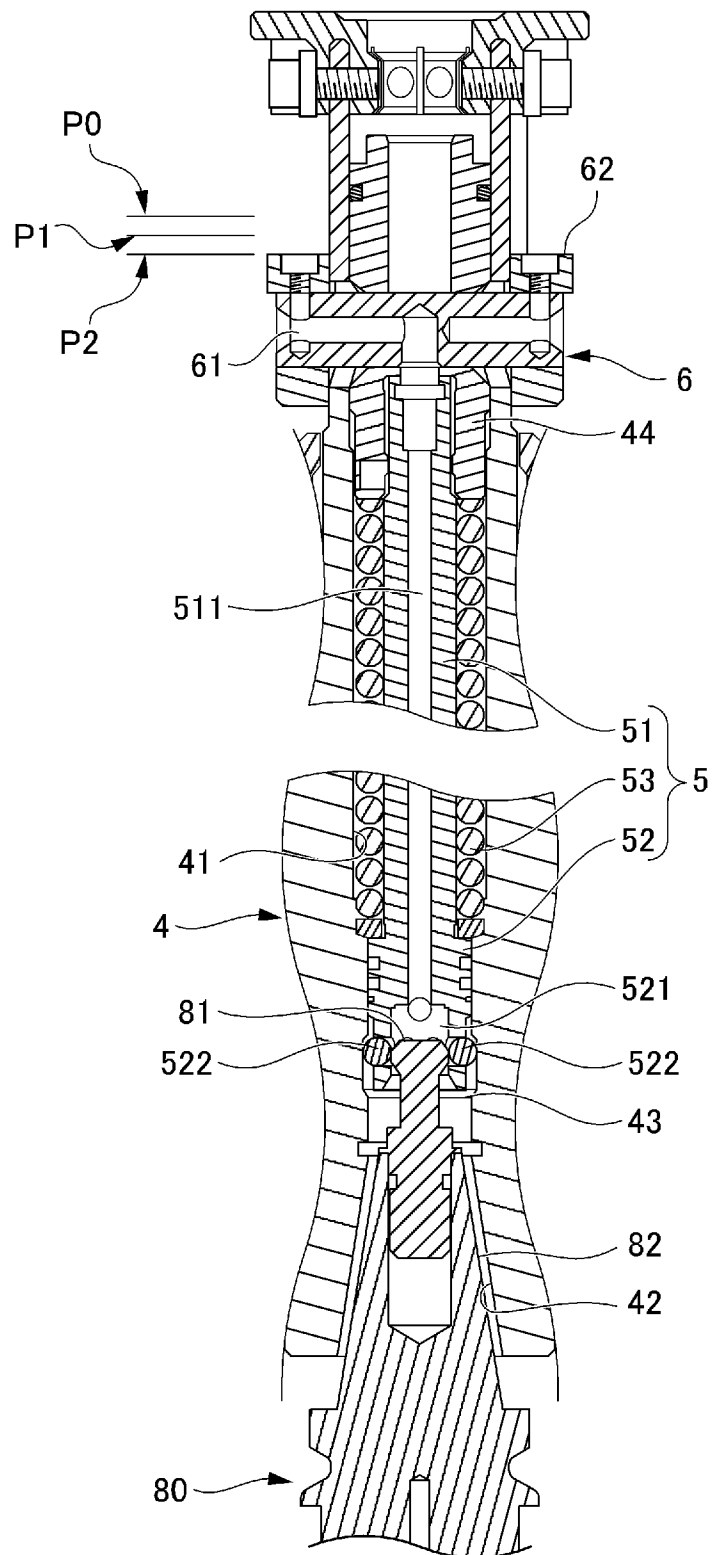
[図7A]



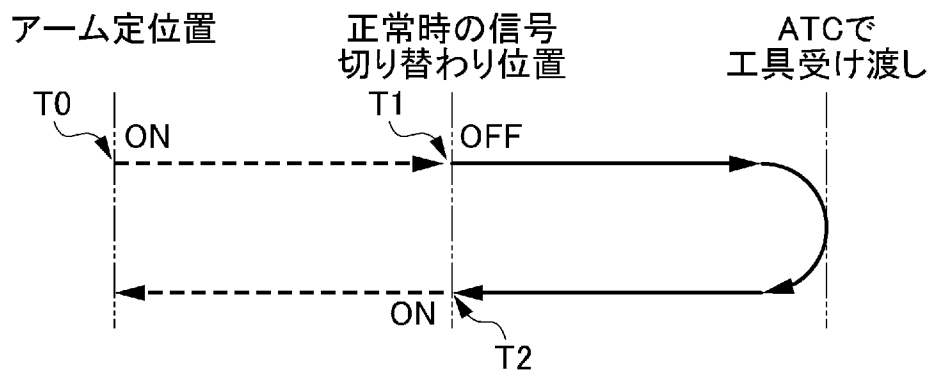
[図7B]



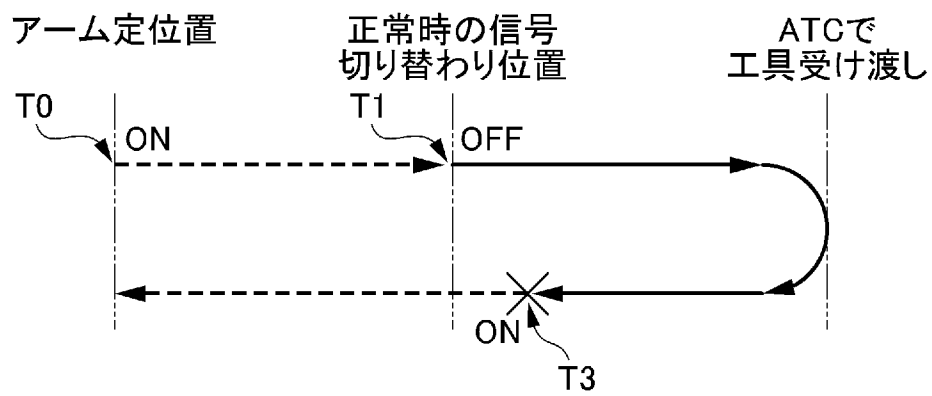
[図7C]



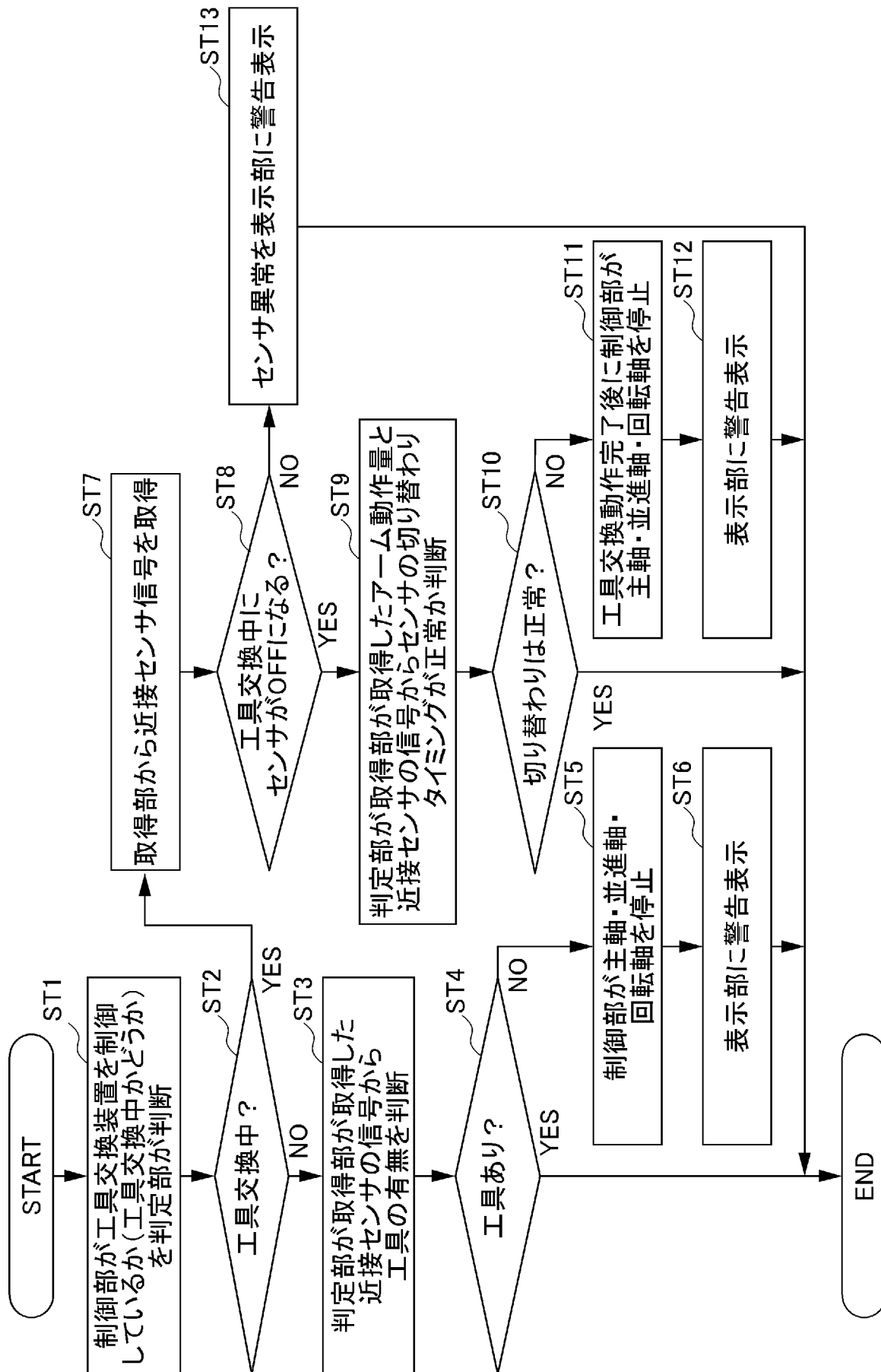
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/001172

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B23B 31/00**(2006.01)i; **B23Q 3/12**(2006.01)i

FI: B23B31/00 D; B23Q3/12 B

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)

B23B31/00-B23B31/39; B23B31/117; B23Q3/06; B23Q3/12; B23Q3/18; B23Q17/00; B23Q17/24

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-167377 A (FANUC CORPORATION) 01 November 2018 (2018-11-01)	1-3
A	JP 2002-052406 A (NTN CORP) 19 February 2002 (2002-02-19)	1-3
A	JP 2021-103395 A (BROTHER KOGYO KABUSHIKI KAISHA) 15 July 2021 (2021-07-15)	1-3
A	JP 2018-065229 A (SUGINO MACHINE LTD.) 26 April 2018 (2018-04-26)	1-3
A	JP 2005-28534 A (OKUMA CORPORATION) 03 February 2005 (2005-02-03)	1-3



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

20 February 2023

Date of mailing of the international search report

28 February 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/001172

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2018-167377	A	01 November 2018	US	2018/0281082	A1	
				DE	102018204310	A1	
				CN	108687571	A	
JP	2002-052406	A	19 February 2002	(Family: none)			
JP	2021-103395	A	15 July 2021	CN	113021075	A	
JP	2018-065229	A	26 April 2018	(Family: none)			
JP	2005-28534	A	03 February 2005	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23B 31/00(2006.01)i; B23Q 3/12(2006.01)i FI: B23B31/00 D; B23Q3/12 B														
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）） B23B31/00-B23B31/39; B23B31/117; B23Q3/06; B23Q3/12; B23Q3/18; B23Q17/00; B23Q17/24 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2023年													
日本国実用新案登録公報	1996-2023年													
日本国登録実用新案公報	1994-2023年													
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 2018-167377 A（ファナック株式会社）01.11.2018（2018-11-01）	1-3												
A	JP 2002-052406 A（エヌティエヌ株式会社）19.02.2002（2002-02-19）	1-3												
A	JP 2021-103395 A（ブラザー工業株式会社）15.07.2021（2021-07-15）	1-3												
A	JP 2018-065229 A（株式会社スギノマシン）26.04.2018（2018-04-26）	1-3												
A	JP 2005-28534 A（オークマ株式会社）03.02.2005（2005-02-03）	1-3												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 20.02.2023	国際調査報告の発送日 28.02.2023													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 亀田 貴志 3C 2656 電話番号 03-3581-1101 内線 3324													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/001172

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2018-167377	A	01.11.2018	US	2018/0281082	A1	
				DE	102018204310	A1	
				CN	108687571	A	
JP	2002-052406	A	19.02.2002	(ファミリーなし)			
JP	2021-103395	A	15.07.2021	CN	113021075	A	
JP	2018-065229	A	26.04.2018	(ファミリーなし)			
JP	2005-28534	A	03.02.2005	(ファミリーなし)			