

(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
2020年5月7日(07.05.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/090055 A1

(51) 国際特許分類:

B23Q 3/157 (2006.01) *B23Q 15/00* (2006.01)
B23Q 3/155 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/040596

(22) 国際出願日: 2018年10月31日(31.10.2018)

(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: 株式会社牧野フライス製作所 (MAKINO MILLING MACHINE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1528578 東京都目黒区中根2丁目3番19号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 佐野 裕児(SANO, Yuji); 〒4010310 山梨県南都留郡富士河口湖町勝山3560番地1 株式会社牧野フライス製作所内 Yamanashi (JP). 坂本 政寿(SAKAMOTO, Masatoshi); 〒4010310 山梨県南都留郡富士河口湖町勝山3560番地1 株式会社牧野フライス製作所内 Yamanashi (JP). 中島 徹(NAKASHIMA,

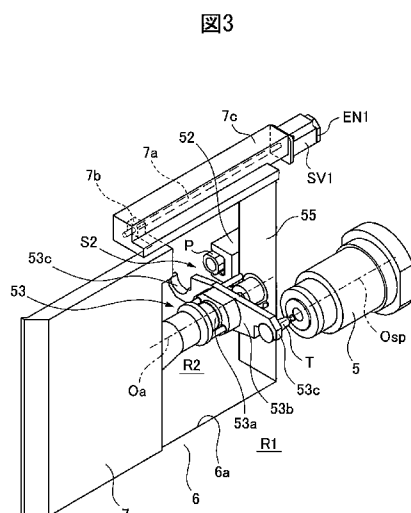
Toru); 〒4010310 山梨県南都留郡富士河口湖町勝山3560番地1 株式会社牧野フライス製作所内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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.

(54) Title: MACHINE TOOL

(54) 発明の名称: 工作機械



(57) Abstract: This machine tool is provided with: an arm (53) for exchanging a tool (T) between a main shaft (5) in a machining chamber (R1) and a secondary tool standby position (S2) in a tool holding chamber (R2); a shutter (7) which is provided in an opening (6a) defined in a wall (6) which partitions between the machining chamber (R1) and the tool holding chamber (R2); a first motor (SV1) for opening and closing the shutter (7); a shutter position detector (EN1) which can detect the position of the shutter (7) in the entire range between the fully open position and the fully closed position; a storage device which stores a prescribed position of the shutter (7) associated with a prescribed operation of the arm (53); and a control device which is configured to perform a prescribed operation of the arm (53) on the basis of the position of the shutter (7) detected by the shutter position detector (EN1) and the prescribed position of the shutter (7) stored in the storage device.

(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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 工作機械は、加工室 (R 1) の主軸 (5) と工具保管室 (R 2) の次工具待機位置 (S 2) との間で工具 (T) を交換するためのアーム (5 3) と、加工室 (R 1) と工具保管室 (R 2) とを仕切る壁 (6) に画定された開口部 (6 a) に設けられたシャッタ (7) と、シャッタ (7) を開閉させるための第1のモータ (S V 1) と、シャッタ (7) の位置を全開位置及び全閉位置の間の全域において検出可能なシャッタ位置検出器 (E N 1) と、アーム (5 3) の所定の動作と関連付けられたシャッタ (7) の所定の位置を記憶する記憶装置と、シャッタ位置検出器 (E N 1) で検出されたシャッタ (7) の位置と、記憶装置に記憶されたシャッタ (7) の所定の位置とに基づいて、アーム (5 3) の所定の動作を実行するように構成された制御装置と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 工作機械

技術分野

[0001] 本願は、工作機械に関する。

背景技術

[0002] 工作機械は、主軸に取り付けられる工具を交換するために、複数の工具を収容する工具交換装置を有する場合がある。例えば、特許文献１は、複数の工具を収容する工具マガジンと、主軸と工具マガジンとの間に配置された工具交換アームと、を有する工作機械を開示している。主軸が配置された室と、工具マガジン及び工具交換アームが配置された室とは、カバーによって仕切られている。カバーには開口部が形成されており、開口部には側扉が設けられている。工具交換時には側扉は開けられ、ワーク加工時にはクーラント及び切りくずの飛散を防止するために側扉は閉じられる。側扉の開閉動作は、工具交換アームの駆動装置に設けられたカム機構によって工具交換アームの運動と同期されている。このようなメカニカルな構成によって、工具交換アーム及び側扉の動作が同期されている。

[0003] 特許文献２は、自動工具交換装置（ＡＴＣ（Automatic Tool Changer））のＡＴＣシャッタを開示している。ＡＴＣシャッタは、作業中には閉じ且つ工具交換時には開くように構成されている。工具は、回転アームによって交換される。ＡＴＣシャッタの開放開始位置及び開放終了位置の各々には、リミットスイッチが設けられており、ＡＴＣシャッタがこれらの位置に到達したときに、リミットスイッチから開放開始信号及び開放終了信号がそれぞれ送信される。ＡＴＣシャッタの開放開始信号及び開放終了信号は、回転アームの駆動源に送信され、それぞれ、回転アームの回転開始信号及び回転終了信号として使用される。このように、ＡＴＣシャッタの開放開始位置及び開放終了位置に設けられたリミットスイッチによって、ＡＴＣシャッタ及び回転アームの動作が関連付けられている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平7－60596号公報

特許文献2：特開2007－030062号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 工作機械の分野においては、リードタイムを短縮するために、工具交換時間をより短縮することが望まれている。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様は、工具保管室に保管された複数の工具のなかから選択された工具を用いて、加工室においてワークを加工する工作機械において、加工室の主軸と工具保管室の次工具待機位置との間で工具を交換するためのアームと、加工室と工具保管室とを仕切る壁に画定された開口部に設けられたシャッタであって、全開位置と全閉位置との間を移動可能である、シャッタと、シャッタを開閉させるための第1のモータと、シャッタの位置を全開位置及び全閉位置の間の全域において検出可能なシャッタ位置検出器と、アームの所定の動作と関連付けられたシャッタの所定の位置を記憶する記憶装置と、シャッタ位置検出器で検出されたシャッタの位置と、記憶装置に記憶されたシャッタの所定の位置とに基づいて、アームの所定の動作を実行するように構成された制御装置と、を備える工作機械である。

[0007] 本開示の一態様に係る工作機械では、シャッタ位置検出器で検出されたシャッタの位置と、アームの動作と関連付けられ且つ記憶装置に記憶されたシャッタの特定の位置とに基づいて、アームの動作が実行される。シャッタ位置検出器はシャッタの位置を全開位置及び全閉位置の間の全域において検出することができるので、記憶しておくシャッタの位置を調節することによって、アームの動作を実行するタイミングを調整することができる。したがって、アームの動作を実行するタイミングをシャッタの動作と関連付けて最適

化することができ、これによって、工具交換時間を短縮することができる。

[0008] アームは、主軸に装着された工具及び次工具待機位置にある工具に係合するための工具係合位置と、当該アームが待機するためのアーム待機位置と、の間を回転可能であってもよく、アームは、工具を主軸から取り外すための前進位置と、工具を主軸に係合させるための後退位置と、の間をアームの回転軸に沿って並進可能であってもよく、工作機械は、アームを回転させるための第2のモータと、アームを並進させるための第3のモータと、を備えてもよく、制御装置は、シャッタ位置検出器で検出されたシャッタの位置と、記憶装置に記憶されたシャッタの所定の位置とに基づいて、アームの回転動作及び並進動作の少なくとも一方を制御するように、第2のモータ及び第3のモータの少なくとも一方を制御してもよい。この場合、アームの回転及び並進が別々の第2及び第3のモータによって操作されるので、アームの動作を更に細かく調整することができる。

[0009] 制御装置は、シャッタ位置検出器が、シャッタが全閉位置から所定の位置に移動したことを検出したときに、アームをアーム待機位置から工具係合位置へと回転させるように、第2のモータを制御してもよい。この場合、シャッタが開いている最中に同時にアームも回転するので、アームの回転動作をより早く終了することができる。

[0010] 工作機械は、アームの並進位置を前進位置と後退位置との間の全域において検出可能なアーム並進位置検出器を備えてもよく、記制御装置は、アーム並進位置検出器が、アームが前進位置から後退位置に移動したことを検出したときに、シャッタを全開位置から全閉位置へと向けて移動を開始させるように、第1のモータを制御し、続いて、シャッタ位置検出器が、シャッタが全開位置から所定の位置に移動開始したことを検出したときに、アームが工具係合位置からアーム待機位置へと向けて回転を完了しているか確認し、完了していない場合にはシャッタの移動を止めるように制御してもよい。この場合、アームが後退位置に移動する（すなわち、工具が主軸に取り付けられる）とシャッタが閉まり始め、シャッタが閉まっている最中に同時にアーム

も回転するので、アームの回転動作をより早く終了することができる。

[0011] 工作機械は、アームが前進又は後退するときに、アームに保持した工具のシャンク部分に気体を吹きかけるブローを備えてもよく、記憶装置は、それぞれの工具が標準工具であるか又は高精度工具であるかを記憶してもよく、制御装置は、主軸に装着される工具が高精度工具である場合、アームが前進又は後退するときに、アームの並進速度を標準工具のときよりも遅くし又はアームを複数回往復させ、気体を吹き付ける時間を長くしてもよい。この場合、高精度工具のシャンク部分には気体を長く吹き付けることができる。

[0012] 制御装置は、主軸が工具交換の位置まで移動する際に、先に第2のモータによってアームをアーム待機位置から工具係合位置へと回転動作を完了させてもよく、主軸の移動によって主軸に保持した工具をアームに係合させてもよい。

発明の効果

[0013] 本開示の一態様によれば、工具交換時間を短縮することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]実施形態に係る工作機械を示す概略側面図である。

[図2]図1の工作機械を示す概略平面図である。

[図3]シャッタ及びアームを示す概略斜視図である。

[図4]アームが前進位置にあるときのアーム及びアーム駆動装置を示す概略側面図である。

[図5]アームが後退位置にあるときのアーム及びアーム駆動装置を示す概略側面図である。

[図6]シャッタ及びアームの動作を示す概略図である。

[図7]シャッタ及びアームの動作を示す概略図である。

[図8]シャッタ及びアームの動作を示す概略図である。

[図9]シャッタ及びアームの動作を示す概略図である。

[図10]シャッタ及びアームの動作を示す概略図である。

[図11]シャッタ及びアームの動作を示す概略図である。

[図12]シャッタ及びアームの動作を示す概略図である。

[図13]シャッタ及びアームの動作を示す概略図である。

[図14]シャッタ及びアームの動作を示す概略図である。

[図15]シャッタ及びアームの動作を示す概略図である。

[図16]シャッタ及びアームの動作を示す概略図である。

[図17]シャッタ及びアームの動作を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、添付図面を参照して、実施形態に係る工作機械を説明する。同様な又は対応する要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。理解を容易にするために、図の縮尺は変更されている場合があり、さらに、ある図に示されている構成要素は、他の図面においては省略されている場合がある。

[0016] 図1は、実施形態に係る工作機械100を示す概略側面図である。工作機械100は、例えば、横形のマシニングセンタであることができ、主軸5の回転軸Ospが水平方向に設定されている。工作機械100は、立形であってもよく、また、マシニングセンタ以外の工作機械であってもよい。工作機械100は、例えば、ベッド（基台）1と、テーブル2と、コラム3と、主軸頭4と、主軸5と、スプラッシュガード6（図2参照）と、シャッタ7と、工具交換装置50と、機械制御装置（制御装置）60と、NC装置70と、を備えることができる。工作機械100は、他の構成要素を更に有してもよい。なお、図1では、理解を容易にするために、スプラッシュガード6及びシャッタ7は省略されていることに留意されたい。

[0017] 図1を参照して、工作機械100の機械座標系に関して、回転軸Ospに平行な方向がZ軸方向（前後方向とも称される）である。コラム3に対してテーブル2が在る側が前であり、反対側が後である。鉛直方向がY軸方向（上下方向とも称される）であり、Z軸及びY軸の双方に垂直な方向がX軸方向（左右方向とも称される）である。

[0018] ベッド1は、例えば工場の床に設置される。テーブル2は、ワークを支持

する。ワークは、治具によって直接的にテーブル2に取り付けられることができ、又は、他の実施形態では、ワークは、パレットを介して間接的にテーブル2に取り付けられてもよい。テーブル2は、ベッド1上に移動可能に配置されている。

[0019] 図2は、図1の工作機械100を示す概略平面図である。工作機械100は、テーブル2をベッド1に対してZ軸に沿って移動させるZ軸駆動装置11を備えている。Z軸駆動装置11は、Z軸に沿ってベッド1上に配置された一対のリニアガイドL1を有しており、テーブル2がリニアガイドL1のレール上を移動する。Z軸駆動装置11は、テーブル2に連結されたボールねじB1と、ボールねじB1を回転させるためのモータM1と、を更に有している。Z軸駆動装置11によるテーブル2のZ軸方向の送りは、NC装置70によって制御される。

[0020] コラム3は、Z軸方向においてテーブル2と対向するように、ベッド1上に移動可能に配置されている。工作機械100は、コラム3をX軸に沿って移動させるX軸駆動装置12を備えている。X軸駆動装置12は、X軸に沿ってベッド1上に配置された一対のリニアガイドL2を有しており、コラム3がリニアガイドL2のレール上を移動する。X軸駆動装置12は、コラム3に連結されたボールねじB2と、ボールねじB2を回転させるためのモータM2と、を更に有している。X軸駆動装置12によるコラム3のX軸方向の送りは、NC装置70によって制御される。

[0021] 主軸頭4は、コラム3に移動可能に配置されている。主軸頭4は、コラム3の前面から後面まで貫通している。工作機械100は、主軸頭4をY軸に沿って移動させるY軸駆動装置13を備えている。Y軸駆動装置13は、Y軸に沿ってコラム3に配置されたリニアガイド（不図示）を有しており、主軸頭4がリニアガイドのレール上を移動する。Y軸駆動装置13は、主軸頭4に連結されたボールねじ（不図示）と、当該ボールねじを回転させるためのモータM3と、を更に有している。Y軸駆動装置13による主軸頭4のY軸方向の送りは、NC装置70によって制御される。

- [0022] 主軸 5 は、主軸頭 4 の内部に回転可能に配置されている。主軸 5 は、工具 T を保持する。主軸 5 の回転は、NC 装置 70 によって制御される。
- [0023] スプラッシュガード 6 は、ワークを加工するための加工室 R1 と、複数の工具 T を収容するための工具保管室 R2 と、を仕切っている。スプラッシュガード 6 は、クーラント及び切りくずが加工室 R1 の外へ飛散することを防止する。
- [0024] 図 3 は、シャッタ 7 及びアーム 53 を示す概略斜視図である。スプラッシュガード 6 には、工具交換の際に工具 T を通すための開口 6a が画定されている。シャッタ 7 は、開口 6a に設けられている。シャッタ 7 は、図 3 に示されるような全開位置と、全閉位置（図 6 参照）と、の間を移動可能である。
- [0025] 図 3 を参照して、工作機械 100 は、シャッタ 7 を開閉させるための第 1 のモータ SV1 を備えている。第 1 のモータ SV1 は、カバー 7c に固定されている。カバー 7c は、スプラッシュガード 6 又は他の枠体等の固定された構成要素に固定されることができる。第 1 のモータ SV1 のシャフトには、ねじ部 7a が連結されている。ねじ部 7a には、ナット部 7b が係合している。ナット部 7b は、シャッタ 7 に連結されている。ねじ部 7a 及びナット部 7b は、カバー 7c によって囲われており、これによって、クーラント及び切りくずから保護されている。第 1 のモータ SV1 がねじ部 7a を回転させると、ナット部 7b 及びシャッタ 7 がねじ部 7a に沿って移動する。シャッタ 7 の移動は、機械制御装置 60 によって制御される。
- [0026] 第 1 のモータ SV1 は、例えば、サーボモータであることができ、エンコーダ EN1 を含むことができる。この場合、エンコーダ EN1 は、シャッタ 7 の位置を全開位置及び全閉位置の間の全域において検出可能なシャッタ位置検出器として機能する。具体的には、図 2 を参照して、機械制御装置 60 のプロセッサ 61 は、メモリ 62 に記憶されたねじ部 7a 及びナット部 7b のピッチと、エンコーダ EN1 から受け取った第 1 のモータ SV1 の回転量と、に基づいて、原点（例えば、全開位置又は全閉位置）からのシャッタ 7

の移動量を算出することができ、したがって、シャッタ 7 の位置を検出することができる。このように、エンコーダ E N 1 は、シャッタ位置検出器として機能することができる。

[0027] 工具交換装置 5 0 は、複数の工具 T を收容し、主軸 5 に取り付けられる工具 T を交換するように構成されている。工具交換装置 5 0 は、工具マガジン 5 1 と、シフタ 5 2 と、アーム 5 3 と、を有している。

[0028] 工具マガジン 5 1 は、複数の工具 T を收容する。工具マガジン 5 1 は、例えば、マガジン本体 5 1 a と、複数の工具ポット保持部 5 1 b と、を有している。図 1 を参照して、マガジン本体 5 1 a は、概ね、円環形状、又は、円形の無端形状（若しくは、閉じた線形状）を有している。マガジン本体 5 1 a は、主軸 5 の側方において、その無端形状が Y Z 平面に沿うように配置されている。マガジン本体 5 1 a の配置の方向は、これに限られない。

[0029] マガジン本体 5 1 a は、例えば、フレーム 5 1 c に設けられた複数のローラ 5 1 d によって、回転可能に支持されることができる。マガジン本体 5 1 a は、ベルト、チェーン及び／又は歯車等を介して、モータ等の駆動装置に接続されている（不図示）。図 2 を参照して、マガジン本体 5 1 a は、X 軸方向に平行な回転軸 O m の周りに回転するように構成されている。マガジン本体 5 1 a の回転は、機械制御装置 6 0 によって制御される。

[0030] 複数の工具ポット保持部 5 1 b は、マガジン本体 5 1 a の無端形状に沿って配置されている。したがって、マガジン本体 5 1 a が回転するにつれて、複数の工具ポット保持部 5 1 b は、Y Z 平面に沿った円形の循環経路（又は、無端経路）を移動する。工具マガジン 5 1 は、選択された工具ポット保持部 5 1 b を、選択位置 S 1 に配置するように構成されている。

[0031] 工具ポット保持部 5 1 b の各々は、工具ポット P を取外し可能に保持する。工具ポット保持部 5 1 b は、例えば、工具ポット P を保持するための板バネ等の弾性手段を含むことができる。工具ポット P は、図示しない周知の手段を用いて、工具 T を取外し可能に収納する。

[0032] シフタ 5 2 は、選択位置 S 1 にある工具ポット保持部 4 1 b と、次工具待

機位置 S 2 と、の間で、工具ポット P を移動可能である。シフタ 5 2 は、主軸 5 と工具マガジン 5 1 との間に配置されている。シフタ 5 2 は、工具ポット P をクランプ及びアンクランプすることが可能な、爪状のクランプ機構（不図示）を有している。シフタ 5 2 は、回転軸 O s h の周りに回転可能である。シフタ 5 2 は、回転軸 O s h の周りに、選択位置 S 1 と、次工具待機位置 S 2 と、の間を移動する。

[0033] 次工具待機位置 S 2 は、工具マガジン 5 1 の円周方向において、選択位置 S 1 と同じ角度に位置する。また、次工具待機位置 S 2 は、工具マガジン 5 1 の半径方向において、選択位置 S 1 よりも内側に位置する。選択位置 S 1 と次工具待機位置 S 2 との間の回転角度は、例えば 90° である。シフタ 5 2 の回転動作は、例えばモータ（不図示）によって駆動されることができる。シフタ 5 2 の回転動作は、機械制御装置 60 によって制御される。

[0034] 図 3 を参照して、アーム 5 3 は、主軸 5 と、次工具待機位置 S 2 にある工具ポット P と、の間で工具 T を交換する。アーム 5 3 は、主軸 5 とシフタ 5 2 との間に配置されている。アーム 5 3 は、主軸 5 の回転軸 O s p と平行な回転軸 O a 周りの回転動作と、回転軸 O a に沿った並進動作と、が可能である。アーム 5 3 は、ギアボックス 5 5 に回転可能に且つ並進可能に取り付けられている。ギアボックス 5 5 は、アーム 5 3 を動作させるための歯車 5 3 d ~ 5 3 g（図 4 参照。詳しくは後述）を収容している。

[0035] 図 3 を参照して、アーム 5 3 は、シャフト部 5 3 a と、アーム部 5 3 b と、を有している。シャフト部 5 3 a は、回転軸 O a に沿って延びている。アーム部 5 3 b は、シャフト部 5 3 a から径方向に両側に延在しており、その両端に工具を把持するための 2 つのグリッパー 5 3 c を含んでいる。

[0036] 図 4 は、アーム 5 3 が前進位置 S t 1 にあるときのアーム 5 3 及びアーム駆動装置 5 4 を示す概略側面図であり、図 5 は、アーム 5 3 が後退位置 S t 2 にあるときのアーム 5 3 及びアーム駆動装置 5 4 を示す概略側面図である。図 4 を参照して、アーム 5 3 のシャフト部 5 3 a は、第 1 のシャフト部 5 3 a 1 と、第 2 のシャフト部 5 3 a 2 と、継手 5 3 a 3 と、を含んでいる。

[0037] 第1のシャフト部53a1は、ギアボックス55に対して回転可能に取り付けられており、回転軸Oaに沿って並進はしない。第2のシャフト部53a2は、第1のシャフト部53a1の径方向内側に配置されており、回転軸Oaに沿って第1のシャフト部53a1の内側を並進する。第2のシャフト部53a2には、アーム部53bが固定されている。第2のシャフト部53a2の一部には、回転軸Oaに沿って延びる突起を含むスプライン53a4が設けられており、第1のシャフト部53a1の内周面には対応する溝（不図示）が設けられている。このような構成によって、第1のシャフト部53a1の回転動作が、第2のシャフト部53a2及びそれに固定されたアーム部53bに伝達される。継手53a3は、第2のシャフト部53a2に対して回転可能に取り付けられている。したがって、継手53a3は、第2のシャフト部53a2と共に並進するが、第2のシャフト部53a2と共に回転はしない。

[0038] 工作機械100は、アーム53を動作させるためのアーム駆動装置54を備えている。アーム駆動装置54は、アーム部53bを回転させるための第2のモータSV2と、アーム部53bを並進させるための第3のモータSV3と、を有している。

[0039] 第2のモータSV2のシャフトには、第1の傘歯車53dが連結されている。アーム53の第1のシャフト部53a1には、第1の傘歯車53dと噛み合う第2の傘歯車53eが設けられている。第2のモータSV2が第1の傘歯車53dを回転させると、第2の傘歯車53e及び第1のシャフト部53a1が回転軸Oa周りに回転し、さらに、スプライン53a4を介して第2のシャフト部53a2及びアーム部53bが回転軸Oa周りに回転する。アーム部53bの回転は、機械制御装置60によって制御される。

[0040] 第2のモータSV2は、例えば、サーボモータであることができ、エンコーダEN2を含むことができる。この場合、エンコーダEN2は、アーム部53bの回転位置を全域において検出可能なアーム回転位置検出器として機能する。具体的には、機械制御装置60のプロセッサ61が、メモリ62に

記憶された第1の傘歯車53d及び第2の傘歯車53eの間のギア比と、エンコーダEN2から受け取った第2のモータSV2の回転量と、に基づいて、原点（例えば、工具係合位置Sr1又はアーム待機位置Sr2（詳しくは後述））からのアーム部53bの回転量を算出することができ、したがって、アーム部53bの回転位置を検出することができる。このように、エンコーダEN2は、アーム回転位置検出器として機能することができる。

[0041] 第3のモータSV3のシャフトには、第3の傘歯車53fが連結されており、第3の傘歯車53fと噛み合う第4の傘歯車53gが、ギアボックス55に回転可能に取り付けられている。第4の傘歯車53gとアーム53の継手53a3とは、クランク53hによって連結されている。クランク53hの連結部の一方は、第4の傘歯車53gに固定されており、連結部の他方は、継手53a3に対して回転可能に且つ図4において上下方向に移動可能に結合されている。第3のモータSV3が第3の傘歯車53fを回転させると、第4の傘歯車53g及びクランク53hが回転し、これによって、継手53a3を介して第2のシャフト部53a2及びそれに固定されたアーム部53bが回転軸Oaに沿って並進する。アーム部53bの並進は、機械制御装置60によって制御される。

[0042] 第3のモータSV3は、例えば、サーボモータであることができ、エンコーダEN3を含むことができる。この場合、エンコーダEN3は、アーム部53bの並進位置を全域において検出可能なアーム並進位置検出器として機能する。具体的には、機械制御装置60のプロセッサ61が、メモリ62に記憶された第3の傘歯車53f及び第4の傘歯車53gの間のギア比と、クランク53hの連結部間の長さと、エンコーダEN3から受け取った第3のモータSV3の回転量と、に基づいて、原点（例えば、前進位置St1又は後退位置St2）からのアーム53の並進量を算出することができ、したがって、アーム53の並進位置を検出することができる。このように、エンコーダEN3は、アーム並進位置検出器として機能することができる。

[0043] 図6～図17は、シャッタ7及びアーム53の動作を示す概略図であり、

図6～図17の各々において、左図は概略平面図であり、右図は概略正面図である。図6～図17の例では、主軸5に取り付けられた長い工具T1と、次工具待機位置S2にある短い工具T2とが交換される。

[0044] アーム53の回転動作に関して、図6～図17の右図を参照して、アーム53は、主軸5に装着された工具T及び次工具待機位置S2にある工具Tに係合するための工具係合位置S_r1と（図8，9，10，11，12，13，14の右図を参照）、アーム53が待機するためのアーム待機位置S_r2と（図6，7，15，16，17の右図を参照）、の間を回転可能である。

[0045] 図8の右図を参照して、工具係合位置S_r1においては、グリッパー53cの一方が加工室R1に位置し他方が工具保管室R2に位置するように、アーム53が配置される。工具係合位置S_r1においては、グリッパー53cの一方が主軸5に装着された工具Tのホルダに係合し、他方が次工具待機位置S2にある工具Tのホルダに係合する。図6及び図8の右図を参照して、アーム待機位置S_r2（図6の右図）は、回転軸O_aを中心にして、工具係合位置S_r1（図8の右図）から時計回りに又は反時計回りに90°離間している。図6の右図を参照して、アーム待機位置S_r2においては、グリッパー53cの双方が工具保管室R2に位置するように、アーム53が配置される。

[0046] アーム53の並進動作に関して、図6～図17の左図を参照して、アーム53は、工具Tを主軸5から取り外し且つ工具Tを次工具待機位置S2にある工具ポットPから抜き出すための前進位置S_t1と（図9，10，11，12の左図を参照）、工具Tを主軸5に係合させ且つ工具Tを次工具待機位置S2にある工具ポットPに挿入するための後退位置S_t2と（図6，7，8，13，14，15，16，17の左図を参照）、の間を回転軸O_aに沿って並進可能である。

[0047] 図1を参照して、機械制御装置60は、制御プログラムに基づいて、工具交換装置50の動作を制御する。また、機械制御装置60は、NC装置70により制御される構成要素（例えば、X軸駆動装置12、Y軸駆動装置13

、Z軸駆動装置11及び主軸5等)以外の工作機械100中の他の機械構成要素の動作を制御することもできる。機械制御装置60は、例えば、プロセッサ61と、メモリ62と、入力装置63と、表示装置64と、インターフェース65と、を有することができ、これらの構成要素は例えばバス等によって互いに接続されている。機械制御装置60は、他の構成要素を更に有してもよい。プロセッサ61は、例えば、1つ又は複数のCPU (Central Processing unit) であることができる。

[0048] メモリ62は、例えば、ROM (read only memory)、RAM (random access memory)、及び、ハードディスクドライブ等の記憶装置を含むことができる。メモリ62は、工具交換動作(詳しくは後述)の際に、プロセッサ61がシャッタ7の位置に関連させてアーム53の動作を制御するためのプログラムを記憶している。また、メモリ62は、プロセッサ61が実行する他の様々な制御プログラムを記憶することができる。また、メモリ62は、シャッタ7の位置の算出に関連して、上記のねじ部7a及びナット部7bのピッチを記憶することができる。これによって、プロセッサ61は、第1のモータSV1のエンコーダEN1から回転量を受信すると、メモリ62に記憶されたねじ部7a及びナット部7bのピッチと、受信した回転量と、に基づいて、シャッタ7の位置を算出することができる。また、メモリ62は、アーム部53bの回転位置の算出に関連して、上記の第1の傘歯車53d及び第2の傘歯車53eの間のギア比を記憶することができる。また、メモリ62は、アーム部53bの並進位置の算出に関連して、第3の傘歯車53f及び第4の傘歯車53gの間のギア比、並びに、クランク53hの連結部間の長さを記憶することができる。

[0049] また、メモリ62は、アーム53の所定の動作と関連付けられたシャッタ7の1つ又は複数の所定の位置を記憶することができる。プロセッサ61は、算出したシャッタ7の位置がメモリ62に記憶されている所定の位置に一致すると、アーム53の所定の動作を開始するように、第2のモータSV2及び第3のモータSV3の少なくとも一方に信号を送信する(詳しくは後述

）。

[0050] シャッタ 7 の所定の位置と関連付けられるアーム 5 3 の所定の動作は、様々な動作を含むことができる。また、メモリ 6 2 に記憶されるシャッタ 7 の所定の位置は、シャッタ 7 の全閉位置及び全開位置を含む、全閉位置と全開位置との間の任意の位置であることができる。

[0051] 図 7, 8 を参照して、例えば、アーム 5 3 の所定の動作は、シャッタ 7 が開いている最中に、アーム待機位置 $S_r 2$ (図 7 の右図) から工具係合位置 $S_r 1$ (図 8 の右図) への回転動作 (90°) である。この場合、メモリ 6 2 に記憶されるシャッタ 7 の第 1 の所定の位置 $S_s 1$ (図 7, 8 の左図参照) は、アーム 5 3 がシャッタ 7 に接触しないように全閉位置から離れた位置である。

[0052] なお、図 6 及び図 7 の段階において主軸 5 は既に工具交換のための位置まで移動を完了しているが、先にアーム 5 3 が回転動作し、後から主軸 5 が図 6 ~ 図 8 に図示されている工具交換の位置まで移動してもよい。図 8 の段階までは、主軸 5 の移動及びアーム 5 3 の回転の動作完了はどちらが先であってもよい。アーム 5 3 が先に動作完了している場合には、主軸 5 は、保持する工具がグリッパー 5 3 c に係合できる方向からアーム 5 3 に接近すればよい。

[0053] また、図 8, 9 を参照して、例えば、アーム 5 3 の所定の動作は、シャッタ 7 が開いている最中に、後退位置 $S_t 2$ (図 8 の左図) から前進位置 $S_t 1$ (図 9 の右図) への並進動作である。この場合、メモリ 6 2 に記憶されるシャッタ 7 の第 2 の所定の位置 $S_s 2$ は、前進したアーム部 5 3 b がシャッタ 7 に接触しないように全閉位置から離れた位置であることができる。代替的に、アーム 5 3 は、シャッタ 7 が開き終わった後に (図 12 参照)、後退位置 $S_t 2$ から前進位置 $S_t 1$ へ並進してもよい。この場合、メモリ 6 2 に記憶されるシャッタ 7 の第 4 の所定の位置 $S_s 4$ は、全開位置であることができる。

[0054] また、図 10, 11 を参照して、例えば、アーム 5 3 の所定の動作は、シ

シャッタ 7 が開いている最中に、工具 T 1 と工具 T 2 とを交換するべく、一方の工具係合位置 S r 1（図 10 参照）から他方の工具係合位置 S r 1（図 11 参照）への回転動作（180°）である。この場合、メモリ 62 に記憶されるシャッタ 7 の第 3 の所定の位置 S s 3 は、アーム 53 に保持されている工具 T 1、T 2（特に、長い工具 T 1）がシャッタ 7 に接触しないように全閉位置から離れた位置であることができる。代替的に、アーム 53 は、シャッタ 7 が開き終わった後に（図 12 参照）、工具 T 1 と工具 T 2 とを交換するべく 180° 回転してもよい。この場合、メモリ 62 に記憶されるシャッタ 7 の第 4 の所定の位置 S s 4 は、全開位置であることができる。

[0055] また、図 14、15 を参照して、例えば、アーム 53 の所定の動作は、工具 T 1、T 2 の交換が完了した後にシャッタ 7 が閉じている最中に、工具係合位置 S r 1（図 14 の右図）からアーム待機位置 S r 2（図 15 の右図）への回転動作（90°）である。この場合、メモリ 62 に記憶されるシャッタ 7 の第 5 の所定の位置 S s 5（図 15 の左図参照）は、アーム 53 がシャッタ 7 に接触しないように全閉位置から離れた位置であることができる。

[0056] メモリ 62 は、シャッタ 7 の所定の位置を、工具の特徴に応じて、工具毎に記憶することができる。また、メモリ 62 は、例えば、シャッタ 7 の移動速度、アーム 53 の並進速度、及び、アーム 53 の回転速度のうちの少なくとも 1 つを、工具の特徴に応じて工具毎に記憶することができる。

[0057] 例えば、メモリ 62 は、シャッタ 7 の所定の位置を、工具の長さ（例えば、長い、標準、及び、短い等）に応じて、工具毎に記憶することができる。例えば、上記のように、シャッタ 7 が開いている最中にアーム 53 が工具 T 1 と工具 T 2 とを交換するべく 180° 回転する場合（図 10、11 参照）、シャッタ 7 の第 3 の所定の位置 S s 3 は、アーム 53 に保持されている工具 T 1、T 2（特に、長い工具 T 1）がシャッタ 7 に接触しないように、全閉位置から離れた位置でなければならない。したがって、長い工具 T 1 には、短い工具 T 2 と比較して、全閉位置からより離れた位置が記憶される。なお、アーム 53 が長い工具 T 1 と短い工具 T 2 とを保持している場合には、

プロセッサ 61 は、安全のために、長い工具 T1 に対して記憶された位置を用いることに留意すべきである。

[0058] また、例えば、メモリ 62 は、シャッタ 7 の所定の位置を、工具の重さ（例えば、重い、標準、及び、軽い等）に応じて、工具毎に記憶することができる。例えば、上記のように、シャッタ 7 が開いている最中にアーム 53 が工具 T を交換するべく 180° 回転する場合（図 10, 11 参照）、シャッタ 7 の第 3 の所定の位置 Ss3 は、アーム 53 に保持されている工具 T がシャッタ 7 に接触しないように、全閉位置から離れた位置でなければならない。このとき、アーム 53 が重い工具 T を保持している場合、アーム 53 の回転が遅くなる可能性がある。また、アーム 53 が重い工具 T を保持している場合、工具 T の接触によってシャッタ 7 が大きく破損する可能性がある。したがって、重い工具 T には、軽い工具 T と比較して、全閉位置からより離れた位置が記憶される。なお、アーム 53 が重い工具 T と軽い工具 T とを保持している場合には、プロセッサ 61 は、安全のために、重い工具 T に対して記憶された位置を用いることに留意すべきである。

[0059] また、例えば、メモリ 62 は、シャッタ 7 の移動速度を、工具の精度（例えば、高精度及び標準等）に応じて、工具毎に記憶することができる。例えば、図 11, 12 を参照して、工作機械 100 は、工具 T のシャンク部分に付着したほこり及び／又は切りくずを取り除くために、ブロワ 8 を有することができる。ブロワ 8 は、例えば、主軸 5 又はその他の構成要素に設けられることができる。ブロワ 8 は、主軸 5 に工具 T が取り付けられる前に、工具 T のシャンク部分に気体（例えば、空気）を吹き付けることができる。シャンク部分に気体を吹き付けるときには、アーム 53 を前後に並進させることによって、工具 T を往復移動させてもよい。これによって、工具 T のシャンク部分に付着したほこり及び／又は切りくずを効率的に取り除くことができる。アーム 53 が高精度の工具 T を保持している場合、シャンク部分にほこり及び／又は切りくずが付着したまま工具 T が主軸 5 に取り付けられると、高い加工精度が得られない可能性がある。したがって、アーム 53 が高精度

の工具Tを保持している場合、シャンク部分により長い期間気体を吹き付けるために、シャッタ7の移動を遅くすることが好ましい。したがって、高精度の工具Tには、標準の工具Tと比較して、シャッタ7に対して低い移動速度が設定されることができる。

[0060] 入力装置63は、例えば、マウス、キーボード及び機械式のボタン等を含むことができ、表示装置64は、例えば、液晶ディスプレイ又は有機EL (Electro-Luminescence) ディスプレイ等を含むことができる。入力装置63及び表示装置64として、タッチパネルが使用されてもよい。インターフェース65は、機械制御装置60を外部装置に接続するためのインターフェース回路を有することができる。

[0061] NC装置70は、NCプログラムに基づいて、上記のX軸駆動装置12、Y軸駆動装置13、Z軸駆動装置11、及び、主軸5を制御するように構成されている。NC装置70は、機械制御装置60と同様に、例えば、プロセッサ、メモリ、入力装置、表示装置、及び、インターフェース等の構成要素を有することができる。機械制御装置60及びNC装置70は、互いに通信可能であってもよく、必要なときには協働することができる。

[0062] 次に、工作機械100の工具交換動作について説明する。以下の工具交換動作の間、プロセッサ61は、メモリ62を参照しながらシャッタ7が所定の位置S_{s1}～S_{s5}に到達したか否かを判断し、メモリ62に記憶されているプログラムにしたがってシャッタ7の位置に関連させてアーム53の動作を制御する。

[0063] 図2を参照して、まず、機械制御装置60のプロセッサ61が工具マガジン51の駆動装置に信号を送り、工具マガジン51が所望の工具T2を選択位置S1に移動させる。これによって、シフタ52が、工具T2を保持する工具ポットPを保持する。続いて、プロセッサ61が、シフタ52の駆動装置に信号を送り、シフタ52が選択位置S1から次工具待機位置S2へと回転する。図6を参照して、この時点で、主軸5には長い工具T1が取り付けられており、次工具待機位置S2には短い工具T2が位置している。シャッ

タ 7 は、全閉位置 S s 0 に位置する。

[0064] 図 7 を参照して、プロセッサ 6 1 が第 1 のモータ S V 1 に信号を送り、シャッタ 7 が全閉位置 S s 0 から全開位置 S s 4 へと向かって移動を開始する。シャッタ 7 は、第 1 の所定の位置 S s 1 に到達する。

[0065] 図 8 を参照して、エンコーダ E N 1 からの信号に基づいて、シャッタ 7 がメモリ 6 2 に記憶されている第 1 の所定の位置 S s 1 に到達したとプロセッサ 6 1 が判断すると、プロセッサ 6 1 が第 2 のモータ S V 2 に信号を送り、アーム 5 3 がアーム待機位置 S r 2 から工具係合位置 S r 1 へと回転する（図 8 の右図参照）。

[0066] 図 9 を参照して、引き続きシャッタ 7 が全開位置 S s 4 へと向かって移動を続け、シャッタ 7 が、第 2 の所定の位置 S s 2 に到達する。エンコーダ E N 1 からの信号に基づいて、シャッタ 7 がメモリ 6 2 に記憶されている第 2 の所定の位置 S s 2 に到達したとプロセッサ 6 1 が判断すると、プロセッサ 6 1 が第 3 のモータ S V 3 に信号を送り、アーム 5 3 が後退位置 S t 2 から前進位置 S t 1 へと並進する。これによって、主軸 5 から工具 T 1 が取り外され、次工具待機位置 S 2 にある工具ポット P から工具 T 2 が引き抜かれる。

[0067] 図 1 0 を参照して、引き続きシャッタ 7 が全開位置 S s 4 へと向かって移動を続け、シャッタ 7 が、第 3 の所定の位置 S s 3 に到達する。

[0068] 図 1 1 を参照して、エンコーダ E N 1 からの信号に基づいて、シャッタ 7 がメモリ 6 2 に記憶されている第 3 の所定の位置 S s 3 に到達したとプロセッサ 6 1 が判断すると、プロセッサ 6 1 が第 2 のモータ S V 2 に信号を送り、アーム 5 3 が反対側の工具係合位置 S r 1 へと 1 8 0 ° 回転する。これによって、長い工具 T 1 は次工具待機位置 S 2 側に移動し、短い工具 T 2 は主軸 5 側に移動する。また、プロセッサ 6 1 は、ブロワ 8 に信号を送り、気体が工具 T 2 のシャンク部に吹き付けられる。

[0069] 図 1 2 を参照して、引き続きシャッタ 7 が全開位置 S s 4 へと向かって移動を続け、シャッタ 7 が、全開位置 S s 4 に到達する。

- [0070] 図13を参照して、エンコーダE N 1からの信号に基づいて、シャッタ7がメモリ62に記憶されている全開位置S s 4に到達したとプロセッサ61が判断すると、プロセッサ61が第3のモータS V 3に信号を送り、アーム53が前進位置S t 1から後退位置S t 2に移動する。これによって、長い工具T 1は次工具待機位置S 2に保持された工具ポットPに挿入され、短い工具T 2は主軸5に取り付けられる。また、プロセッサ61は、ブロワ8に信号を送り、ブロワ8が停止する。
- [0071] 図14を参照して、エンコーダE N 3からの信号に基づいて、アーム53が前進位置S t 1から後退位置S t 2に移動したとプロセッサ61が判断すると、プロセッサ61が第1のモータS V 1に信号を送り、シャッタ7が全開位置S s 4から全閉位置S s 0へと向かって移動を開始する。
- [0072] 図15を参照して、シャッタ7が第5の所定の位置S s 5に到達する。エンコーダE N 1からの信号に基づいて、シャッタ7がメモリ62に記憶されている第5の所定の位置S s 5に到達したとプロセッサ61が判断すると、プロセッサ61が、アーム53が工具係合位置S r 1からアーム待機位置S r 2への回転を完了していることを確認する（図15の右図参照）。回転が完了していない場合には、シャッタの移動を止める。
- [0073] 図16を参照して、アーム53がアーム待機位置S r 2へと回転した後に、プロセッサ61は、シフタ52に信号を送り、シフタ52が次工具待機位置S 2から選択位置S 1へと回転する（図16の左図参照）。これによって、工具T 1が工具マガジン51に戻される。また、引き続き、シャッタ7は全閉位置S s 0へと向かって移動を続ける。
- [0074] 図17を参照して、シャッタ7が全閉位置S s 0に到達し、一連の工具交換動作が終了する。
- [0075] 以上のように、実施形態に係る工作機械100では、エンコーダE N 1で検出されたシャッタ7の位置と、アーム53の動作と関連付けられ且つメモリ62に記憶されたシャッタ7の所定の位置S s 1～S s 5とに基づいて、アーム53の動作が実行される。エンコーダE N 1はシャッタ7の位置を全

開位置 S s 4 及び全閉位置 S s 0 の間の全域において検出することができるので、記憶しておくシャッタ 7 の位置を調節することによって、アーム 5 3 の動作を実行するタイミングを調整することができる。したがって、アーム 5 3 の動作を実行するタイミングをシャッタ 7 の動作と関連付けて最適化することができるので、これによって、工具交換時間を短縮することができる。

[0076] また、実施形態に係る工作機械 1 0 0 では、アーム 5 3 は、主軸 5 に装着された工具 T 及び次工具待機位置 S 2 にある工具 T に係合するための工具係合位置 S r 1 と、当該アーム 5 3 が待機するためのアーム待機位置 S r 2 と、の間を回転可能であり、且つ、工具 T を主軸 5 から取り外すための前進位置 S t 1 と、工具 T を主軸 5 と係合させるための後退位置 S t 2 と、の間をアーム 5 3 の回転軸 O a に沿って並進可能であり、工作機械 1 0 0 は、アーム 5 3 を回転させるための第 2 のモータ S V 2 と、アーム 5 3 を並進させるための第 3 のモータ S V 3 と、を備えており、機械制御装置 6 0 は、エンコーダ E N 1 で検出されたシャッタ 7 の位置と、メモリ 6 2 に記憶されたシャッタ 7 の所定の位置 S s 1 ～ S s 5 とに基づいて、アーム 5 3 の回転動作及び並進動作の少なくとも一方を制御するように、第 2 のモータ S V 2 及び第 3 のモータ S V 3 の少なくとも一方を制御する。したがって、アーム 5 3 の回転及び並進が別々の第 2 のモータ S V 2 及び第 3 のモータ S V 3 によって操作されるので、アーム 5 3 の動作を更に細かく調整することができる。

[0077] また、実施形態に係る工作機械 1 0 0 では、機械制御装置 6 0 は、エンコーダ E N 1 が、シャッタ 7 が全閉位置 S s 0 から所定の位置 S s 1 (図 7, 8 の左図参照) に移動したことを検出したときに、アーム 5 3 をアーム待機位置 S r 2 から工具係合位置 S r 1 へと回転させるように、第 2 のモータ S V 2 を制御する。したがって、シャッタ 7 が開いている最中に同時にアーム 5 3 も回転するので、アーム 5 3 の回転動作をより早く終了することができる。

[0078] また、実施形態に係る工作機械 1 0 0 は、アーム 5 3 の並進位置を前進位置 S t 1 と後退位置 S t 2 との間の全域において検出可能なエンコーダ E N

3を備えており、機械制御装置60は、エンコーダEN3が、アーム53が前進位置St1から後退位置St2（図13の左図参照）に移動したことを検出したときに、シャッタ7を全開位置Ss4から全閉位置Ss0へと向けて移動を開始させるように、第1のモータSV1を制御し、続いて、エンコーダEN1が、シャッタ7が全開位置Ss4から所定の位置Ss5（図15の左図参照）に移動したことを検出したときに、アーム53を工具係合位置Sr1からアーム待機位置Sr2（図15の右図参照）へと向けて回転を開始させるように、第2のモータSV2を制御する。したがって、アーム53が後退位置St2に移動する（すなわち、工具Tが主軸5に取り付けられる）とシャッタ7が閉まり始め、シャッタ7が閉まっている最中に同時にアーム53も回転するので、アーム53の回転動作をより早く終了することができる。

[0079] 工作機械の実施形態について説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されない。当業者であれば、上記の実施形態の様々な変形が可能であることを理解するだろう。

[0080] 例えば、上記の実施形態では、長い工具T1が次工具待機位置S2側に移動し短い工具T2が主軸5側に移動した後に（図11の左図参照）、アーム53が全開位置Ss4まで移動している（図12左図参照）。しかしながら、他の実施形態では、アーム53は、第3の位置Ss3（図11の左図参照）で並進を停止してもよく、全開位置Ss4まで移動しなくてもよい。この場合、アーム53の停止位置Ss3は、工具Tの長さに応じて変わり、メモリ62は、工具Tの長さに応じてアーム53の停止位置Ss3を記憶する。

符号の説明

[0081]	5	主軸
	6	スプラッシュガード（加工室と工具保管室とを仕切る壁）
	6 a	開口
	7	シャッタ

5 3	アーム
6 0	機械制御装置（制御装置）
6 1	プロセッサ
6 2	メモリ
1 0 0	工作機械
E N 1	エンコーダ（シャッタ位置検出器）
E N 2	エンコーダ（アーム回転位置検出器）
E N 3	エンコーダ（アーム並進位置検出器）
O a	アームの回転軸
R 1	加工室
R 2	工具保管室
S 2	次工具待機位置
S r 1	工具係合位置
S r 2	アーム待機位置
S s 1 ～ S s 5	シャッタの所定の位置
S t 1	前進位置
S t 2	後退位置
S V 1	第 1 のモータ
S V 2	第 2 のモータ
S V 3	第 3 のモータ
T, T 1, T 2	工具

請求の範囲

- [請求項1] 工具保管室に保管された複数の工具のなかから選択された工具を用いて、加工室においてワークを加工する工作機械において、
- 前記加工室の主軸と前記工具保管室の次工具待機位置との間で工具を交換するためのアームと、
- 前記加工室と前記工具保管室とを仕切る壁に画定された開口部に設けられたシャッタであって、全開位置と全閉位置との間を移動可能である、シャッタと、
- 前記シャッタを開閉させるための第1のモータと、
- 前記シャッタの位置を前記全開位置及び前記全閉位置の間の全域において検出可能なシャッタ位置検出器と、
- 前記アームの所定の動作と関連付けられた前記シャッタの所定の位置を記憶する記憶装置と、
- 前記シャッタ位置検出器で検出された前記シャッタの前記位置と、前記記憶装置に記憶された前記シャッタの前記所定の位置とに基づいて、前記アームの前記所定の動作を実行するように構成された制御装置と、
- を備えることを特徴とした工作機械。
- [請求項2] 前記アームは、前記主軸に装着された工具及び前記次工具待機位置にある工具に係合するための工具係合位置と、当該アームが待機するためのアーム待機位置と、の間を回転可能であり、
- 前記アームは、工具を前記主軸から取り外すための前進位置と、工具を前記主軸と係合させるための後退位置と、の間を前記アームの回転軸に沿って並進可能であり、
- 当該工作機械は、
- 前記アームを回転させるための第2のモータと、
- 前記アームを並進させるための第3のモータと、
- を備え、

前記制御装置は、前記シャッタ位置検出器で検出された前記シャッタの前記位置と、前記記憶装置に記憶された前記シャッタの前記所定の位置とに基づいて、前記アームの回転動作及び並進動作の少なくとも一方を制御するように、前記第2のモータ及び前記第3のモータの少なくとも一方を制御する、

請求項1に記載の工作機械。

[請求項3]

前記制御装置は、前記シャッタ位置検出器が、前記シャッタが全閉位置から前記所定の位置に移動したことを検出したときに、前記アームを前記アーム待機位置から前記工具係合位置へと回転させるように、前記第2のモータを制御する、

請求項2に記載の工作機械。

[請求項4]

前記アームの並進位置を前記前進位置と前記後退位置との間の全域において検出可能なアーム並進位置検出器を備え、

前記制御装置は、

前記アーム並進位置検出器が、前記アームが前記前進位置から前記後退位置に移動開始したことを検出したときに、前記シャッタを前記全開位置から前記全閉位置へと向けて移動を開始させるように、前記第1のモータを制御し、

続いて、前記シャッタ位置検出器が、前記シャッタが全開位置から前記所定の位置に移動したことを検出したときに、前記アームが前記工具係合位置から前記アーム待機位置へと向けて回転を完了しているかを確認し、完了していない場合には前記シャッタの移動を止めるように制御する、

請求項2に記載の工作機械。

[請求項5]

前記アームが前進又は後退するときに、前記アームに保持した工具のシャンク部分に気体を吹きかけるブローを備え、

前記記憶装置は、それぞれの工具が標準工具であるか又は高精度工具であるかを記憶し、

前記制御装置は、前記主軸に装着される工具が高精度工具である場合、前記アームが前進又は後退するときに、前記アームの並進速度を標準工具のときよりも遅くし又は前記アームを複数回往復させ、前記気体を吹き付ける時間を長くする、

請求項 2 に記載の工作機械。

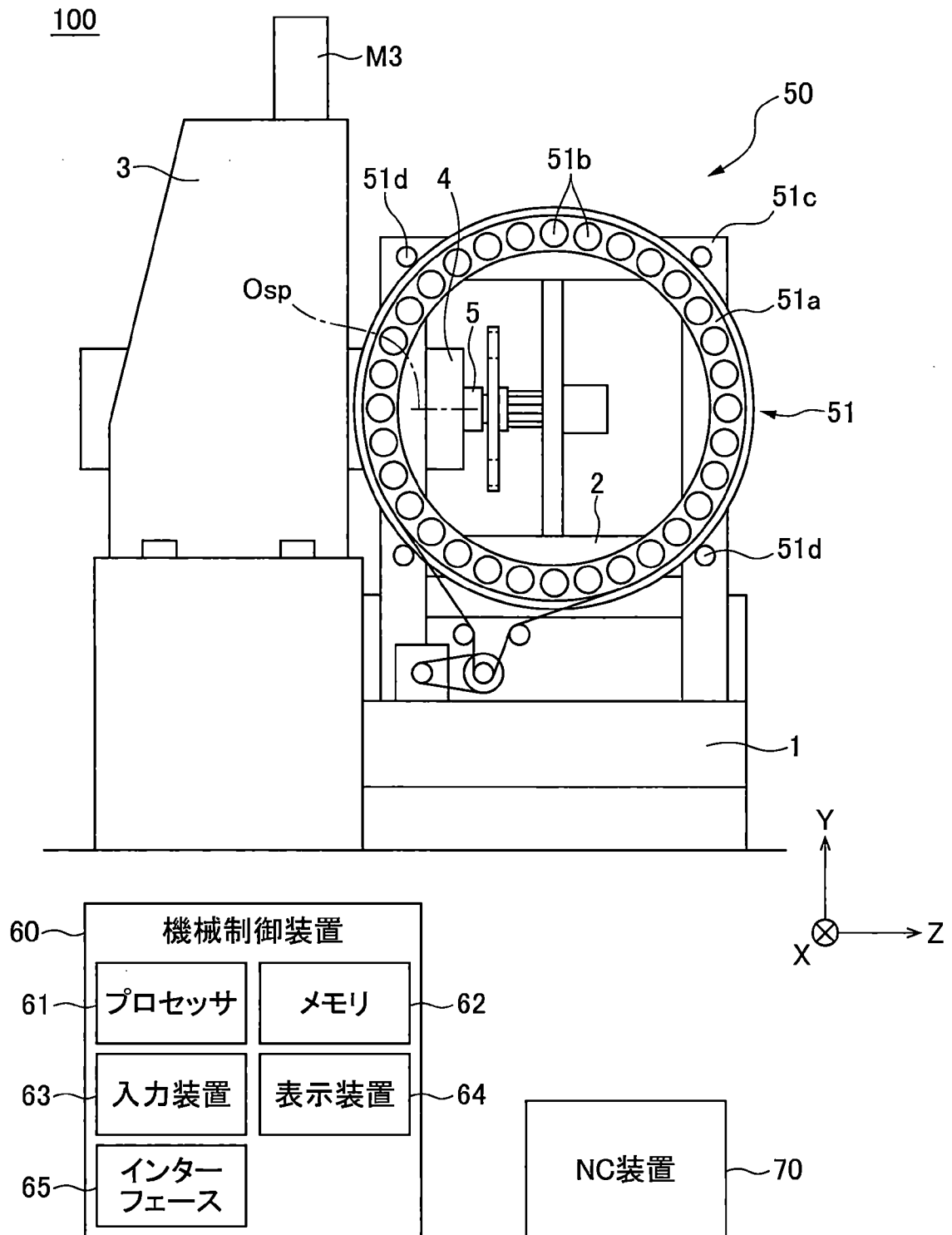
[請求項6]

前記制御装置は、前記主軸が工具交換の位置まで移動する際に、先に前記第 2 のモータによって前記アームを前記アーム待機位置から前記工具係合位置へと回転動作を完了させ、前記主軸の移動によって前記主軸に保持した工具を前記アームに係合させる、

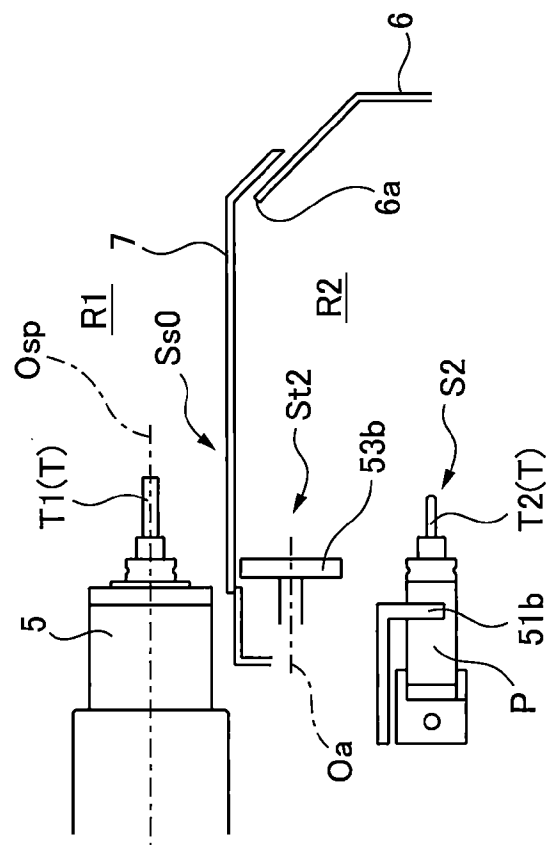
請求項 3 に記載の工作機械。

[図1]

図1

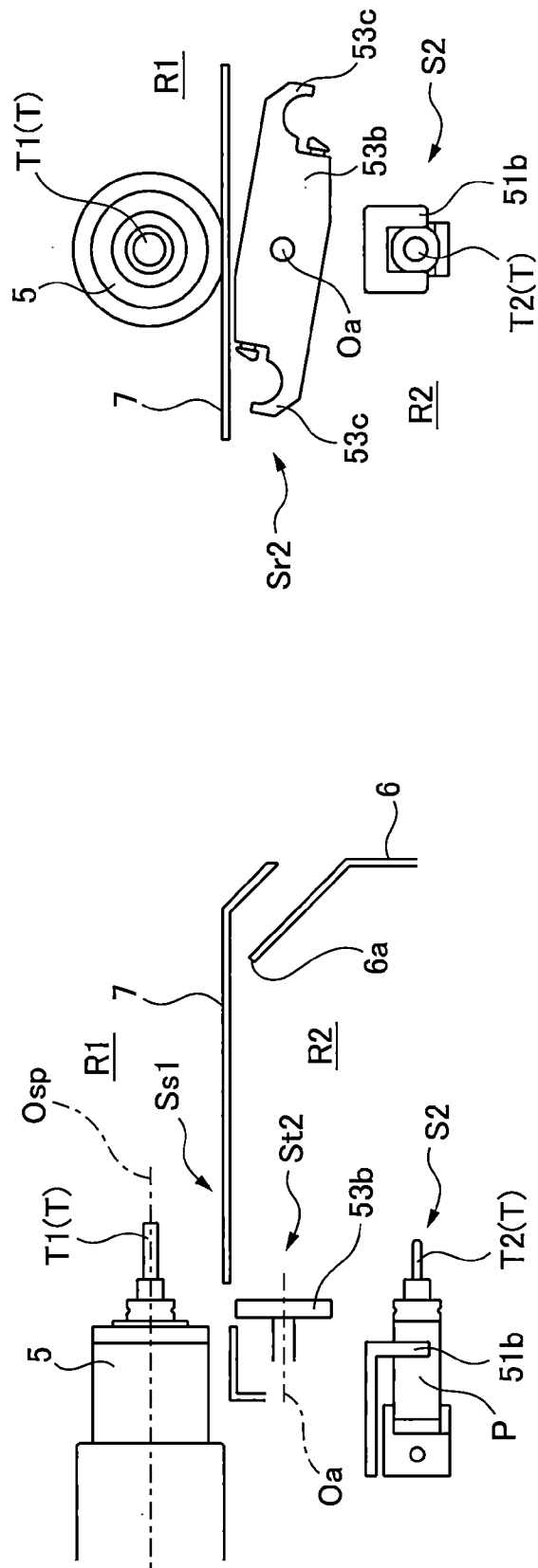


9



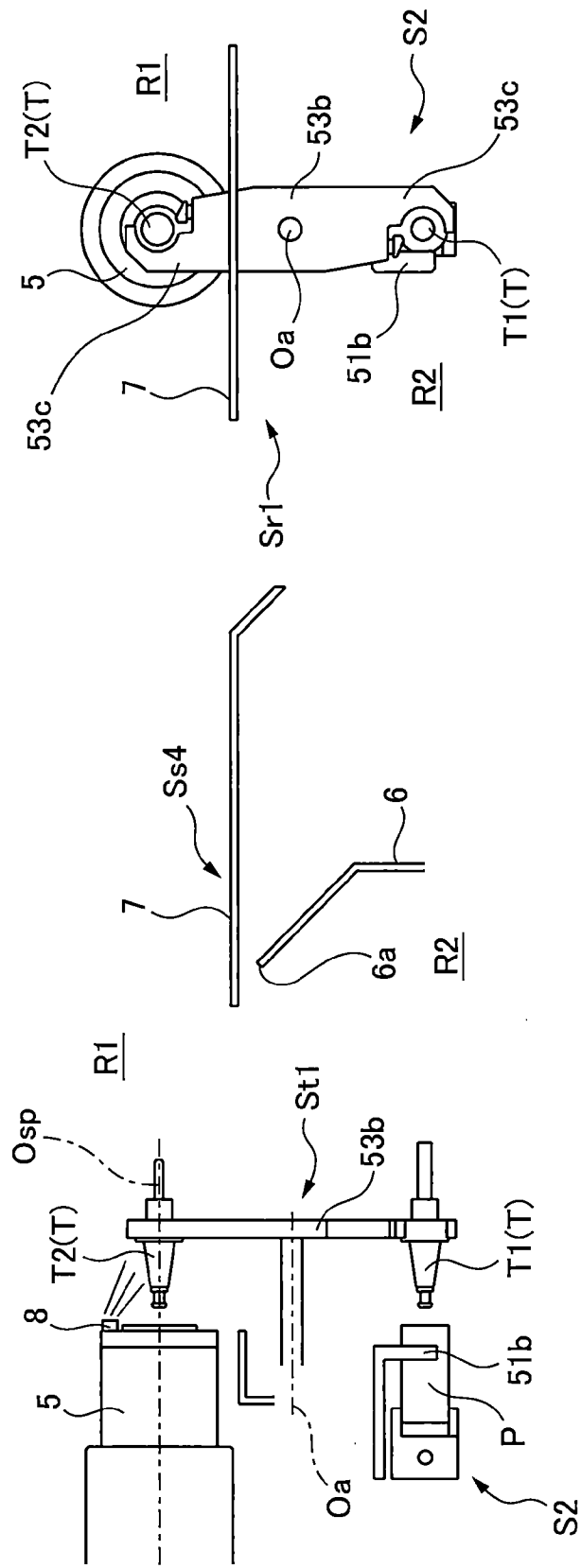
[図7]

[図7]



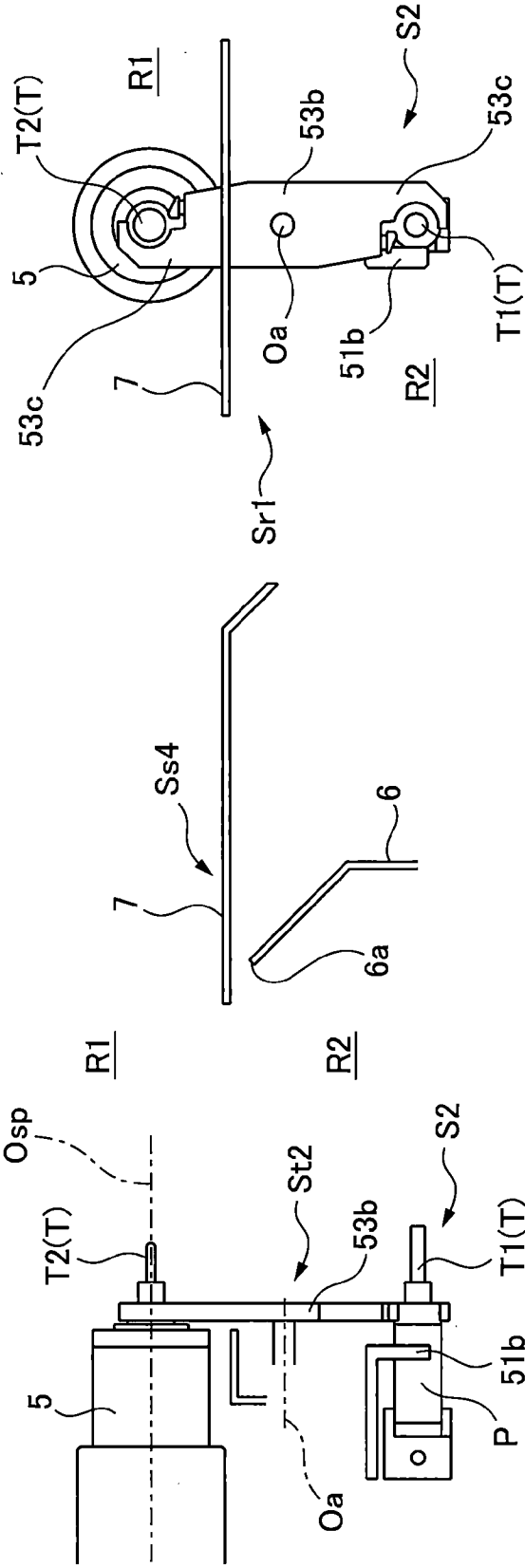
[図12]

図12



[図13]

図13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/040596

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B23Q3/157 (2006.01) i, B23Q3/155 (2006.01) i, B23Q15/00 (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)

Int.Cl. B23Q3/157, B23Q3/155, B23Q15/00

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
Y A	JP 2007-030062 A (MATSUURA KIKAI SEISAKUSHO KK) 08 February 2007, paragraphs [0006], [0009], [0010], [0028]-[0031], [0034], fig. 1-3 (Family: none)	1-3 4-6
Y	JP 2010-228063 A (MAKINO MILLING MACHINE CO., LTD.) 14 October 2010, paragraphs [0007], [0014]-[0017], [0026], [0027], fig. 1, 3, 4 (Family: none)	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

28.01.2019

Date of mailing of the international search report

05.02.2019

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/040596

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 08-004989 Y2 (OKUMA CORPORATION) 14 February 1996, page 2, left column, lines 20-30, page 2, right column, line 33 to page 3, left column, line 5, page 3, right column, line 14 to page 7, left column, line 1, fig. 1, 3 (Family: none)	1-3
A	JP 2012-200856 A (BROTHER INDUSTRIES, LTD.) 22 October 2012, paragraphs [0010], [0024]-[0030], fig. 1-3 & CN 102717289 A & KR 10-2012-0110018 A	1
A	JP 11-099435 A (TOYODA MACHINE WORKS LTD.) 13 April 1999, claim 1, paragraphs [0011]-[0013], [0020], [0026], [0027], fig. 1-6 (Family: none)	1
A	JP 2014-151390 A (TOSHIBA MACHINE CO., LTD.) 25 August 2014, paragraphs [0039]-[0041], [0060], [0066], fig. 1, 10, 13 (Family: none)	5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23Q3/157(2006.01)i, B23Q3/155(2006.01)i, B23Q15/00(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（IPC））

Int.Cl. B23Q3/157, B23Q3/155, B23Q15/00

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 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
Y	JP 2007-030062 A（株式会社松浦機械製作所） 2007.02.08, 段落 0006, 段落 0009-0010, 段落 0028-0031, 段落 0034,	1-3
A	図 1-3 (ファミリーなし)	4-6
Y	JP 2010-228063 A（株式会社牧野フライス製作所） 2010.10.14, 段落 0007, 段落 0014-0017, 段落 0026-0027, 図 1,	1-3
	図 3-4 (ファミリーなし)	

☑ 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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.01.2019

国際調査報告の発送日

05.02.2019

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）

中川 康文

3 C

4 0 6 8

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

C (続き) . 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
Y	JP 08-004989 Y2 (オークマ株式会社) 1996.02.14, 第2頁左欄第20-30行, 第2頁右欄第33行-第3頁左欄第5行, 第3頁右欄第14行-第7頁左欄第1行, 第1図, 第3図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2012-200856 A (ブラザー工業株式会社) 2012.10.22, 段落 0010, 段落 0024-0030, 図 1-3 & CN 102717289 A & KR 10-2012-0110018 A	1
A	JP 11-099435 A (豊田工機株式会社) 1999.04.13, 請求項 1, 段落 0011-0013, 段落 0020, 段落 0026-0027, 図 1-6 (ファミリーなし)	1
A	JP 2014-151390 A (東芝機械株式会社) 2014.08.25, 段落 0039-0041, 段落 0060, 段落 0066, 図 1, 図 10, 図 13 (ファミリーなし)	5