(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1月23日(23.01.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/017514 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 20/12 (2006.01)　　*B23B 5/16* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2019/027975

(22) 国際出願日：　2019年7月16日(16.07.2019)

(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 2018-135216　2018年7月18日(18.07.2018)　JP

(71) 出願人: シチズン時計株式会社 (**CITIZEN WATCH CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1888511 東京都西東京市田無町六丁目１番１２号 Tokyo (JP). シチズンマシナリー株式会社(**CITIZEN MACHINERY CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒3890206 長野県北佐久郡御代田町大字御代田４１０７番地６ Nagano (JP).

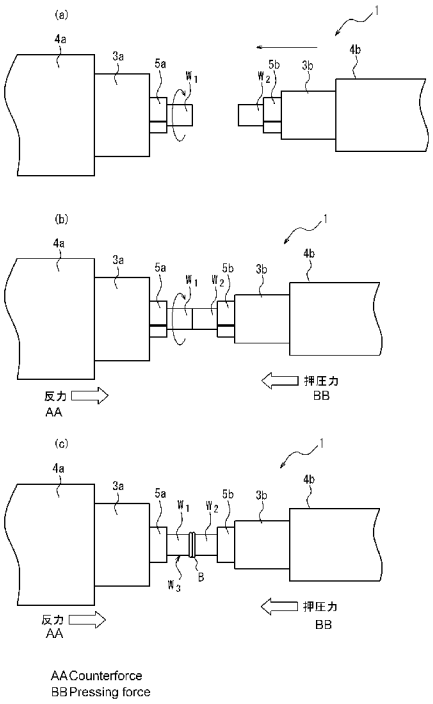
(72) 発明者: 中谷　尊一 (**NAKAYA Takaichi**); 〒3890206 長野県北佐久郡御代田町大字御代田４１０７番地６ シチズンマシナリー株式会社内 Nagano (JP). 菊池　愛(**KIKUCHI Ai**); 〒3890206 長野県北佐久郡御代田町大字御代田４１０７番地６ シチズンマシナリー株式会社内 Nagano (JP).

(74) 代理人: 杉村　憲司 (**SUGIMURA Kenji**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目２番１号 霞が関コモンゲート西館３６階 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:** A machine tool 1 characterized by having a first main shaft 3a, a first drive source 9a for moving the first main shaft 3a in the axial direction, a second main shaft 3b, a second drive source 9b for moving the second main shaft 3b in the axial direction, and a control means C for carrying out control so as to bring into contact with each other a workpiece W_1 held by the first main shaft 3a and a workpiece W_2 held by the second main shaft 3b while rotating relative to each other, thereby carrying out friction heating, and to stop the relative rotation of the pair of workpieces W_1 and W_2, after which only the second main shaft 3b is moved in the axial direction while the first main shaft 3a is held stationary, thereby carrying out friction pressure welding of the pair of workpieces W_1 and W_2, wherein when the friction pressure welding of the pair of workpieces W_1 and W_2 is carried out, the control means C controls the operation of the first drive source 9a so as to maintain the axial position of the first main shaft 3a.

WO 2020/017514 A1

[続葉有]

(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:第１主軸３ａと、第１主軸３ａを軸方向に移動させる第１駆動源９ａと、第２主軸３ｂと、第２主軸３ｂを軸方向に移動させる第２駆動源９ｂと、第１主軸３ａに把持されたワークW_1と第２主軸３ｂに把持されたワークW_2とを互いに相対回転させた状態で接触させて摩擦加熱するとともに、一対のワークW_1、W_2の相対回転を停止させた後に第１主軸３ａを静止させたまま第２主軸３ｂのみを軸方向に移動させて一対のワークW_1、W_2を摩擦圧接するように制御する制御手段Ｃと、を有し、制御手段Ｃが、一対のワークW_1、W_2を摩擦圧接する際に、第１主軸３ａの軸方向の位置を保持するように第１駆動源９ａの作動を制御することを特徴とする工作機械１。

明　細　書

発明の名称 ： 工作機械

技術分野

[0001]　本発明は、一対のワークを摩擦圧接することができる工作機械に関する。

背景技術

[0002]　従来、一対のワークを摩擦圧接することができる工作機械として、各々ワークを保持する一対の主軸と、各々の主軸を軸方向に移動させる一対の駆動源とを備え、各々の主軸に把持されたワークを互いに相対回転させた状態で接触させて一対のワークを摩擦加熱した後に、相対回転を停止させて、摩擦圧接するものが知られている（例えば特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平８－２０６９２６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　上記従来の両主軸が軸方向に移動可能に設けられている工作機械が知られており、前記工作機械による摩擦圧接を円滑に行うことが難しい場合があった。

[0005]　本発明は、上記課題を鑑みて成されたものであり、その目的は、一対のワークを円滑に摩擦圧接することができる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

[0006]　本発明の工作機械は、ワークを把持する第１主軸と、前記第１主軸を軸方向に移動させる第１駆動源と、ワークを把持する第２主軸と、前記第２主軸を軸方向に移動させる第２駆動源と、前記第１主軸に把持されたワークと前記第２主軸に把持されたワークとを互いに相対回転させた状態で接触させて一対の前記ワークを摩擦加熱するとともに、一対の前記ワークの相対回転を停止させた後に前記第１主軸を静止させたまま前記第２主軸のみを軸方向に

移動させて一対の前記ワークを摩擦圧接するように、前記第１主軸の回転、前記第２主軸の回転及び前記第２駆動源の作動を制御する制御手段と、を有する工作機械であって、前記制御手段が、一対の前記ワークを摩擦圧接する際に、前記第１主軸の軸方向の位置を保持するように前記第１駆動源の作動を制御することを特徴とする。

[0007] 本発明の工作機械は、上記構成において、前記第１駆動源により駆動されて前記第１主軸とともに軸方向に移動する部材全体の慣性が、前記第２駆動源により駆動されて前記第２主軸とともに軸方向に移動する部材全体の慣性よりも大きいのが好ましい。

[0008] 本発明の工作機械は、上記構成において、前記第１駆動源が電動モータであり、前記第１駆動源に加わるトルクを検出するトルク検出手段をさらに有し、前記制御手段が、一対の前記ワークを摩擦圧接する際に、前記トルク検出手段により検出されたトルクに抗するように前記第１駆動源の作動を制御するのが好ましい。

[0009] 本発明の工作機械は、上記構成において、前記制御手段により移動が制御される工具を備え、前記制御手段が、一対の前記ワークを摩擦圧接した後、前記第１主軸と前記第２主軸とを同一方向に同一回転数で回転させつつ前記工具を前記ワークに対して相対移動させて該工具により前記ワークを切削する切削加工を行うように、前記第１主軸の回転、前記第２主軸の回転及び前記工具の相対移動を制御するのが好ましい。

[0010] 本発明の工作機械は、上記構成において、前記制御手段は、一対の前記ワークの相対回転を停止させた後に前記第１主軸を静止させたまま前記第２主軸のみを、予め、寄り代を考慮して設定した軸方向位置にまで移動させるように、前記第２駆動源の作動を制御するのが好ましい。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、一方の主軸を軸方向に移動させて摩擦圧接を行う際に、他方の主軸を静止状態に維持して摩擦圧接をすることにより、両主軸が軸方向に移動可能な構成であっても円滑に摩擦圧接を行うことができる工作機械

を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の一実施形態である工作機械の構成を概略で示す説明図である。

[図2]（ａ）～（ｃ）は、２つのワークを摩擦圧接する手順を示す説明図である。

[図3]摩擦圧接したワークの外周面からバリを取り除く切削加工を行っている状態を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0013] 図１に示す工作機械１は、第１ワークW_1と第２ワークW_2とを摩擦圧接により接合する機能と、第１ワークW_1と第２ワークW_2とを摩擦圧接した接合ワークW_3を切削加工（旋削加工）する機能とを有するものである。工作機械１は、例えばＣＮＣ旋盤等の旋盤に、摩擦圧接の機能を付加して構成することができる。

[0014] 工作機械１は、基台２上に配置される２つの主軸つまり第１主軸３ａと第２主軸３ｂとを有している。第１主軸３ａは第１主軸台４ａに回転自在に支持され、第２主軸３ｂは第２主軸台４ｂに回転自在に支持されている。第１主軸３ａと第２主軸３ｂは同一の軸線上に配置され、所定の間隔を空けて互いに対向している。

[0015] 第１主軸３ａは先端に第１チャック５ａを備え、第１チャック５ａにより第１ワークW_1を把持することができる。第２主軸３ｂは先端に第２チャック５ｂを備え、第２チャック５ｂにより第２ワークW_2を把持することができる。

[0016] 第１主軸３ａは第１電動モータ６ａにより回転駆動される。第１主軸３ａを第１電動モータ６ａで回転駆動することにより、第１主軸３ａに把持された第１ワークW_1を回転させることができる。第２主軸３ｂは第２電動モータ６ｂにより回転駆動される。第２主軸３ｂを第２電動モータ６ｂで回転駆動することにより、第２主軸３ｂに把持された第２ワークW_2を回転させることができる。

[0017] 基台２には第１主軸３ａの軸方向（Ｚ軸方向）に延出する第１ガイドレール７ａが固定されており、第１主軸台４ａに固定された第１サドル８ａが第１ガイドレール７ａにスライド自在に装着されている。第１ガイドレール７ａと第１サドル８ａとの間には図示しないボールネジ機構が設けられており、第１駆動源９ａによってボールネジ機構を回転駆動することにより、第１主軸台４ａとともに第１主軸３ａを軸方向（Ｚ軸方向）に駆動して当該軸方向に移動させることができる。

[0018] 基台２には第２主軸３ｂの軸方向（Ｚ軸方向）に延出する第２ガイドレール７ｂが固定されており、第２主軸台４ｂに固定された第２サドル８ｂが第２ガイドレール７ｂにスライド自在に装着されている。第２ガイドレール７ｂと第２サドル８ｂとの間には図示しないボールネジ機構が設けられており、第２駆動源９ｂによってボールネジ機構を回転駆動することにより、第２主軸台４ｂとともに第２主軸３ｂを軸方向（Ｚ軸方向）に駆動して当該軸方向に移動させることができる。

[0019] 本実施の形態では、第１駆動源９ａ及び第２駆動源９ｂとして、それぞれサーボモータ（電動モータ）が用いられている。

[0020] 本実施の形態では、第１主軸３ａは正面主軸、第２主軸３ｂは背面主軸となっており、正面主軸である第１主軸３ａの外径は背面主軸である第２主軸３ｂの外径よりも大径であり、第１主軸３ａの重量は第２主軸３ｂの重量よりも重くなっている。また、第１駆動源９ａにより駆動されて第１主軸３ａとともに軸方向に移動する、第１主軸台４ａ、第１チャック５ａ、第１電動モータ６ａ、第１サドル８ａ及びボールネジ機構等を含む部材全体が動くときの動きにくさである慣性が、第２駆動源９ｂにより駆動されて第２主軸３ｂとともに軸方向に移動する、第２主軸台４ｂ、第２チャック５ｂ、第２電動モータ６ｂ、第２サドル８ｂ及びボールネジ機構等を含む部材全体が動くときの動きにくさである慣性よりも大きくなっている。

[0021] 工作機械１は、切削加工のための工具１０を備えている。工具１０は、移動手段１１に装着され、移動手段１１によって駆動されて少なくとも切込み

方向（Ｘ軸方向）及び送り方向（Ｚ軸方向）に移動することができる。切削加工に対応した加工回転速度で回転させた状態の第１ワークW_1、第２ワークW_2ないし接合ワークW_3に、工具１０の刃部１０ａを押し当てることで、第１ワークW_1、第２ワークW_2ないし接合ワークW_3を工具１０により切削加工することができる。

[0022] 工作機械１は制御手段としての制御部Ｃを有している。制御部Ｃは、例えばＣＰＵ（中央演算処理装置）やメモリ等の記憶手段を備えたマイクロコンピュータで構成することができる。制御部Ｃは、第１電動モータ６ａ、第２電動モータ６ｂ、第１駆動源９ａ、第２駆動源９ｂ及び移動手段１１に接続されている。

[0023] 第１駆動源９ａには電流計１２が接続されている。制御部Ｃはトルク検出手段としての機能を有しており、電流計１２によって検出される第１駆動源９ａの電流値に基づいて第１駆動源９ａに加わるトルクを検出することができる。

[0024] 工作機械１は、制御部Ｃによって、第１主軸３ａ及び第２主軸３ｂの回転、第１駆動源９ａ及び第２駆動源９ｂの作動すなわち第１主軸３ａ及び第２主軸３ｂの軸方向への移動を統合制御することにより、第１主軸３ａに把持された第１ワークW_1と第２主軸３ｂに把持された第２ワークW_2とを摩擦圧接することができる。以下に、工作機械１により第１ワークW_1と第２ワークW_2とを摩擦圧接する手順について説明する。

[0025] まず、図２（ａ）に示すように、第１主軸３ａに第１チャック５ａを用いて第１ワークW_1を把持させるとともに第２主軸３ｂに第２チャック５ｂを用いて第２ワークW_2を把持させる。第１ワークW_1及び第２ワークW_2としては、例えば鋼材製の丸棒などを用いることができるが、他の金属材料製のものを用いることもでき、また、種々の形状のものを用いることもできる。

[0026] 次に、第２主軸３ｂの回転は停止させたまま第１主軸３ａを所定の回転速度で回転させて、第１主軸３ａに把持された第１ワークW_1と第２主軸３ｂに把持された第２ワークW_2とを所定の回転速度差で互いに相対回転させる。

[0027] なお、第１主軸３ａの回転は停止させたまま第２主軸３ｂのみを所定の回転速度で回転させて第１ワークW_1と第２ワークW_2とを相対回転させるようにしてもよく、第１主軸３ａと第２主軸３ｂとを異なる回転速度で同一方向に回転させて第１ワークW_1と第２ワークW_2とを相対回転させるようにしてもよく、第１主軸３ａと第２主軸３ｂとを異なる回転速度または同一の回転速度で互いに逆方向に回転させて第１ワークW_1と第２ワークW_2とを相対回転させるようにしてもよい。

[0028] 次に、第１主軸３ａに把持された第１ワークW_1と第２主軸３ｂに把持された第２ワークW_2とを所定の回転速度差で互いに相対回転させた状態で、第１主軸３ａを軸方向に移動させることなく静止させたまま、第２駆動源９ｂを作動させて第２主軸３ｂを第１主軸３ａに接近するように軸方向に移動させ、図２（ｂ）に示すように、第１ワークW_1の軸方向端面を第２ワークW_2の軸方向端面に接触させる。第１ワークW_1の軸方向端面が第２ワークW_2の軸方向端面に接触すると、第１ワークW_1と第２ワークW_2との所定の回転速度差での相対回転によって第１ワークW_1の軸方向端面と第２ワークW_2の軸方向端面との間に摩擦熱が生じ、第１ワークW_1と第２ワークW_2とが摩擦加熱される。

[0029] 相対回転する第１ワークW_1と第２ワークW_2との間の回転速度差は、第１ワークW_1と第２ワークW_2との摩擦圧接に必要な摩擦熱を生じさせ得る回転速度差であればよい。

[0030] 摩擦加熱により第１ワークW_1と第２ワークW_2の各軸方向端面が所定の温度に至ると、図２（ｃ）に示すように、第１主軸３ａの回転を停止して第１ワークW_1と第２ワークW_2との間の相対回転を停止させた後に、第１主軸３ａを軸方向に移動させることなく静止させたまま、第２駆動源９ｂを作動させて第２主軸３ｂのみを第１主軸３ａに接近するようにさらに軸方向に移動させる。これにより、第２ワークW_2の軸方向端面を第１ワークW_1の軸方向端面に所定の圧力（アプセット圧）で軸方向に沿う方向に押し付けて、第１ワークW_1と第２ワークW_2とを互いの軸方向端面を接合面として摩擦圧接す

ることができる。

[0031] 第２ワークW_2の軸方向端面を第１ワークW_1の軸方向端面に所定の圧力で軸方向に沿う方向に押し付ける際の、第２主軸３ｂの軸方向への移動量は、予め、寄り代（接合により第１ワークW_1、第２ワークW_2の一部がバリとして放出されて短くなる分の長さ）を考慮して設定されており、第２主軸３ｂは、当該移動量を考慮した軸方向位置にまで移動するように、その移動が制御される。具体的には、第２ワークW_2の接合前の軸方向端面の軸方向位置が、第１ワークW_1と第２ワークW_2との接合面が形成される軸方向位置よりも、第１主軸３ａ側の軸方向位置に到達するように第２主軸３ｂの移動が制御される。

[0032] 本実施の形態の工作機械１では、第１主軸３ａに把持された第１ワークW_1と第２主軸３ｂに把持された第２ワークW_2とを摩擦圧接する際に、軸方向に移動する第２主軸３ｂによって第１主軸３ａが押されて軸方向に移動してしまうことを防止するために、制御部Ｃは、第１主軸３ａの軸方向の位置を保持するように第１駆動源９ａの作動を制御するようになっている。すなわち、制御部Ｃは、第１主軸３ａに把持された第１ワークW_1と第２主軸３ｂに把持された第２ワークW_2とを摩擦圧接する際に、第１駆動源９ａを停止状態に保持するだけでなく、第２主軸３ｂから第１主軸３ａに加えられる押圧力に抗することができる反力を第１主軸３ａに生じさせて第１主軸３ａを軸方向に移動させることなく静止状態に維持することができるように、第１駆動源９ａの作動を制御する。例えば、制御部Ｃは、第１主軸３ａが第２主軸３ｂによって押されることにより第１駆動源９ａに加えられるトルクを電流計１２によって検出される第１駆動源９ａの電流値に基づいて検出し、当該トルクに抗する駆動力を第１駆動源９ａが発生するように第１駆動源９ａに供給する駆動電力を制御する。

[0033] 本実施の形態の工作機械１では、上記のように、制御部Ｃが、第１主軸３ａに把持された第１ワークW_1と第２主軸３ｂに把持された第２ワークW_2とを摩擦圧接する際に、第１主軸３ａの軸方向の位置を保持するように第１駆

動源９ａの作動を制御する構成としたので、摩擦圧接において第２ワークＷ$_2$を第１ワークＷ$_1$に押圧する際に、軸方向に移動する第２主軸３ｂによって第１主軸３ａが押されても、第１主軸３ａを静止状態に維持することができる。これにより、第２ワークＷ$_2$を第１ワークＷ$_1$に押圧する際に、摩擦圧接に必要な押圧力が得られるようにして、第１ワークＷ$_1$と第２ワークＷ$_2$とを円滑に摩擦圧接させることができる。

[0034] 特に、第１駆動源９ａにより駆動されて第１主軸３ａとともに軸方向に移動する部材全体の慣性を、第２駆動源９ｂにより駆動されて第２主軸３ｂとともに軸方向に移動する部材全体の慣性よりも大きくした場合には、摩擦圧接において軸方向に移動する第２主軸３ｂによって第１主軸３ａが押されたときに、第１主軸３ａがより静止状態に維持され易くすることができる。

[0035] 本実施の形態の工作機械１では、電流計１２により検出された電流値に基づいて第１駆動源９ａに加わるトルクを検出し、当該トルクに抗するように制御部Ｃによって第１駆動源９ａの作動を制御するようにしたので、簡単な構成で、第１主軸３ａを静止状態に維持するための制御体系を構築することができる。これにより、工作機械１のコストを低減することができる。

[0036] 図２（ｃ）に示すように、第１ワークＷ$_1$と第２ワークＷ$_2$とが摩擦圧接されると、第１ワークＷ$_1$と第２ワークＷ$_2$とが一体化して接合ワークＷ$_3$となる。接合ワークＷ$_3$の接合部における外周面には、第１ワークＷ$_1$と第２ワークＷ$_2$の摩擦熱によって軟化した部分が圧接の際に径方向外側に押し出されることによりバリＢが生じる。

[0037] 本実施の形態の工作機械１は、第１ワークＷ$_1$と第２ワークＷ$_2$とを摩擦圧接した後、制御部Ｃによって第１主軸３ａ及び第２主軸３ｂの回転及び工具１０の移動を統合制御することにより、図３に示すように、第１主軸３ａと第２主軸３ｂとを同一方向に同一回転数で回転させつつ移動手段１１により工具１０を切込方向及び送り方向に移動させて工具１０により接合ワークＷ$_3$を切削する切削加工を実施することができる。これにより、接合ワークＷ$_3$を第１主軸３ａ及び第２主軸３ｂに対して着脱することなく、工具１０の刃部

１０ａを接合ワークW_3のバリＢに押し当てて接合ワークW_3からバリＢを取り除く切削加工を摩擦圧接の後に連続して行うことができるので、当該加工の時間を短縮することができる。

[0038] 摩擦圧接の後に連続して切削加工を行う構成とする場合には、摩擦熱によって第１ワークW_1と第２ワークW_2とを加熱させた後、第１主軸３ａと第２主軸３ｂの両方の回転を停止させるのではなく、第２主軸３ｂの回転を開始して第１主軸３ａと第２主軸３ｂとを同一方向に同一の所定の回転速度で回転させることで、第１ワークW_1と第２ワークW_2との相対回転を停止させ、その状態で第２ワークW_2を第１ワークW_1に押し付けて摩擦圧接を行う構成とするのが好ましい。この場合、摩擦圧接における第１主軸３ａと第２主軸３ｂとの所定の回転速度は、工具１０による切削加工に適した回転速度とされる。当該構成によれば、摩擦圧接の後、第１主軸３ａ及び第２主軸３ｂの回転を停止させることなく、第１主軸３ａと第２主軸３ｂとを摩擦圧接における所定の回転速度で回転させたまま切削加工を行うことができる。したがって、圧接圧接の後、第１主軸３ａと第２主軸３ｂの回転を停止させたり回転速度を調整したりすることなく、摩擦圧接における第１主軸３ａと第２主軸３ｂの回転を所定の回転速度に維持したまま接合ワークW_3の切削加工を行うことができるので、当該加工の時間をさらに短縮することができる。

[0039] 本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。

[0040] 前記実施の形態においては、電流計１２により検出された電流値に基づいて第１駆動源９ａに加わるトルクを検出し、当該トルクに抗するように制御部Ｃによって第１駆動源９ａの作動を制御するようにしたが、第１主軸３ａの軸方向の位置を保持するように第１駆動源９ａの作動を制御することができれば、例えば第２主軸３ｂが第１主軸３ａに加える押圧力を検知して当該押圧力に抗するように制御部Ｃによって第１駆動源９ａの作動を制御するなど、その構成は種々変更可能である。

[0041] 本実施の形態では、工作機械１は、第１主軸３ａが第２主軸３ｂよりも大

径とされてその重量が第２主軸３ｂの重量よりも重い構成とされているが、第１主軸３ａと第２主軸３ｂとが同径で重量が同じ構成とすることもできる。また、第１駆動源９ａにより駆動されて第１主軸３ａとともに軸方向に移動する部材全体の慣性を、第２駆動源９ｂにより駆動されて第２主軸３ｂとともに軸方向に移動する部材全体の慣性と同一または小さくした構成とすることもできる。これらの場合においては、第２主軸３ｂから第１主軸３ａに加えられる押圧力が相対的に大きくなるが、大きな押圧力に対する大きな反力を第１主軸３ａに生じさせるように制御部Ｃによって第１駆動源９ａの作動を制御することで、第１主軸３ａを静止状態に維持して、第１ワークW_1と第２ワークW_2とを円滑に摩擦圧接させることができる。

[0042] 本実施の形態では、第１主軸３ａ及び第２主軸３ｂを各々回転させるモータとして各々の主軸の外部から回転駆動力を伝達する電動モータとして説明したが、第１主軸台４ａ及び第２主軸台４ｂの内部に設置して第１主軸３ａ及び第２主軸３ｂを回転させるビルトインモータとする構成とすることもできる。

[0043] 本実施の形態では、図２（ａ）～図２（ｂ）に示すように、第１主軸３ａが把持する第１ワークW_1を第１電動モータ６ａにより回転させてから、第２駆動源９ｂを作動させて第２主軸３ｂを第１主軸３ａに接近するように軸方向に移動させ、図２（ｂ）に示すように、第１ワークW_1の軸方向端面を第２ワークW_2の軸方向端面に接触させる構成として説明をしたが、先に第２駆動源９ｂを作動させて第２主軸３ｂを第１主軸３ａに接近するように軸方向に移動させ、図２（ｂ）に示すように、第１ワークW_1の軸方向端面を第２ワークW_2の軸方向端面に接触させてから、第１主軸３ａが把持する第１ワークW_1を第１電動モータ６ａにより回転させて摩擦加熱を行う構成とすることもできる。

[0044] 本実施の形態では、図２（ｂ）に示すように、第２ワークW_2の軸方向端面を第１ワークW_1の軸方向端面に接触させる際（前者）と、図２（ｃ）に示すように、第１ワークW_1と第２ワークW_2とを摩擦加熱した後、第２ワークW_2

の軸方向端面を第１ワークW_1の軸方向端面に対して所定の圧力で軸方向に沿う方向に押圧する際（後者）との両方において、制御部Ｃが第１主軸３ａの軸方向の位置を保持するように第１駆動源９ａの作動を制御する構成としているが、第２主軸３ｂからより大きな押圧力が第１主軸３ａに加えられる後者においてのみ、制御部Ｃが第１主軸３ａの軸方向の位置を保持するように第１駆動源９ａの作動を制御する構成とすることもできる。

[0045] 本実施の形態では、第１主軸３ａに把持された第１ワークW_1と第２主軸３ｂに把持された第２ワークW_2とを所定の回転速度差で互いに相対回転させた状態で、第１主軸３ａを軸方向に移動させることなく静止させたまま、第２主軸３ｂのみを第１主軸３ａに接近するように軸方向に移動させることで、第１ワークW_1の軸方向端面と第２ワークW_2の軸方向端面とを互いに接触させて摩擦加熱させるようにしているが、第１主軸３ａに把持された第１ワークW_1と第２主軸３ｂに把持された第２ワークW_2とを所定の回転速度差で互いに相対回転させた状態で、第１主軸３ａと第２主軸３ｂとの両方を、互いに接近するように軸方向に移動させることで、第１ワークW_1の軸方向端面と第２ワークW_2の軸方向端面とを互いに接触させて摩擦加熱させるようにしてもよい。

[0046] また、本実施の形態では、第１主軸３ａの回転を停止して第１ワークW_1と第２ワークW_2との間の相対回転を停止させた後に、第１主軸３ａを軸方向に移動させることなく静止させたまま、第２主軸３ｂのみを第１主軸３ａの側に向けてさらに軸方向に移動させて第２ワークW_2の軸方向端面を第１ワークW_1の軸方向端面に所定の圧力（アプセット圧）で軸方向に沿う方向に押し付けるようにしているが、第１主軸３ａと第２主軸３ｂの両方を、互いに接近するように軸方向にある程度の距離だけ移動させて第２ワークW_2の軸方向端面を第１ワークW_1の軸方向端面にある程度押し付け、その後、第１主軸３ａの移動を停止して静止させた状態とし、第２主軸３ｂのみを第１主軸３ａの側に向けてさらに軸方向に移動させることで、第２ワークW_2の軸方向端面を第１ワークW_1の軸方向端面に所定の圧力（アプセット圧）で軸方向に沿う方

向に押し付けるようにしてもよい。

[0047] 本実施の形態では、工具１０の刃部１０ａを接合ワークW_3のバリＢに押し当てて接合ワークW_3からバリＢを取り除く切削加工を工具１０の移動で行う説明をしたが、制御部Ｃにより各々の主軸３ａ、３ｂを、接合ワークW_3を把持したまま同一方向に同一回転数で回転させつつ、各々の主軸３ａ、３ｂを軸方向にも同期して移動させることにより、工具１０を移動せずにバリＢを取り除くことも可能である。

[0048] 第１主軸３ａと第２主軸３ｂは、摩擦圧接の際に互いに同軸状に対向配置されれば、それぞれ軸方向（Ｚ軸方向）に直交する水平方向に移動可能な構成とすることもできる。

符号の説明

[0049]

１ 工作機械

２ 基台

３ａ 第１主軸

３ｂ 第２主軸

４ａ 第１主軸台

４ｂ 第２主軸台

５ａ 第１チャック

５ｂ 第２チャック

６ａ 第１電動モータ

６ｂ 第２電動モータ

７ａ 第１ガイドレール

７ｂ 第２ガイドレール

８ａ 第１サドル

８ｂ 第２サドル

９ａ 第１駆動源

９ｂ 第２駆動源

１０ 工具

１０ａ　刃部

１１　　移動手段

１２　　電流計

W_1　　第１ワーク

W_2　　第２ワーク

W_3　　接合ワーク

Ｃ　　制御部（制御手段、トルク検出手段）

Ｂ　　バリ

請求の範囲

[請求項1] ワークを把持する第１主軸と、

前記第１主軸を軸方向に移動させる第１駆動源と、

ワークを把持する第２主軸と、

前記第２主軸を軸方向に移動させる第２駆動源と、

前記第１主軸に把持されたワークと前記第２主軸に把持されたワークとを互いに相対回転させた状態で接触させて一対の前記ワークを摩擦加熱するとともに、一対の前記ワークの相対回転を停止させた後に前記第１主軸を静止させたまま前記第２主軸のみを軸方向に移動させて一対の前記ワークを摩擦圧接するように、前記第１主軸の回転、前記第２主軸の回転及び前記第２駆動源の作動を制御する制御手段と、を有する工作機械であって、

前記制御手段が、一対の前記ワークを摩擦圧接する際に、前記第１主軸の軸方向の位置を保持するように前記第１駆動源の作動を制御することを特徴とする工作機械。

[請求項2] 前記第１駆動源により駆動されて前記第１主軸とともに軸方向に移動する部材全体の慣性が、前記第２駆動源により駆動されて前記第２主軸とともに軸方向に移動する部材全体の慣性よりも大きい、請求項１に記載の工作機械。

[請求項3] 前記第１駆動源が電動モータであり、

前記第１駆動源に加わるトルクを検出するトルク検出手段をさらに有し、

前記制御手段が、一対の前記ワークを摩擦圧接する際に、前記トルク検出手段により検出されたトルクに抗するように前記第１駆動源の作動を制御する、請求項１または２に記載の工作機械。

[請求項4] 前記制御手段により移動が制御される工具を備え、

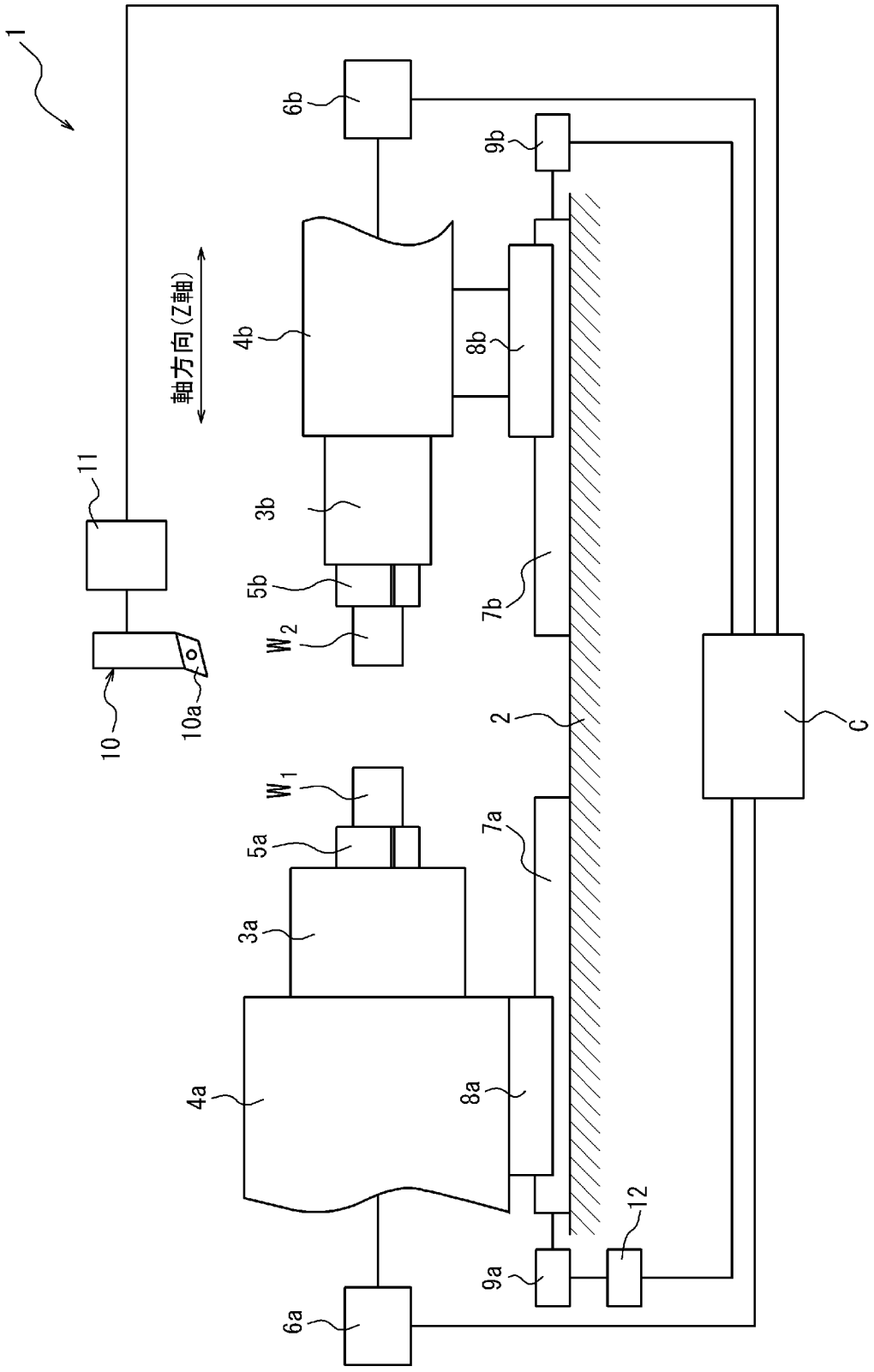
前記制御手段が、一対の前記ワークを摩擦圧接した後、前記第１主軸と前記第２主軸とを同一方向に同一回転数で回転させつつ前記工具

を前記ワークに対して相対移動させて該工具により前記ワークを切削する切削加工を行うように、前記第１主軸の回転、前記第２主軸の回転及び前記工具の相対移動を制御する、請求項１～３の何れか１項に記載の工作機械。

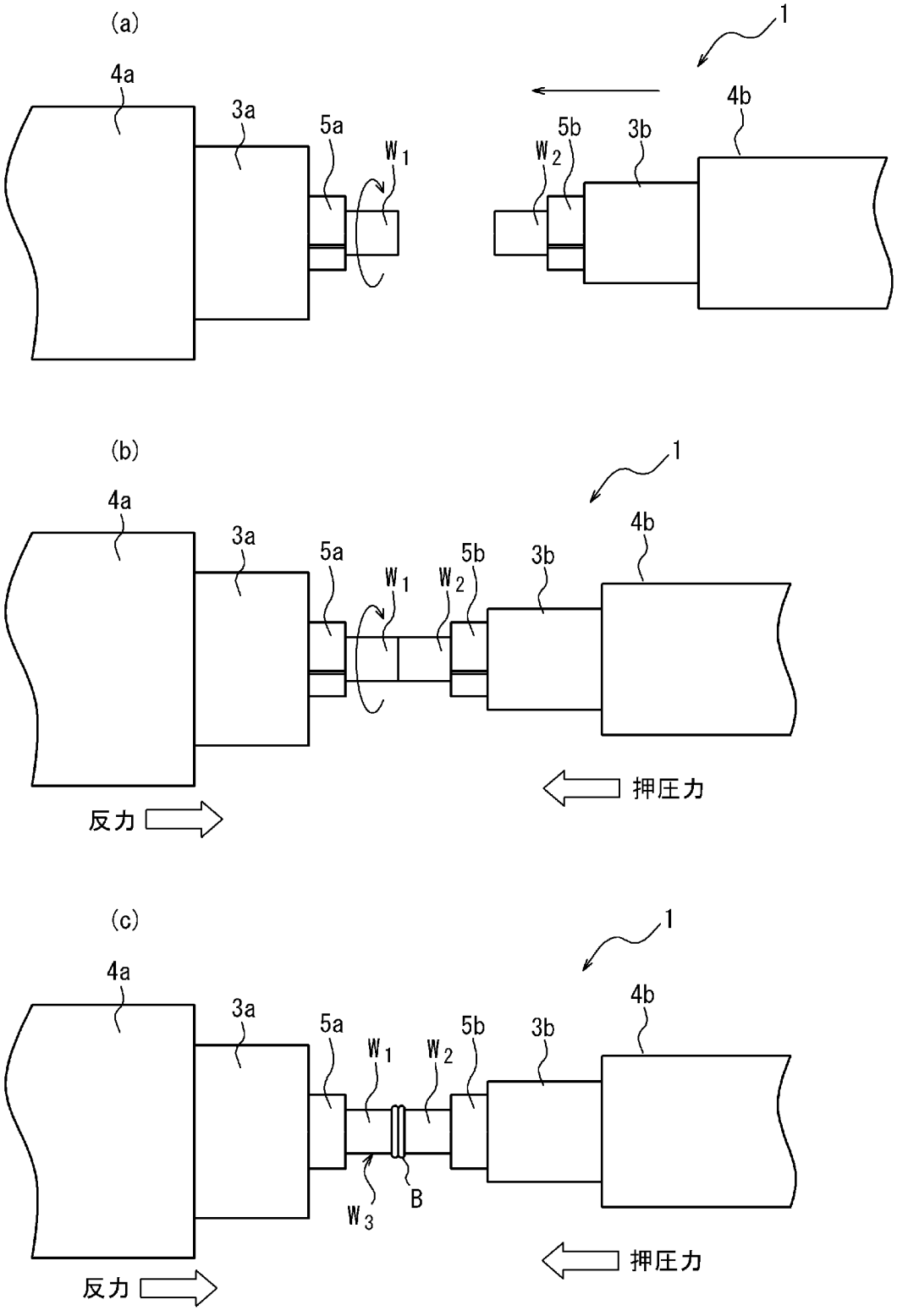
[請求項5] 前記制御手段は、

一対の前記ワークの相対回転を停止させた後に前記第１主軸を静止させたまま前記第２主軸のみを、予め、寄り代を考慮して設定した軸方向位置にまで移動させるように、前記第２駆動源の作動を制御する、請求項１～４の何れか１項に記載の工作機械。

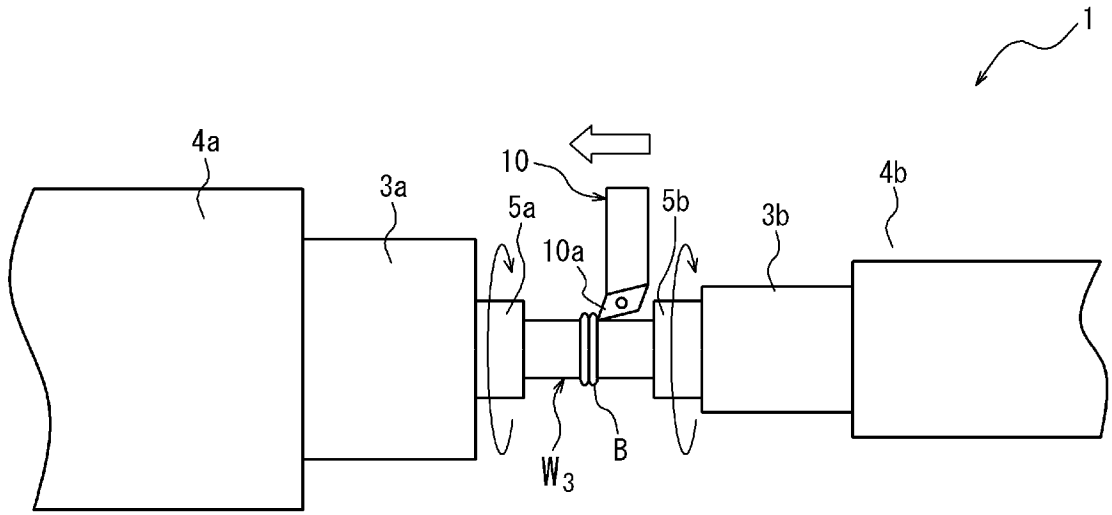
[図1]



[図2]


(a)
4a
3a
5a
W1
1
4b
5b
3b
W2
(b)
4a
3a
5a
W1
W2
5b
3b
1
4b
反力
押圧力
(c)
4a
3a
5a
W1
W2
5b
3b
1
4b
W3
B
反力
押圧力

[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/027975

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B23K20/12(2006.01)i, B23B5/16(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. B23K20/12, B23B5/16

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-71082 A (TOYOTA AUTOMATIC LOOM WORKS, LTD.) 07 March 2000, entire text, all drawings & TW 436353 B & KR 10-2000-0017581 A & CN 1249978 A	1-5
A	JP 11-47958 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 23 February 1999, entire text, all drawings (Family: none)	1-5

☒ 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	Date of mailing of the international search report
01 October 2019 (01.10.2019)	15 October 2019 (15.10.2019)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/027975

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-206926 A (HITACHI SEIKI CO., LTD.) 13 August 1996, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2011-25281 A (NAKAMURA-TOME PRECISION INDUSTRY CO., LTD.) 10 February 2011, entire text, all drawings & CN 101961816 A & KR 10-2011-0010561 A & TW 201109111 A	1-5
A	JP 1-107986 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 25 April 1989, entire text, all drawings (Family: none)	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０２７９７５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23K20/12(2006.01)i, B23B5/16(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.　B23K20/12, B23B5/16

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）

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 2000-71082 A (株式会社豊田自動織機製作所) 2000.03.07, 全文, 全図 & TW 436353 B & KR 10-2000-0017581 A & CN 1249978 A	１－５
A	JP 11-47958 A (トヨタ自動車株式会社) 1999.02.23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	１－５

☑　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 ０１．１０．２０１９	国際調査報告の発送日 １５．１０．２０１９
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 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）　３Ｐ　２９２６ 竹下　和志 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６３

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
Ａ	JP 8-206926 A（日立精機株式会社） 1996.08.13，全文，全図 （ファミリーなし）	１－５
Ａ	JP 2011-25281 A（中村留精密工業株式会社） 2011.02.10，全文，全図 & CN 101961816 A & KR 10-2011-0010561 A & TW 201109111 A	１－５
Ａ	JP 1-107986 A（本田技研工業株式会社） 1989.04.25，全文，全図 （ファミリーなし）	１－５