

(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1月28日(28.01.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/013101 A1

- (51) 国際特許分類:
B24B 53/04 (2012.01) B24B 53/08 (2006.01)
B24B 53/02 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/069644
- (22) 国際出願日: 2014年7月25日(25.07.2014)
- (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 I H I (IHI CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番
1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 三上 知三(MIKAMI Tomozo); 〒1358710
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I
H I 内 Tokyo (JP). 林 浩一郎(HAYASHI Ko-
chiro); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1
号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 堀田 実(HOTTA Minoru); 〒1080014 東京
都港区芝五丁目2番20号建築会館4階 ア
サ国際特許事務所 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, 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, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: DRESSING CONTROL SYSTEM, DRESSING CONTROL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 成形制御装置、成形制御方法、および、プログラム

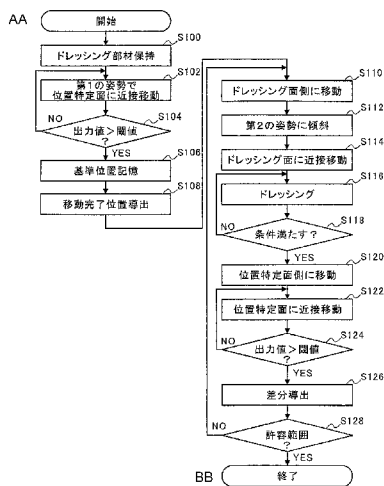


FIG. 4:
S100 Hold dressing member
S102 Move close to positioning surface while in first orientation
S104, 124 Output value > threshold value?
S106 Store reference position
S108 Derive movement completion position
S110 Move toward dressing surface
S112 Tilt into second orientation
S114 Move close to dressing surface
S116 Dressing
S118 Is condition met?
S120 Move toward positioning surface side
S122 Move close to positioning surface
S126 Derive difference
S128 Within allowable range?
AA Start
BB End

(57) Abstract: A robot motion control unit (7) of this dressing control system (1) moves a polishing tool (5) in a direction approaching a dressing surface (9a) or a positioning surface (10) while in a first orientation wherein a tool rotary shaft of the polishing tool (5) is perpendicular to the dressing surface (9a) and the positioning surface (10) (S102). Next, a reference position is set at a position where an output value output from a force detection output unit (8) has exceeded a threshold value and the polishing tool (5) has come into contact with the dressing surface (9a) or the positioning surface (10) (S106). Next, the polishing tool (5) is moved to a movement completion position, which is a position on the dressing surface or a position facing the dressing surface (9a), on the basis of the reference position (S110). During the process of moving from the reference position to the movement completion position, the polishing tool (5) is displaced from the first orientation to a second orientation wherein the tool rotary shaft is tilted with respect to the dressing surface (9a) (S112), and the polishing tool is brought into contact with the dressing surface (9a) while being rotated in the second orientation (S116).

(57) 要約:

[続葉有]



(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))

成形制御装置 (1) のロボット動作制御部 (7) は、ドレッシング面 (9 a) と位置特定面 (10) に対して、研磨工具 (5) の工具回転軸が垂直となる第 1 の姿勢で、ドレッシング面 (9 a) もしくは位置特定面 (10) に近接する方向に研磨工具 (5) を移動させる (S102)。次いで、力検知出力部 (8) から出力される出力値が閾値を超え研磨工具 (5) がドレッシング面 (9 a) もしくは位置特定面 (10) に当接した位置を基準位置とする (S106)。次に、基準位置に基づいて、ドレッシング面上もしくはドレッシング面 (9 a) に面する位置である移動完了位置まで研磨工具 (5) を移動させる (S110)。基準位置から移動完了位置までの移動過程において、研磨工具 (5) を、第 1 の姿勢から、ドレッシング面 (9 a) に対して工具回転軸が傾斜した第 2 の姿勢へと変位させるとともに (S112)、第 2 の姿勢で回転させながらドレッシング面 (9 a) に当接させる (S116)。

明 細 書

発明の名称：成形制御装置、成形制御方法、および、プログラム
技術分野

[0001] 本発明は、研磨工具を成形する成形制御装置、成形制御方法、および、プログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、産業用ロボットを利用した製造工程などの自動化が進んでいる。産業用ロボットは、力覚センサなどの検出値に応じてアーム（マニピュレータ）の動作を自動制御して、部材の組立や加工を行う。例えば、特許文献１に記載の構成の場合、アームに作用する力とトルクを検出する６軸力センサが設けられており、回転する研磨工具（砥石）に対し、アームに把持したワークを押し当てて研磨加工する。

[0003] そして、研磨工具のドレッシングが必要になると、ワークの代わりにドレッシング部材（砥石）をアームにセットして、ドレッシング部材を研磨工具に押し当て、研磨工具が所望の形状となるまでドレッシングを行う。研磨工具のドレッシング中、６軸力センサの出力値が設定値となるようにアームが制御されており、その設定値はコンピュータによってＰＩＤ（Proportional Integral Derivative）制御される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開平１０－３２９０１７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１では、研磨工具が所望の形状となったことをどのように判定してドレッシングを終了するのかが明記されていない。上記のように研磨工具のドレッシングを自動化する場合、研磨工具をドレッシング部材に当接させてから、研磨工具をドレッシング部材にどの位置まで押し付けてドレッシン

グするのかを正確に制御することが困難であった。

[0006] 本発明は、このような課題に鑑み、ドレッシングにおいて高い形状精度を実現することが可能な成形制御装置、成形制御方法、および、プログラムを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明の成形制御装置は、研磨工具を移動して、前記研磨工具を回転させながらドレッシング面に当接させて、該研磨工具を成形研磨するロボット動作制御部と、前記研磨工具に作用する荷重を示す出力値を出力する力検知出力部と、を備え、前記ロボット動作制御部は、前記ドレッシング面もしくは位置特定面に対して、前記研磨工具の工具回転軸が垂直となる第1の姿勢で、該ドレッシング面もしくは該位置特定面に近接する方向に該研磨工具を移動させ、前記力検知出力部から出力される出力値が閾値を超え、前記研磨工具が前記ドレッシング面もしくは前記位置特定面に当接した位置を基準位置とし、該基準位置に基づいて、該ドレッシング面上もしくは該ドレッシング面に面する位置である移動完了位置まで前記研磨工具を移動させ、前記基準位置から前記移動完了位置までの移動過程において、前記研磨工具を、前記第1の姿勢から、前記ドレッシング面に対して前記工具回転軸が傾斜した第2の姿勢へと変位させるとともに、該第2の姿勢で回転させながら該ドレッシング面に当接させることを特徴とする。

[0008] 前記ロボット動作制御部は、前記力検知出力部から出力される出力値が前記閾値を超えたときに、前記研磨工具のうち、前記ドレッシング面もしくは前記位置特定面と接触した前記工具回転軸上の点を回動中心点として、該研磨工具を前記第2の姿勢に傾斜させてもよい。

[0009] 前記ロボット動作制御部は、前記研磨工具を前記第1の姿勢で前記ドレッシング面に近接する方向に移動させるとともに、前記基準位置から、該ドレッシング面に対して垂直な方向への離隔距離によって、前記移動完了位置を特定し、前記力検知出力部から出力される出力値が前記閾値を超えると、前記基準位置から、前記近接する方向と逆方向である離隔方向に向けて、前記

離隔距離以上に前記研磨工具を移動させるとともに、該移動過程において該研磨工具の移動距離を計測し、前記離隔距離以上に前記研磨工具が移動した後、前記研磨工具を、前記第 1 の姿勢から前記第 2 の姿勢へと変位させるとともに、該第 2 の姿勢で回転させながら、前記移動完了位置まで、前記近接する方向へと移動させてもよい。

[0010] 前記ロボット動作制御部は、前記研磨工具を、前記第 2 の姿勢で回転させながら前記ドレッシング面に当接させつつ、前記移動完了位置までの移動が完了したか否かを判定させてもよい。

[0011] 前記ロボット動作制御部は、前記研磨工具を、前記第 2 の姿勢に維持しつつ回転を停止し、前記ドレッシング面もしくは前記位置特定面のうち、前記基準位置を設定した方に近接する方向に該研磨工具を移動させ、前記力検知出力部から出力される出力値が前記閾値を超えた位置と前記基準位置との差分から、前記移動完了位置までの移動が完了したか否かを判定してもよい。

[0012] 上記課題を解決するために、本発明の成形制御方法は、ドレッシング面もしくは位置特定面に対して、研磨工具の工具回転軸が垂直となる第 1 の姿勢で、該ドレッシング面もしくは該位置特定面に近接する方向に該研磨工具を移動させ、前記研磨工具に作用する荷重を示す出力値が閾値を超え、前記研磨工具が前記ドレッシング面もしくは前記位置特定面に当接した位置を基準位置とし、該基準位置に基づいて、該ドレッシング面上もしくは該ドレッシング面に面する位置である移動完了位置まで前記研磨工具を移動させ、前記基準位置から前記移動完了位置までの移動過程において、前記研磨工具を、前記第 1 の姿勢から、前記ドレッシング面に対して前記工具回転軸が傾斜した第 2 の姿勢へと変位させるとともに、該第 2 の姿勢で回転させながら該ドレッシング面に当接させることを特徴とする。

[0013] 上記課題を解決するために、研磨工具に作用する荷重を示す出力値を出力する力検知出力部を備え、該研磨工具を移動して、該研磨工具を回転させながらドレッシング面に当接させて、該研磨工具を成形研磨するロボット動作制御部として機能するコンピュータを、前記ドレッシング面もしくは位置特

定面に対して、前記研磨工具の工具回転軸が垂直となる第1の姿勢で、該ドレッシング面もしくは該位置特定面に近接する方向に該研磨工具を移動させ、前記力検知出力部から出力される出力値が閾値を超え、前記研磨工具が前記ドレッシング面もしくは前記位置特定面に当接した位置を基準位置とし、該基準位置に基づいて、該ドレッシング面上もしくは該ドレッシング面に面する位置である移動完了位置まで前記研磨工具を移動させ、前記基準位置から前記移動完了位置までの移動過程において、前記研磨工具を、前記第1の姿勢から、前記ドレッシング面に対して前記工具回転軸が傾斜した第2の姿勢へと変位させるとともに、該第2の姿勢で回転させながら該ドレッシング面に当接させる処理を実行させるためのプログラムが提供される。

発明の効果

[0014] 上記本発明の装置、方法、および、プログラムによれば、ロボット動作制御部は、力検知出力部の出力値が閾値を超えたときの基準位置に基づいて、移動完了位置を特定する。そのため、移動完了位置の位置精度が高く、ドレッシングを完了した研磨工具の形状精度を高くすることが可能となる。

従って、本発明によって、ドレッシングにおいて高い形状精度を実現することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]ワークの研磨加工時における成形制御装置の全体構成を示す説明図である。

[図2]ドレッシング時における成形制御装置の全体構成を示す説明図である。

[図3A]ドレッシングの途中を示す説明図である。

[図3B]ドレッシング面に面する移動完了位置の説明図である。

[図3C]ドレッシング面の面上に位置する移動完了位置の説明図である。

[図4]成形制御方法の処理の流れを示したフローチャートである。

[図5A]位置特定面に対する第1の姿勢の説明図である。

[図5B]研磨工具の端面が位置特定面に当接した位置の説明図である。

[図5C]ドレッシング部材のドレッシング面に面する位置の説明図である。

[図5D] ドレッシング面に対する第2の姿勢の説明図である。

[図5E] 研磨工具がドレッシング面に当接する位置の説明図である。

[図5F] 研磨工具の傾斜面が位置特定面に当接した位置の説明図である。

[図6] 変形例における成形制御方法の処理の流れを示したフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0016] 以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。かかる実施形態に示す寸法、材料、その他具体的な数値等は、発明の理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本発明を限定するものではない。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、また本発明に直接関係のない要素は図示を省略する。

[0017] (成形制御装置1) (dressing control system)

図1は、ワークWの研磨加工時における成形制御装置1の全体構成を示す説明図である。図1に示すように、成形制御装置1は、ロボットアーム2を備える。ロボットアーム2は、複数の関節部2a(joint)を有し、関節部2aで連結される節部2b(Link)が関節部2aを回転中心として回転することが可能な構造となっている。電動部3は、例えばモータで構成され、それぞれの関節部2aに設けられ、本体2cに接続された電源の電力によって、関節部2aを中心に節部2bを回転させる動力を与える。

[0018] ロボットアーム2の先端にも、電動部3の一部を構成するモータ3aが設けられている。また、モータ3aのシャフト先端には工具保持部4が設けられている。工具保持部4は、研磨工具5を保持しつつ、モータ3aによって回転可能に形成されている。研磨工具5は、例えば、砥石であり、研磨工具5の軸心がモータ3aのシャフトの回転軸の延長上に位置するように工具保持部4に保持される。

[0019] ロボット動作制御部7(Robot motion control unit)は、例えば、制御PC 7a(control PC)、および、ロボットコントローラ7b(Robot controller)

で構成される。制御PC7aは、電動部3の動作を制御するプログラムが書き込まれたコンピュータである。ロボットコントローラ7bは、制御PC7aから出力された制御信号に応じて電動部3に供給する電力を制御する。

[0020] そして、ロボット動作制御部7は、モータ3aを回転させながら、上記ロボットアーム2の移動を制御し、チャック装置6に保持されたワークWに、研磨工具5を押し当てることでワークWを成形研磨する。

[0021] 力検知出力部8は、例えば、研磨工具5に作用する荷重を、ロボット動作制御部7の制御PC7aに出力する。制御PC7aは、力検知出力部8からの出力値に応じ、電動部3を制御することで、研磨工具5の姿勢制御を遂行する。

[0022] 研磨工具5はワークWの研磨を行うごとに磨耗し、初期形状からの乖離が進むと、研磨の品質が維持できなくなる。そのため、研磨工具5のドレッシング（工具成形など）が必要となる。例えば、研磨処理を行ったワークWの数、研磨処理の累積時間などの指標が閾値を越えたことを契機として、ドレッシングが遂行される。

[0023] 成形制御装置1は、ワークWの研磨を遂行するとともに、研磨工具5のドレッシングが必要となると、研磨工具5を工具保持部4から着脱することなく、ドレッシングを行うことができる。この場合、研磨工具5は、ドレッシングの対象となる被成形部材となる。また、成形制御装置1は、研磨工具5の元となる形状から研磨開始前の研磨工具5の形状を成形するドレッシングも遂行する。この場合、研磨工具5の元となる素材がドレッシングの対象となる被成形部材となる。以下では、研磨工具5と、研磨工具5の元となる素材を区別せず、単に研磨工具5と称す。

[0024] 図2は、ドレッシング時における成形制御装置1の全体構成を示す説明図である。ドレッシングにおいて、チャック装置6にドレッシング部材9が保持される。ドレッシング部材9は、研磨工具5よりも固く、例えばダイヤモンド電着砥石などで構成される。

[0025] そして、ロボット動作制御部7は、電動部3を制御し、ドレッシング部材

9のドレッシング面9aに対し、研磨工具5の軸心が傾斜した状態で、研磨工具5の軸心を工具回転軸として回転させながらドレッシング面9aに当接させ、ドレッシング面9aに垂直な方向に押圧し続けることで、研磨工具5をドレッシングする。

[0026] この場合、ドレッシング完了時、研磨工具5の工具回転軸のドレッシング面9aに対する傾斜角と、研磨工具5のドレッシング面9aに垂直な方向の位置によって、研磨工具5の形状が定まる。成形制御装置1は、例えば、制御PC7aによって計算された座標空間内における研磨工具5の位置および姿勢に基づいて、ドレッシングを制御する。

[0027] 図3A、図3B、図3Cは、移動完了位置Fを説明するための説明図である。図3Aに示すように、ドレッシングの途中では、研磨工具5が工具回転軸aを中心として回転しながら、第2の姿勢でドレッシング面9aに当接する。

[0028] 第2の姿勢は、研磨工具5の工具回転軸aが、ドレッシング面9aに垂直な方向（以下、単に垂直方向と称す）に対して傾斜した姿勢であって、その傾斜角は、研磨工具5の目標形状に基づいて定まる。ここで、研磨工具5の目標形状は、工具回転軸aを中心に回転しながらドレッシング面9a又はこれに垂直なドレス面に当てて成形できれば、どのような形状であってもよい。

[0029] ドレッシングが進むと、研磨工具5の傾斜面5bが削れ、研磨工具5の端面5aと工具回転軸aとの交点（以下、TCP：Tool center pint）が位置する垂直方向の高さが低くなる。そして、図3Bに示すように、ドレッシングが完了し、研磨工具5が目標形状となったときのTCPの位置が移動完了位置Fである。

[0030] 図3Bに示すように、移動完了位置Fのドレッシング面9aからの垂直方向の離隔距離Lは、研磨工具5の端面5aの直径d、ドレッシング面9aと傾斜面5bのなす角を α とすると、以下の数式1で導出される。

$$L = d / 2 \times \cos (\alpha / 2) \cdots \text{数式 (1)}$$

[0031] また、図 3 B に示す研磨工具 5 の形状が目標形状である場合、移動完了位置 F は、ドレッシング面 9 a に面する位置（ドレッシング面 9 a から離れた位置）となることとなる。なお、図 3 C に示す研磨工具 5 の形状が目標形状である場合、移動完了位置 F となる離隔距離 L は 0 となり、移動完了位置 F は、ドレッシング面上（ドレッシング面 9 a の面内）に位置することとなる。

[0032] 本実施形態の成形制御装置 1 は、上記の垂直方向を Z 軸方向とする空間座標において、研磨工具 5 の TCP の座標を常時把握しており、ドレッシング面 9 a の Z 軸座標が 正確には把握できていなくとも、移動完了位置 F の Z 軸座標を正確に特定し、ドレッシングされた研磨工具 5 の形状精度を高めることが可能となる。以下、成形制御装置 1 の具体的な処理について、フローチャートを用いて詳述する。

[0033] （成形制御方法）

図 4 は、成形制御方法の処理の流れを示したフローチャートである。また図 5 A ～図 5 F は、研磨工具 5 の移動を説明するための説明図である。

図 4 に示すように、まず、チャック装置 6 にドレッシング部材 9 を保持させる（S 1 0 0）。ここでは、成形制御装置 1 がワーク W の研磨と研磨工具 5 のドレッシングをそれぞれ行うため、ワーク W と研磨工具 5 の取り換えを行うが、成形制御装置がドレッシング専用装置である場合、チャック装置 6 は予め研磨工具 5 を保持しているため、保持ステップ S 1 0 0 は行われない。

[0034] そして、ロボット動作制御部 7 は、図 5 A に示すように、位置特定面 1 0 に対して、研磨工具 5 の工具回転軸 a が垂直となる第 1 の姿勢で、Z 軸方向であって位置特定面 1 0 に近接する方向に研磨工具 5 を移動させる（S 1 0 2）。位置特定面 1 0 は、好ましくは、ドレッシング面 9 a と平行な面であって、ドレッシング面 9 a と Z 軸座標が等しく、移動完了位置 F の正確な座標を特定するために用いられる。なお、位置特定面 1 0 はドレッシング面 9 a と平行でなくてもよい。

[0035] ロボット動作制御部 7 は、力検知出力部 8 から出力される出力値が予め定められた閾値を超えたか否かを判定し（S 1 0 4）、閾値を超えていない場合（S 1 0 4 における N O）、移動ステップ S 1 0 2 に処理を戻す。

[0036] そして、出力値が閾値を超えた場合（S 1 0 4 における Y E S）、図 5 B に示すように、研磨工具 5 の端面 5 a が位置特定面 1 0 に当接したと判定する。ここで、閾値は、端面 5 a がいずれの面にも当接していないにもかかわらず、ノイズによって力検知出力部 8 から出力されると想定された出力値の上限値よりも大きい値とする。

[0037] すると、ロボット動作制御部 7 は、そのときの T C P の Z 軸座標を、移動完了位置 F を導出するための基準位置として記憶する（S 1 0 6）。また、T C P は、力検知出力部 8 の出力値が閾値を超えたとき、研磨工具 5 のうち、位置特定面 1 0 と接触した工具回転軸上（工具回転軸 a 上）の点となっている。

[0038] そして、ロボット動作制御部 7 は、記憶された基準位置と、移動完了位置 F のドレッシング面 9 a からの垂直方向の離隔距離 L を加算することで、移動完了位置 F の正確な Z 軸座標を導出するとともに、予め記憶されていたドレッシング面 9 a における、例えば中央を示す X 軸座標および Y 軸座標の値と組み合わせて、移動完了位置 F の座標を導出する（S 1 0 8）。

[0039] そして、ロボット動作制御部 7 は、研磨工具 5 を、位置特定面 1 0 から Z 軸方向に離隔させ、図 5 C に示すように、ドレッシング部材 9 のドレッシング面 9 a に面し、移動完了位置 F の X 軸座標および Y 軸座標に T C P が位置する場所に移動させる（S 1 1 0）。その後、ロボット動作制御部 7 は、図 5 D に示すように、研磨工具 5 の T C P を中心として、研磨工具 5 を第 2 の姿勢に傾斜させる（S 1 1 2）。

なお、第 1 の姿勢から第 2 の姿勢に移動することは必須ではない。いきなり第 2 の姿勢へ移動させることもできる。

[0040] 続いて、ロボット動作制御部 7 は、研磨工具 5 を第 2 の姿勢で回転させながら、Z 軸方向であってドレッシング部材 9 のドレッシング面 9 a に近接す

る方向に移動させる（S 1 1 4）。研磨工具 5 がドレッシング面 9 a に当接すると、図 5 E に示すように、研磨工具 5 のドレッシングが行われる（S 1 1 6）。

[0041] このように、ロボット動作制御部 7 は、基準位置から移動完了位置 F までの移動過程において、研磨工具 5 を、第 1 の姿勢から第 2 の姿勢へと変位させるとともに、第 2 の姿勢で回転させながらドレッシング面 9 a に当接させる。

[0042] その後、ロボット動作制御部 7 は、例えば、予め設定された条件を満たしたか否かを判定する（S 1 1 8）。条件を満たしていない場合（S 1 1 8 における NO）、ドレッシング処理ステップ S 1 1 6 を継続する。

[0043] 予め設定された条件は、例えば、研磨工具 5 の TCP の Z 軸座標が、移動完了位置 F の Z 軸座標から所定距離内に含まれることや、所定時間が経過したことなどである。所定距離や所定時間は、条件を満たすごとに次の条件が設定されることとする。ここで、初めから TCP が移動完了位置 F に到達したと認識されるまで、ドレッシングを行わないのは、ドレッシングの振動などのノイズの影響を鑑み、ドレッシングのやり過ぎを回避するためである。

[0044] 予め設定された条件を満たすと（S 1 1 8 における YES）、ロボット動作制御部 7 は、研磨工具 5 を、第 2 の姿勢に維持しつつ回転を停止し、基準位置を記憶した位置特定面 1 0 に面する位置に移動させる（S 1 2 0）。そして、ロボット動作制御部 7 は、Z 軸方向であって位置特定面 1 0 に近接する方向に、研磨工具 5 を移動させ（S 1 2 2）、力検知出力部 8 から出力される出力値が閾値を超えたか否かを判定する（S 1 2 4）。ここでは、当該出力判定ステップ S 1 2 4 と上述した出力判定ステップ S 1 0 4 における閾値は同じ値とするが、個別の値が設定されていてもよい。

[0045] 閾値を超えていない場合（S 1 2 4 における NO）、近接移動ステップ S 1 2 2 に処理を戻す。閾値を超えた場合（S 1 2 4 における YES）、図 5 F に示すように、研磨工具 5 の傾斜面 5 b が位置特定面 1 0 に当接したこととなる。ロボット動作制御部 7 は、そのときの Z 軸座標から、移動完了位置

FのZ軸座標を減算して差分を導出する（S 1 2 6）。そして、ロボット動作制御部7は、導出された差分が許容範囲に含まれるか否かを判定する（S 1 2 8）。許容範囲に含まれる場合（S 1 2 8におけるYES）、ドレッシング中に、研磨工具5のTCPが移動完了位置Fまで移動し、ドレッシングが完了したと判定し処理を終了する。許容範囲に含まれないと判定した場合（S 1 2 8におけるNO）、移動ステップS 1 1 0に処理を戻す。

[0046] 上述したように、成形制御装置1および成形制御方法によれば、ロボット動作制御部7は、力検知出力部8の出力値が閾値を超えたときのZ軸座標（基準位置）に基づいて、移動完了位置Fを特定する。そのため、移動完了位置FのZ軸座標の位置精度が高く、ドレッシングを完了した研磨工具5の形状精度を高くすることが可能となる。

[0047] 本実施形態では、位置特定面10に基づいて、研磨工具5のTCPが移動完了位置Fに到達したかを判定している。こうすることで、ドレッシングを遂行するために面が粗いドレッシング面9aよりも、平滑な位置特定面10によってTCPのZ軸座標を正確に特定できる。

[0048] また、本実施形態では、ドレッシング面9aと位置特定面10について、Z軸座標が同じとしたが、Z軸座標が異なってもよい。その場合、ロボット動作制御部7は、ドレッシング面9aと位置特定面10のZ軸座標の差を加味して、移動完了位置Fを特定することとする。

[0049] また、本実施形態では、一旦、研磨工具5の工具回転軸aを中心とした回転を停止した状態で、研磨工具5を位置特定面10に当接させ、そのときのTCPの位置によって、ドレッシングの完了を判定するため、ロボット動作制御部7は、回転に伴う振動などのノイズの影響を排除して判定することが可能となる。

[0050] 上述した実施形態では、位置特定面10を設けて基準位置を定めたが、ドレッシング面9aの面粗さや研磨工具5に求められる形状精度によっては、位置特定面10を設ける必要がない場合もある。以下、このような場合に有効な変形例について説明する。ただし、成形制御装置1の構成については、

位置特定面 10 を設けない点を除いて、上述した実施形態と実質的に同じであるため、同一の符号を付して詳細な説明は省略する。また、変形例における成形制御方法の処理の流れについてフローチャートを用いて説明するが、上述した実施形態と実質的に等しい処理については同一の符号を付して詳細な説明は省略する。

[0051] (変形例：成形制御方法)

図 6 は、変形例における成形制御方法の処理の流れを示したフローチャートである。図 6 において、ロボット動作制御部 7 は、ドレッシング面 9 a に対して、研磨工具 5 の工具回転軸 a が垂直となる第 1 の姿勢で、Z 軸方向であってドレッシング面 9 a に近接する方向に研磨工具 5 を移動させる (S 202)。ここで、ロボット動作制御部 7 は、上述した実施形態と同様、ドレッシング面 9 a の位置は正確に特定しておらずともよく、研磨工具 5 の TCP の位置と、ドレッシング面 9 a の垂直方向は正確に特定しているものとする。

[0052] そして、ロボット動作制御部 7 は、出力判定ステップ S 104、および、基準記憶ステップ S 106 の後、上記数式 1 に基づいて導出される離隔距離 L によって移動完了位置 F を特定する (S 204)。変形例においては、移動完了位置 F の Z 軸座標を特定せず、単に、離隔距離 L によって移動完了位置 F を特定したものとする。

[0053] そして、ロボット動作制御部 7 は、基準位置から、垂直方向であって、研磨工具 5 がドレッシング面 9 a に近接する方向と逆方向である離隔方向に向けて、例えば離隔距離以上 (離隔距離 L 以上) に研磨工具 5 を移動させる (S 206)。なおこれは必須ではなく、研磨工具 5 とドレッサーが干渉しない距離であればよい。この移動過程において、ロボット動作制御部 7 は、研磨工具 5 の移動距離を計測している。

[0054] 続いて、ロボット動作制御部 7 は、基準位置から離隔距離 L 以上に研磨工具 5 が移動した後、傾斜ステップ S 112 からドレッシング処理ステップ S 116 までの処理が行われる。そして、ロボット動作制御部 7 は、ドレッシ

ングを遂行しつつ、移動ステップS 2 0 6において計測した移動距離から離隔距離Lを減算した差分距離、研磨工具5を基準位置に近接する方向に移動させたか否かを判定する（S 2 0 8）。まだ差分距離の移動が完了していない場合（S 2 0 8におけるNO）、ドレッシング処理ステップS 1 1 6が継続される。

[0055] 差分距離の移動が完了すると（S 2 0 8におけるYES）、研磨工具5のTCPが移動完了位置Fに到達したこととなるため、ドレッシングが完了となり処理を終了する。

[0056] かかる変形例においても、成形制御装置1および成形制御方法によれば、上述した実施形態と同様、ドレッシングを完了した研磨工具5の形状精度を高くすることが可能となる。また、変形例においては、ロボット動作制御部7は、上記のように、研磨工具5を、第2の姿勢で回転させながらドレッシング面9aに当接させつつ、移動完了位置Fまでの移動が完了したか否かを判定している。そのため、位置特定面10に移動させたりドレッシング面9aに戻したりする分の処理時間を短縮できる上、移動完了位置Fまでの移動が完了したことを早期に検出でき、ドレッシングし過ぎとなる可能性を低減することができる。

[0057] ただし、変形例においても、上述した実施形態と同様、一旦、研磨工具5の工具回転軸aを中心とした回転を停止してから、移動完了位置Fまでの移動が完了したか否かを判定してもよい。

[0058] 上述した実施形態および変形例では、ロボット動作制御部7が、研磨工具5のTCPの位置を予め把握している場合について説明した。しかし、基準記憶ステップS 1 0 6より前に、研磨工具5のTCPの位置がわかっていなくても、研磨工具5の工具回転軸aと、ドレッシング面9aもしくは位置特定面10の位置を予め特定していればよい。すると、ロボット動作制御部7は、基準記憶ステップS 1 0 6において、工具回転軸aとドレッシング面9a（位置特定面10）との交点として研磨工具5のTCPを正確に特定できる。この場合、研磨工具5が磨耗するなどしていても、研磨工具5の形状計

測などを予め行う処理を省略でき、作業負担を低減することが可能となる。

[0059] また、上述した実施形態および変形例では、研磨工具5のうち、ドレッシング面9aもしくは位置特定面10と接触した工具回転軸a上の点であるTCPを中心として研磨工具5を第2の姿勢に傾斜させる場合について説明した。しかし、研磨工具5を傾斜させる中心はTCPに限らない。ただし、上記のTCPを中心として研磨工具5を傾斜させることで、TCPのZ軸座標が、研磨工具5の傾斜によって変化しないため、移動完了位置Fまでの移動が完了したか否かの判定処理にかかる処理負担を低減することが可能となる。

[0060] また、上述した変形例においては、ロボット動作制御部7は、研磨工具5を、第1の姿勢でドレッシング面9aに当接させ、さらに、ドレッシング面9aから離隔距離L以上、離隔させた後、TCPを中心として研磨工具5を第2の姿勢に傾斜させ、工具回転軸aを中心に研磨工具5を回転させ、ドレッシング面9aから離隔距離Lまで近接させる場合について説明した。

[0061] しかし、ロボット動作制御部7は、研磨工具5を、第1の姿勢でドレッシング面9aに当接させた後、ドレッシング面9aから離隔距離L以上、離隔させることなく、工具回転軸aを中心に研磨工具5を回転させ、TCPを中心として研磨工具5を第2の姿勢に傾斜させながら、ドレッシング面9aから離隔距離Lまで離隔させてもよい。この場合であっても、TCPが移動完了位置Fに移動するまでドレッシングが行われれば、研磨工具5を高精度に所望の形状とすることが可能となる。ただし、一旦、離隔距離L以上、研磨工具5を離隔させてからドレッシング面9aに近接させることで、研磨工具5の傾斜面5bをより均等な力でドレッシングすることができる。

[0062] さらに、コンピュータをロボット動作制御部7として実行させるプログラムや、そのプログラムを記録した、コンピュータで読み取り可能なフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、EPROM、EEPROM、CD、DVD、BD等の記録媒体も提供される。ここで、プログラムは、任意の言語や記述方法にて記述されたデータ処理手段をいう。

[0063] 以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

[0064] なお、本明細書の成形制御方法における各工程は、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はない。

産業上の利用可能性

[0065] 本発明は、成形制御装置、成形制御方法、および、プログラムに利用することができる。

符号の説明

- [0066] a 工具回転軸、
d 端面の直径、
F 移動完了位置、
L 離隔距離、
W ワーク、
 α ドレッシング面と傾斜面のなす角、
1 成形制御装置、
2 ロボットアーム、
2 a 関節部、
2 b 節部、
2 c 本体、
3 電動部、
3 a モータ、
4 工具保持部、
5 研磨工具（被成形部材）、
5 a 端面、
5 b 傾斜面、

- 6 チャック装置、
- 7 ロボット動作制御部、
- 7 a 制御P C、
- 7 b ロボットコントローラ、
- 8 力検知出力部、
- 9 ドレッシング部材、
- 9 a ドレッシング面、
- 1 0 位置特定面

請求の範囲

- [請求項1] 研磨工具を移動して、前記研磨工具を回転させながらドレッシング面に当接させて、該研磨工具を成形研磨するロボット動作制御部と、
- 前記研磨工具に作用する荷重を示す出力値を出力する力検知出力部と、
- と、
- を備え、
- 前記ロボット動作制御部は、
- 前記ドレッシング面もしくは位置特定面に対して、前記研磨工具の工具回転軸が垂直となる第1の姿勢で、該ドレッシング面もしくは該位置特定面に近接する方向に該研磨工具を移動させ、
- 前記力検知出力部から出力される出力値が閾値を超え、前記研磨工具が前記ドレッシング面もしくは前記位置特定面に当接した位置を基準位置とし、該基準位置に基づいて、ドレッシング面上もしくは該ドレッシング面に面する位置である移動完了位置まで前記研磨工具を移動させ、
- 前記基準位置から前記移動完了位置までの移動過程において、前記研磨工具を、前記第1の姿勢から、前記ドレッシング面に対して前記工具回転軸が傾斜した第2の姿勢へと変位させるとともに、該第2の姿勢で回転させながら該ドレッシング面に当接させることを特徴とする成形制御装置。
- [請求項2] 前記ロボット動作制御部は、
- 前記力検知出力部から出力される出力値が前記閾値を超えたときに、前記研磨工具のうち、前記ドレッシング面もしくは前記位置特定面と接触した工具回転軸上の点をTCPとして、該研磨工具を前記第2の姿勢に傾斜させることを特徴とする請求項1に記載の成形制御装置。
- [請求項3] 前記ロボット動作制御部は、
- 前記研磨工具を前記第1の姿勢で前記ドレッシング面に近接する方

向に移動させるとともに、前記基準位置から、該ドレッシング面に対して垂直な方向への離隔距離によって、前記移動完了位置を特定し、

前記力検知出力部から出力される出力値が前記閾値を超えると、前記基準位置から、前記近接する方向と逆方向である離隔方向に向けて、離隔距離以上に前記研磨工具を移動させるとともに、該移動過程において該研磨工具の移動距離を計測し、

前記離隔距離以上に前記研磨工具が移動した後、前記研磨工具を、前記第1の姿勢から前記第2の姿勢へと変位させるとともに、該第2の姿勢で回転させながら、前記移動完了位置まで、前記近接する方向へと移動させることを特徴とする請求項1または2に記載の成形制御装置。

[請求項4] 前記ロボット動作制御部は、前記研磨工具を、前記第2の姿勢で回転させながら前記ドレッシング面に当接させつつ、前記移動完了位置までの移動が完了したか否かを判定することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の成形制御装置。

[請求項5] 前記ロボット動作制御部は、前記研磨工具を、前記第2の姿勢に維持しつつ回転を停止し、前記ドレッシング面もしくは前記位置特定面のうち、前記基準位置を設定した方に近接する方向に該研磨工具を移動させ、

前記力検知出力部から出力される出力値が前記閾値を超えた位置と前記基準位置との差分から、前記移動完了位置までの移動が完了したか否かを判定することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の成形制御装置。

[請求項6] ドレッシング面もしくは位置特定面に対して、研磨工具の工具回転軸が垂直となる第1の姿勢で、該ドレッシング面もしくは該位置特定面に近接する方向に該研磨工具を移動させ、

前記研磨工具に作用する荷重を示す出力値が閾値を超え、前記研磨工具が前記ドレッシング面もしくは前記位置特定面に当接した位置を

基準位置とし、該基準位置に基づいて、ドレッシング面上もしくは該ドレッシング面に面する位置である移動完了位置まで前記研磨工具を移動させ、

前記基準位置から前記移動完了位置までの移動過程において、前記研磨工具を、前記第1の姿勢から、前記ドレッシング面に対して前記工具回転軸が傾斜した第2の姿勢へと変位させるとともに、該第2の姿勢で回転させながら該ドレッシング面に当接させることを特徴とする成形制御方法。

[請求項7]

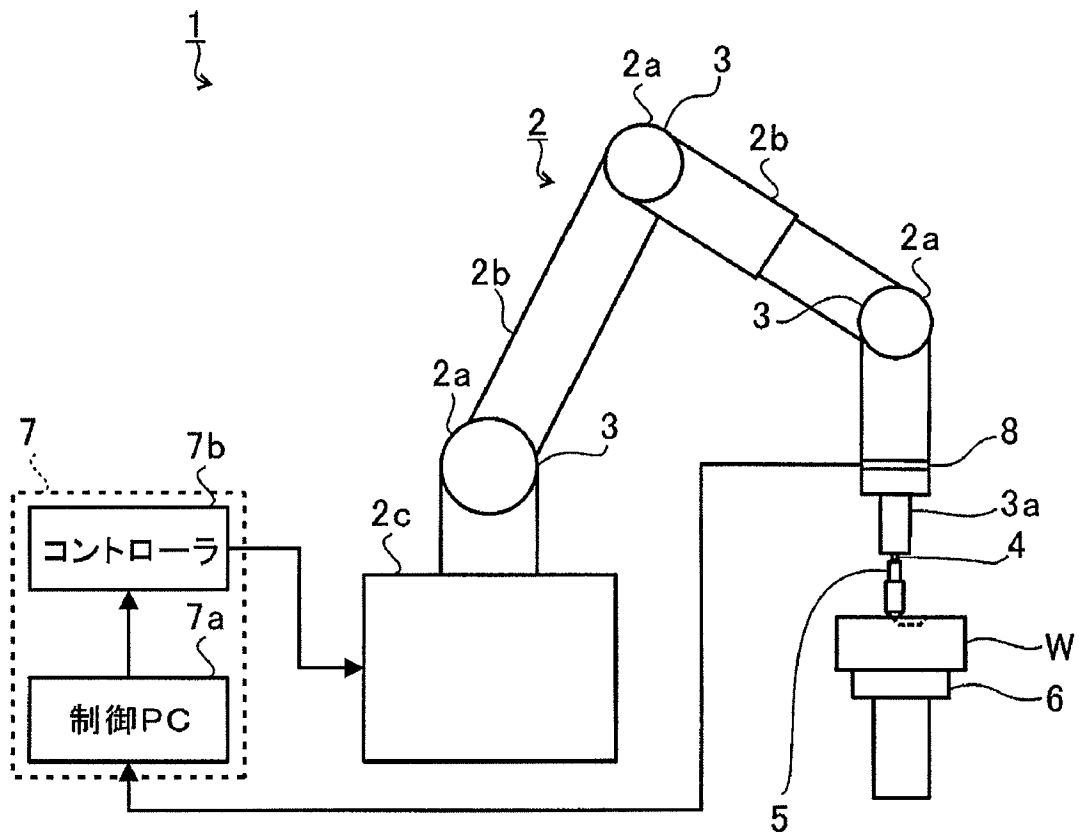
研磨工具に作用する荷重を示す出力値を出力する力検知出力部を備え、前記研磨工具を移動して、該研磨工具を回転させながらドレッシング面に当接させて、該研磨工具を成形研磨するロボット動作制御部として機能するコンピュータを、

前記ドレッシング面もしくは位置特定面に対して、前記研磨工具の工具回転軸が垂直となる第1の姿勢で、該ドレッシング面もしくは該位置特定面に近接する方向に該研磨工具を移動させ、

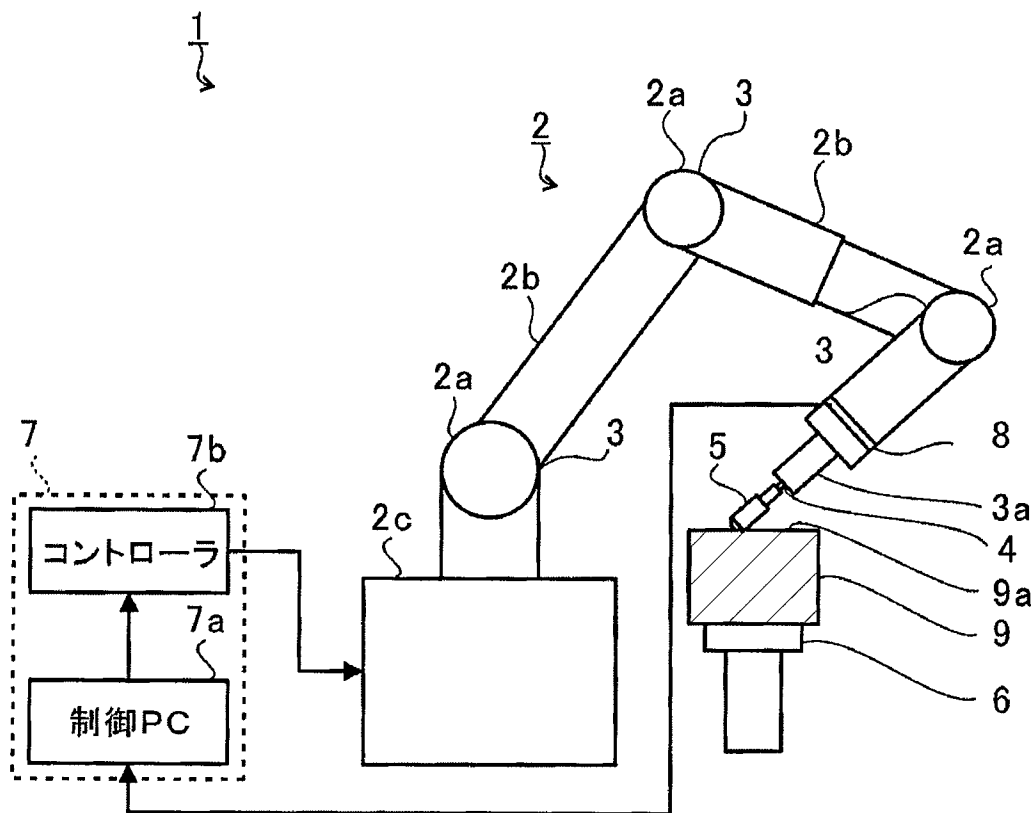
前記力検知出力部から出力される出力値が閾値を超え、前記研磨工具が前記ドレッシング面もしくは前記位置特定面に当接した位置を基準位置とし、該基準位置に基づいて、ドレッシング面上もしくは該ドレッシング面に面する位置である移動完了位置まで前記研磨工具を移動させ、

前記基準位置から前記移動完了位置までの移動過程において、前記研磨工具を、前記第1の姿勢から、前記ドレッシング面に対して前記工具回転軸が傾斜した第2の姿勢へと変位させるとともに、該第2の姿勢で回転させながら該ドレッシング面に当接させる処理を実行させるためのプログラム。

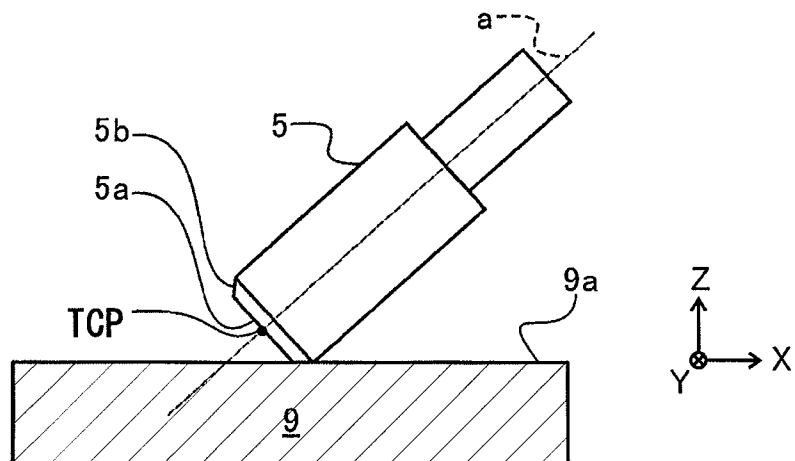
[図1]



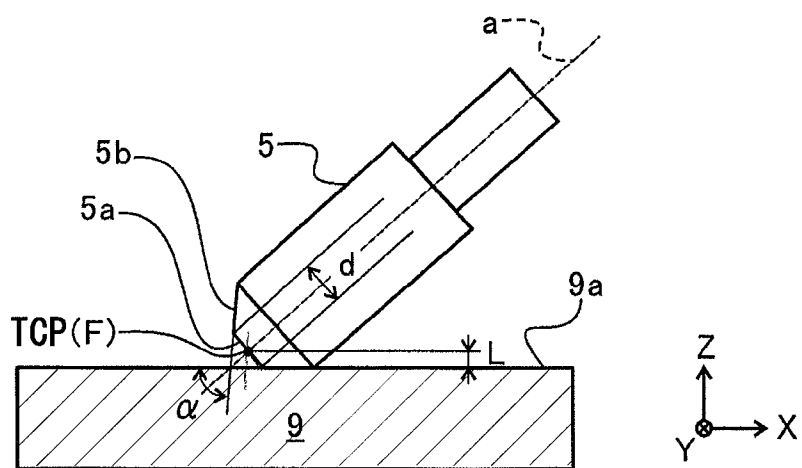
[図2]



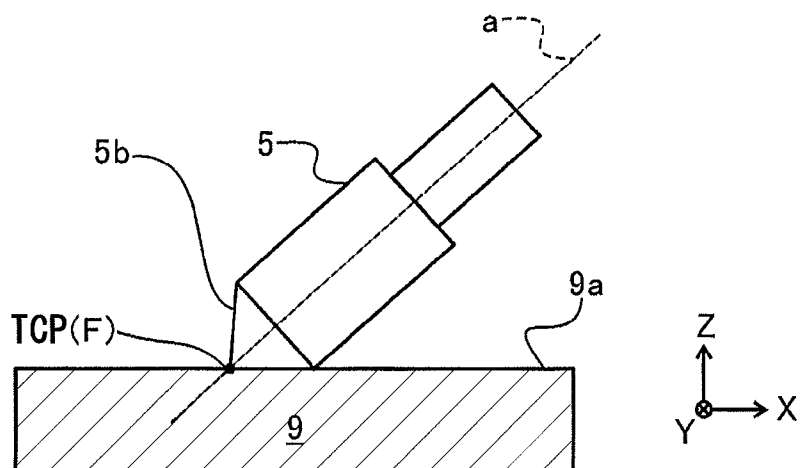
[図3A]



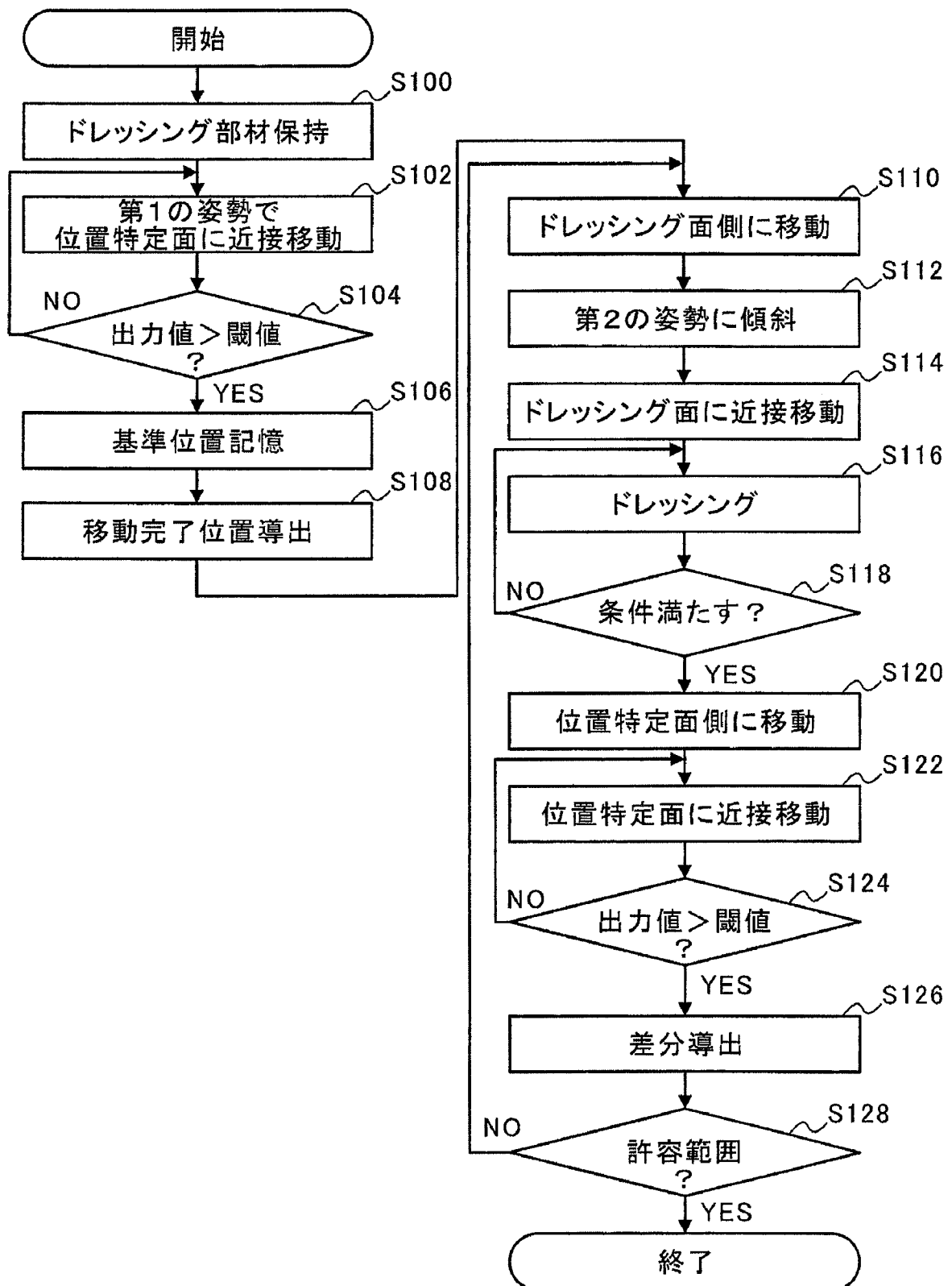
[図3B]



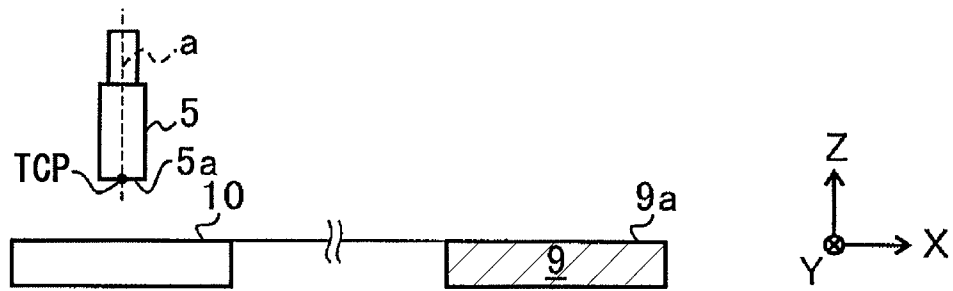
[図3C]



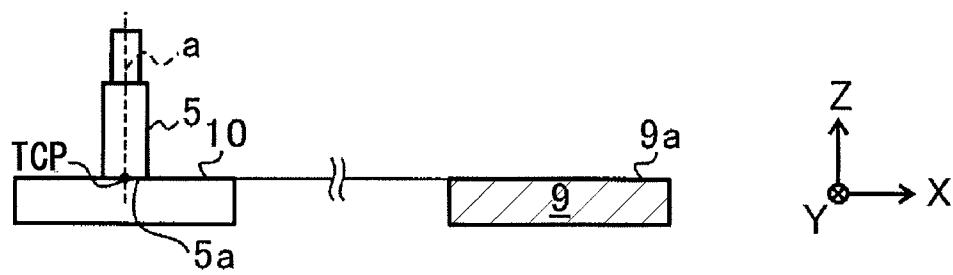
[図4]



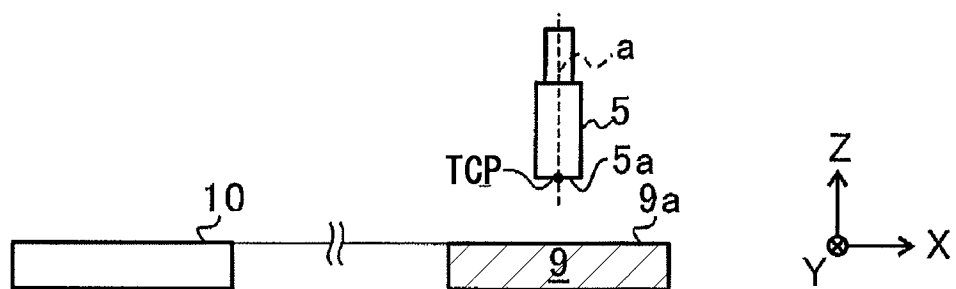
[図5A]



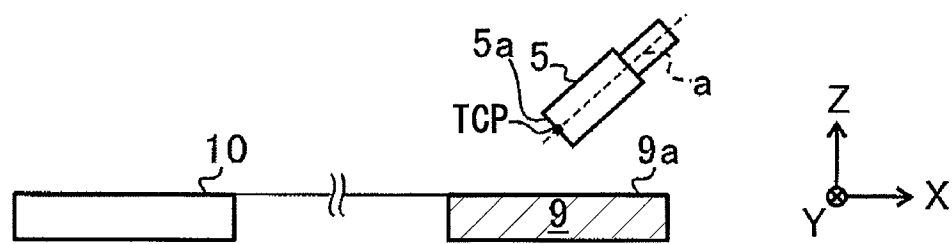
[図5B]



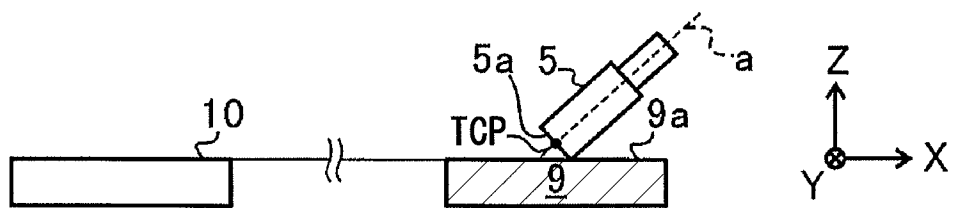
[図5C]



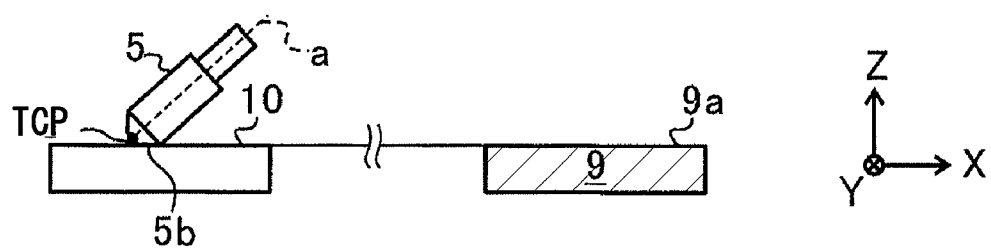
[図5D]



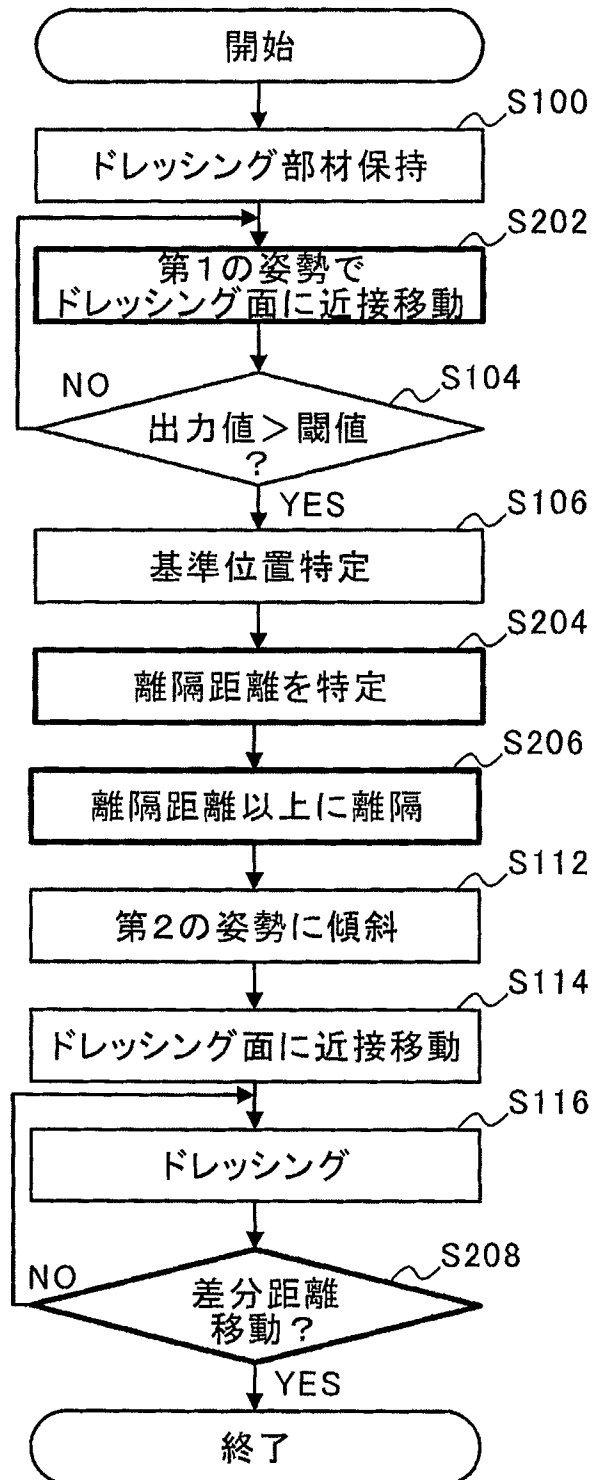
[図5E]



[図5F]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/069644

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B53/04(2012.01)i, B24B53/02(2012.01)i, B24B53/08(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)

B24B53/04, B24B53/02, B24B53/08

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 11-216670 A (Toshiba Machine Co., Ltd.), 10 August 1999 (10.08.1999), paragraphs [0010] to [0015]; fig. 1 to 3, 5 (Family: none)	1-2, 4, 6-7 3, 5
Y A	JP 2006-205281 A (Seiko Instruments Inc.), 10 August 2006 (10.08.2006), paragraphs [0019] to [0044]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-2, 4, 6-7 3, 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
14 August, 2014 (14.08.14)

Date of mailing of the international search report
02 September, 2014 (02.09.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/069644

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 36824/1991 (Laid-open No. 130155/1992) (Nagase Integrex Co., Ltd.), 30 November 1992 (30.11.1992), paragraphs [0008] to [0011]; fig. 1 (Family: none)	1-2, 4, 6-7 3, 5
E, X	JP 2014-144519 A (IHI Corp.), 14 August 2014 (14.08.2014), paragraphs [0016] to [0055]; claims 1 to 7; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B24B53/04(2012.01)i, B24B53/02(2012.01)i, B24B53/08(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. B24B53/04, B24B53/02, B24B53/08

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 A	JP 11-216670 A（東芝機械株式会社）1999.08.10, 段落【0010】 - 【0015】，図 1-3,5（ファミリーなし）	1-2, 4, 6-7 3, 5
Y A	JP 2006-205281 A（セイコーインスツル株式会社）2006.08.10, 段落【0019】 - 【0044】，図 1-2（ファミリーなし）	1-2, 4, 6-7 3, 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

1 4 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 2 . 0 9 . 2 0 1 4

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

小川 真

3 C

3 9 3 4

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 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 A	日本国実用新案登録出願 3-36824 号(日本国実用新案登録出願公開 4-130155 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社ナガセインテグレッツクス) 1992. 11. 30, 段落【0008】 - 【0011】, 図 1 (ファミリーなし)	1-2, 4, 6-7 3, 5
E, X	JP 2014-144519 A (株式会社 I H I) 2014. 08. 14, 段落【0016】 - 【0055】, 請求項 1-7, 図 1-5 (ファミリーなし)	1-7