

(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
2014年8月14日(14.08.2014)



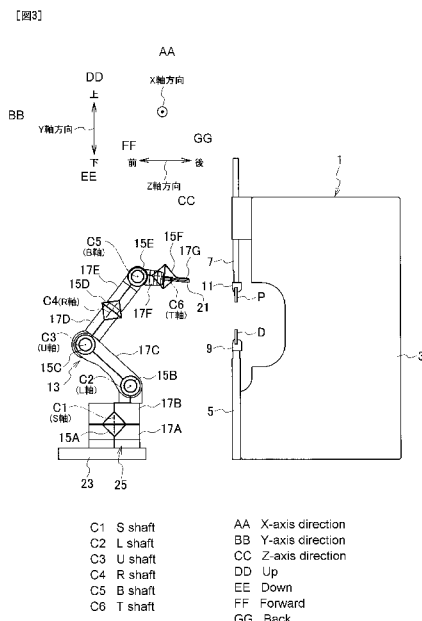
(10) 国際公開番号
WO 2014/123054 A1

- (51) 国際特許分類:
B21D 5/02 (2006.01) B25J 9/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/052045
- (22) 国際出願日: 2014年1月30日(30.01.2014)
- (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 2013-021950 2013年2月7日(07.02.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社 アマダ (AMADA COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田200番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 今井 一成 (IMAI, Kazunari); 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田200番地 株式会社アマダ内 Kanagawa (JP). 高津 聡志 (TAKATSU, Satoshi); 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田200番地 株式会社アマダ内 Kanagawa (JP). 高橋 祐希 (TAKAHASHI, Yuuki); 〒2591196 神奈川県伊勢原市石田200番地 株式会社アマダ内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 三好 秀和, 外 (MIYOSHI, Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー 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, 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 (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).

[続葉有]

(54) Title: ROBOT CONTROL DEVICE AND ROBOT CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: ロボット制御装置及びロボット制御方法



(57) Abstract: In the present invention, a robot control device is provided with a control unit for controlling a robot (13) having the following: a multi-joint arm having a holding part (21) for holding a workpiece that is bent by a bending machine (1); a travel base (25) that causes the multi-joint arm to travel along a travel shaft; and an actuator for driving the joints (15A-15F) of the multi-joint arm and the travel base (25). The control unit controls the actuator and performs a tracking operation for tracking the position of the holding part (21) in accordance with the deformation of the workpiece that is bent by the bending machine (1). The control unit, at the time of the tracking operation, controls the actuator so that the acceleration of all of the rotation shafts (15A-15F) of the multi-joint arm and of the travel shaft is no more than a prescribed value, and therefore, without slowing down the processing speed of the bending machine, the movement of the workpiece can be tracked.

(57) 要約: ロボット制御装置は、曲げ加工機(1)で曲げられるワークを保持する保持部(21)を有する多関節アームと、多関節アームを走行軸に沿って移動させる走行台(25)と、多関節アームの関節(15A-15F)及び走行台(25)をそれぞれ駆動するアクチュエータとを有するロボット(13)を制御する制御部、を備えている。制御部は、アクチュエータを制御して、曲げ加工機(1)で曲げられるワークの変形に応じて保持部(21)の位置を追従させる追従動作を行う。制御部は、追従動作自に、多関節アームの関節(15A-15F)の回転軸及び走行軸の全ての加速度が所定値以下となるように、アクチュエータを制御するので、曲げ加工機の加工速度を遅くすることなく、ワークの動きに追従することができる。

WO 2014/123054 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： ロボット制御装置及びロボット制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、ロボット制御装置[robot control apparatus]及びロボット制御方法[robot control method]に関するものである。

背景技術

[0002] 6軸多関節ロボット[6-axis articulated robot]は一般に知られている（例えば、下記特許文献1）。6軸多関節ロボットの一例を図9～図12に示す。上記ロボット203は、走行台[traveling base]201上に載せられており、曲げ加工機[bending machine]（プレスブレーキ[press brake]）207で曲げられるワーク[workpiece]（板材）Wを保持部[gripper]205で保持している。ワークWが曲げられるとき、保持部205は、ワークWの曲げ動作[bent motion]に追従する。（図9及び10が初期状態、図11及び12が曲げ加工終了状態）このとき、ロボット203の関節[joints]（S軸、L軸、U軸、R軸、B軸、T軸）の動作は制御装置によって制御される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開平5-337861号公報

発明の概要

[0004] ロボット203の上記軸のうちの少なくとも1つの軸の加速度（例えば、角加速度）が許容加速度（例えば、許容角加速度）を超えると、保持部205はワークWの動き（変形）に追従できない。このような場合、曲げ加工に支障が生じる。あるいは、ロボット203がワークWの動きに追従できるように、曲げ加工機の加工速度を遅くする必要がある。

[0005] 本発明の目的は、曲げ加工機の加工速度を遅くすることなく、ワークの動きに追従することのできるロボット制御装置、及び、ロボット制御方法を提供することにある。

[0006] 本発明の第1の特徴は、曲げ加工機で曲げられるワークを保持する保持部を有する多関節アームと、前記多関節アームを走行軸に沿って移動させる走行台と、前記多関節アームの関節及び前記走行台をそれぞれ駆動するアクチュエータとを有するロボットを制御するロボット制御装置であって、前記アクチュエータを制御する制御部、を備え、前記制御部が、前記アクチュエータを制御して、前記曲げ加工機で曲げられる前記ワークの変形に応じて前記保持部の位置を追従させる追従動作を行い、かつ、前記制御部が、前記追従動作時に、前記多関節アームの前記関節の回転軸及び前記走行台の前記走行軸の全ての加速度が所定値以下となるように、前記アクチュエータを制御する、ロボット制御装置を提供する。

[0007] 本発明の第2の特徴は、曲げ加工機で曲げられるワークを保持する保持部を有する多関節アームと、前記多関節アームを走行軸に沿って移動させる走行台と、前記多関節アームの関節及び前記走行台をそれぞれ駆動するアクチュエータとを有するロボットを制御するロボット制御方法であって、前記アクチュエータを制御して、前記曲げ加工機で曲げられる前記ワークの変形に応じて前記保持部の位置を追従させる追従動作を行い、かつ、前記追従動作時に、前記多関節アームの前記関節の回転軸及び前記走行台の前記走行軸の全ての加速度が所定値以下となるように、前記アクチュエータを制御する、ロボット制御方法を提供する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施形態に係るロボット制御装置によって制御されるロボットと曲げ加工機を示す斜視図である。

[図2]図1におけるII矢視図である。

[図3]図1におけるIII矢視図である。

[図4]上記制御装置のブロック図である。

[図5]ロボットと曲げ加工機の動作（初期状態）を示す斜視図である。

[図6]図5におけるV矢視図である。

[図7]ロボットと曲げ加工機の動作（曲げ加工終了状態）を示す斜視図である。

。

[図8]図7におけるV | | | 矢視図である。

[図9]従来のロボット制御装置によって制御されるロボットと曲げ加工機の動作（初期状態）を示す斜視図である。

[図10]図9におけるX 矢視図である。

[図11]図9に示されるロボットと曲げ加工機の動作（曲げ加工終了状態）を示す斜視図である。

[図12]図11におけるX | | 矢視図である。

発明を実施するための形態

- [0009] 以下に、ロボット制御装置及びロボット制御方法の一実施形態について説明する。図1に示されるように、プレスブレーキ（曲げ加工機）1は、C字状の一对のフレーム3と下部テーブル5と上部テーブル7と制御装置[control device]（図示せず：プレスブレーキ1の制御装置）とを備えている。なお、説明のために、図1に示されるように、X軸方向、Y軸方向及びZ軸方向を設定する。
- [0010] フレーム3は、床面に固定されている。下部テーブル5は、フレーム3のY軸方向下方かつZ軸方向前方でフレーム3に固定されている。上部テーブル7は、フレーム3のY軸方向上方かつZ軸方向前方でフレーム3に支持されている。上部テーブル7は、フレーム3（下部テーブル5）に対して、Y軸方向に移動可能である。下部テーブル5には、ダイホルダ9を介してダイDが取り付けられる。上部テーブル7には、パンチホルダ11を介してパンチP（図3参照）が取り付けられる。
- [0011] 上部テーブル7は、制御装置によって制御されたアクチュエータ（例えば、サーボモータ）によってY軸方向に移動される。下部テーブル5に取り付けられたダイDと上部テーブル7に取り付けられたパンチPとでワーク（板材）W（図5参照）が挟み込まれ、ワークWが曲げられる。なお、ここでは、上部テーブル7のみがY軸方向に移動されたが、下部テーブル5のみが移動されてもよいし、上部テーブル7及び下部テーブル5の双方が移動され

てもよい。即ち、上部テーブル7は、下部テーブル5に対して相対的に移動される。

[0012] 図3に示されるように、ロボット13は、関節15A、15B、15C、15D、15E及び15Fが下方から順につなげられた多軸（6軸）の開ループ構造[open loop architecture]を有している。ロボット13は、ベースアーム17A、第1アーム17B、第2アーム17C、第3アーム17D、第4アーム17E、第5アーム17F及び第6アーム17Gからなる多関節アームを備えている。

[0013] 第1アーム17Bは、第1関節15Aを介して、ベースアーム17Aと連結されている。第1アーム17Bは、ロボット制御装置19（図4参照）によって制御されたアクチュエータ（例えば、サーボモータ）によって、鉛直に延びる第1回転軸C1（S軸）を中心に、ベースアーム17Aに対して軸回転自在である[axially-rotatable]。なお、ロボット制御装置19は、プレスブレーキ1の制御装置と信号（情報）を交換する。

[0014] 第2アーム17Cは、第2関節15Bを介して、第1アーム17Bと連結されている。第2アーム17Cは、ロボット制御装置19によって制御されたアクチュエータによって、水平に延びる第2回転軸C2（L軸）を中心に、第1アーム17Bに対して回転自在[rotatable]（揺動自在[swingable]）である。第3アーム17Dは、第3関節15Cを介して、第2アーム17Cと連結されている。第3アーム17Dは、ロボット制御装置19によって制御されたアクチュエータによって、水平に延びる第3回転軸C3（U軸）を中心に、第2アーム17Cに対して回転自在（揺動自在）である。

[0015] 第4アーム17Eは、第4関節15Dを介して、第3アーム17Dと連結されている。第4アーム17Eは、ロボット制御装置19によって制御されたアクチュエータによって、第3アーム17D（及び第4アーム17E）に沿って延びる第4回転軸C4（R軸）を中心に、軸回転自在である。第5アーム17Fは、第5関節15Eを介して、第4アーム17Eと連結されている。第5アーム17Fは、ロボット制御装置19によって制御されたアクチ

ューエータによって、第5回転軸C5（B軸）を中心に、第4アーム17Eに対して回転自在（揺動自在）である。第6アーム17Gは、第6関節15Fを介して、第5アーム17Fと連結されている。第6アーム17Gは、ロボット制御装置19によって制御されたアクチュエータによって、第5アーム17F（及び第6アーム17G）に沿って延びる第6回転軸C6（T軸）を中心に、第5アーム17Fに対して軸回転自在である。

[0016] ロボット13の保持部[gripper]（エンドエフェクタ[end effector]）21は、第6アーム17Gに取り付けられており、本実施形態では、挟み爪[pinching claw]でワークWを保持する。なお、保持部21は、マグネットや吸着[suctioning]によってワークWを保持するように構成されてもよい。

[0017] ロボット13は、最下部に走行台25を備えており、ベースアーム17Aは走行台25に固定されている。床面にはベース板23が設置されている。走行台25は、リニアガイドベアリングを介してベース板23に支持されている。走行台25は、ロボット制御装置19によって制御されたアクチュエータ（例えば、サーボモータ）によって、プレスブレーキ1に対して、X軸方向に移動可能である。従って、ロボット13は、走行台25によって、ベース板23上をX軸方向に直線移動可能である。

[0018] 図4に示されるように、ロボット制御装置19は、制御部[controller]（CPU）27、メモリ29、入力部[input unit]31及び出力部[output unit]33とを備えて構成されている。入力部31には、センサによって検出された回転軸C1～C6の回転位置やプレスブレーキ1の制御装置からの信号が入力される。出力部33は、ロボット13の上述したアクチュエータに駆動信号を出力する共に、ロボット13の状態をプレスブレーキ1の制御装置への信号に出力する。

[0019] ロボット13は、ロボット制御装置19（制御部27）によって制御される。まず、ロボット13は、曲げ加工前のワークWを保持部21で保持して、プレスブレーキ1へと運ぶ。続いて、ロボット13は、プレスブレーキ1によって曲げられるワークWの変形に追従して、アーム17B～17Gを回

転させて、保持部 21 によるワーク W の保持を維持する。このとき、必要であれば、ロボット 13 全体も、走行台 25 によって X 軸方向に移動される。また、ロボット 13 は、曲げられたワーク W のプレスブレーキ 1 からの搬出時も、保持部 21 によってワーク W を保持し続ける。

[0020] なお、プレスブレーキ 1 の加工速度（パンチ P の下降速度）は、ロボット 13 の仕様（アーム 17 B ~ 17 G のためのアクチュエータの仕様や走行台 25（アーム 17 A）のためのアクチュエータの仕様）に関係なく、プレスブレーキ 1 の仕様によって決定される。例えば、生産性を最大限高めるため、プレスブレーキ 1 のパンチ P は曲げ加工に適した最大速度で下降される。

[0021] また、ロボット制御装置 19 は、上述した追従時に、アーム 17 B ~ 17 G の各加速度（即ち、関節 15 A ~ 15 F における各角加速度）が所定値（許容値）を超えないように、かつ、走行台 25 の加速度（ベースアーム 17 A の移動加速度）が所定値（許容値）を超えないように、ロボット 13 を制御をする。即ち、回転軸 C 1 ~ C 6 の少なくとも 1 つの角加速度が許容値を超えると予測される場合、冗長軸 [redundant axis]（走行台 25 の走行軸 [traveling axis]）を利用して、プレスブレーキ 1 の加工速度（パンチ P の下降速度）を遅くすることなく、保持部 21 でワーク W を保持したままワーク W が曲げ加工される。例えば、走行台 25 を移動させてロボット 13 を助走させることで、冗長軸が利用される。

[0022] さらに詳しく説明する。ロボット制御装置 19 は、加工開始前における保持部 21 の保持位置 P 1 に対するベースアーム 17 A の位置 P 2（図 2 中の距離 X）を変えると共に、加工時に走行台 25 を移動することで、上述した追従動作を行う。ロボット制御装置 19 は、追従動作を可能にする走行台 25（アーム 17 A）及びアーム 17 B ~ 17 G の複数の挙動パターンを予め求め、求められた挙動パターンの中からアーム 17 A ~ 17 G の加速度が所定値（許容値）を超えない挙動パターンの群を選択する。次いで、ロボット制御装置 19 は、選択された挙動パターンの群の中から 1 つの挙動パターンをさらに選択し、この選択された挙動パターンを用いてロボット 13 のアー

ム 17 B ~ 17 G 及び走行台 25 (アーム 17 A) を制御する。

[0023] ここで、ロボット制御装置 19 は、追従動作を可能にするロボット 13 (アーム 17 B ~ 17 G) の挙動パターンを距離 X 毎に計算することで、複数の挙動パターンを求める (X 軸方向の移動と関節 15 A ~ 15 F の各回転とがパラメータ)。即ち、ロボット制御装置 19 は、距離 X を所定値ずつ増やす毎に、アーム 17 B ~ 17 G の挙動パターンを求める。求められた挙動パターンは、メモリ 29 に格納される。

[0024] また、ロボット制御装置 19 は、選択基準 [selection criterion] (評価関数 [evaluation function]) を用いて、群の中から 1 つの挙動パターンを最適な挙動パターンとして選択する。選択基準としては、例えば、以下に示す第 1 ~ 第 5 選択基準の少なくとも一つが用いられる。なお、どの選択基準を用いるかは、ロボット 13 のオペレータによって決定される。決定された選択基準は、オペレータによって入力部 31 に入力される。

[0025] 第 1 選択基準 (評価関数 f_1) によれば、ロボット 13 の走行台 25 (アーム 17 A) 及びアーム 17 B ~ 17 G の最大加速度 (又は最大速度) が最も小さい挙動パターンが選択される。第 2 選択基準 (評価関数 f_2) によれば、走行台 25 (アーム 17 A) 及びアーム 17 B ~ 17 G の最大加速度 (又は最大速度) の平均値が最も小さい挙動パターンが選択される。第 3 選択基準 (評価関数 f_3) によれば、走行台 25 (アーム 17 A) 及びアーム 17 B ~ 17 G の最大加速度 (又は最大速度) の標準偏差が最も小さい挙動パターンが選択される。第 4 選択基準 (評価関数 f_4) によれば、走行台 25 (アーム 17 A) 及びアーム 17 B ~ 17 G の総作動量が最も少ない挙動パターンが選択される。第 5 選択基準 (評価関数 f_5) によれば、走行台 25 (アーム 17 A) 及びアーム 17 B ~ 17 G の反転動作の総回数が最も少ない挙動パターンが選択される。

[0026] 上述したように、走行台 25 (アーム 17 A) の 1 軸及びアーム 17 B ~ 17 G (関節 15 A ~ 15 F) の 6 軸を有する 7 軸の冗長システムが構築されており、ロボット制御装置 19 は冗長性 [redundancy] を利用して追従動作

を制御している。従って、保持部 21（第 6 アーム 17 G）の追従動作時に、ワーク W に対する保持部 21 の位置や姿勢が一定であっても（即ち、保持部 21 の X Y Z 座標系における位置、並びに、X Y Z 軸に対する向き及び回転角度（姿勢）が、ワーク W の変形に応じて、一義的に [unambiguously] 変化しても）、アーム 17 A ~ 17 G の挙動パターン（位置、速度、加速度など）は、一義的には決まらない（上述したように複数の挙動パターンが求められ得る）。制御部 27 は、擬似逆行列 [pseudo-inverse matrix] を用いた逆運動学関数 [inverse kinematics function] によって挙動パターンを求めている。

[0027] ロボット制御装置 19 によれば、追従動作時にアーム 17 A ~ 17 G の加速度が所定値（許容値）を超えないように、ロボット 13（走行台 25（アーム 17 A）及びアーム 17 B ~ 17 G）が制御されるので、プレスブレーキ 1 の加工速度を遅くする必要がない。従って、生産性を落とすことなく、ワーク W の曲げ加工を行うことができる。

[0028] 本実施形態を従来技術と比較する実験を行った。表 1 に、追従動作時のロボットの動作量、即ち、アーム 17 B ~ 17 G（関節 C 1 ~ C 6）の回転角度及び走行台 25（アーム 17 A）の移動距離 X を示す。なお、従来技術のロボットは X 軸方向に移動しない（即ち、冗長軸を有していない）ので、距離 X は 0 mm である。

[表 1]

| | 動作量 | |
|------|------|---------|
| | 従来技術 | 実施形態 |
| T 軸 | 0 | 62.4 |
| B 軸 | 53.1 | 25.6 |
| R 軸 | 0 | 49.8 |
| U 軸 | 96.9 | 48.5 |
| L 軸 | 88.8 | 11.6 |
| S 軸 | 0 | 34.3 |
| 距離 X | 0mm | 657.4mm |

[0029] 表 1 に示されるように、従来技術の制御では、ロボットは X 軸方向に移動しないで追従動作を行うので、B 軸、U 軸及び L 軸（図 3 参照）の動作量が大きい。これに対して、T 軸、R 軸及び S 軸回りのアームの回転は行われて

いない。各軸の許容最大角速度は、 70 deg/s であり、U軸及びL軸の角加速度が許容値を超えている。なお、従来技術の制御では、U軸及びL軸以外の軸の角加速度、及び、上部テーブル7（パンチP）の下降距離／速度／加速度は、許容値以下である。

[0030] 実施形態の制御では、冗長性を利用して7軸の全ての加速度が許容値以下に制御される。即ち、走行台25を移動させて（距離Xは657.4mm）追従動作を行うことで、各軸の動作量を相対的に小さくしている。この結果、ロボット13における7軸の加速度は全て許容値以下である。なお、アーム17B～17G（関節15A～15F）の中で一番最初に回転を開始するアームの開始時刻と、走行台25の移動の開始時刻とは、互いに一致していてもよいし、一致していなくてもよい。

[0031] 例えば、走行台25（アーム17A）の移動開始から所定時間経過後に、アーム17B～17Gのいずれかが駆動開始されてもよい。追従動作のために走行台25の速度を 10 m/s まで上げる必要がある場合（許容加速度： 5 m/s^2 ）、アーム17B～17Gの駆動開始と同時に走行台25の移動を開始すると、アーム17B～17Gの加速度が許容値を超えてしまう。そこで、走行台25の移動開始から所定時間経過後に、アーム17B～17Gのいずれかを駆動開始することで、7軸全ての加速度を許容値以下とすることができる。この場合、ワークWの曲げ加工に要する時間は、従来技術よりも短くできる。

[0032] あるいは、アーム17B～17Gのいずれかの駆動開始から所定時間経過後に、走行台25を移動開始することでも、7軸全ての加速度を許容値以下とすることができる。このようにしても、ワークWの曲げ加工に要する時間は、従来技術よりも短くできる。

請求の範囲

[請求項1]

曲げ加工機で曲げられるワークを保持する保持部を有する多関節アームと、前記多関節アームを走行軸に沿って移動させる走行台と、前記多関節アームの関節及び前記走行台をそれぞれ駆動するアクチュエータとを有するロボットを制御するロボット制御装置であって、

前記アクチュエータを制御する制御部、を備え、

前記制御部が、前記アクチュエータを制御して、前記曲げ加工機で曲げられる前記ワークの変形に応じて前記保持部の位置を追従させる追従動作を行い、かつ、

前記制御部が、前記追従動作時に、前記多関節アームの前記関節の回転軸及び前記走行台の前記走行軸の全ての加速度が所定値以下となるように、前記アクチュエータを制御する、ロボット制御装置。

[請求項2]

請求項1に記載のロボット制御装置であって、

前記制御部が、前記走行軸を冗長軸とする冗長性を利用して、前記回転軸及び前記走行軸の全ての加速度が所定値以下となる前記多関節アーム及び前記走行台の挙動パターンを選択し、

前記制御部が、選択された前記挙動パターンの中から、以下の選択条件(a)～(e)の少なくとも一つを用いて一つの挙動パターンを選択する、ロボット制御装置。

(a) 前記回転軸及び前記走行軸の最大加速度が最も小さい挙動パターンを選択する。

(b) 前記回転軸及び前記走行軸の最大加速度の平均値が最も小さい挙動パターンを選択する。

(c) 前記回転軸及び前記走行軸の最大加速度の標準偏差が最も小さい挙動パターンを選択する。

(d) 前記回転軸及び前記走行軸の総移動量が最も少ない挙動パターンを選択する。

(e) 前記回転軸及び前記走行軸の反転動作の総回数が最も少ない

挙動パターンを選択する。

[請求項3]

曲げ加工機で曲げられるワークを保持する保持部を有する多関節アームと、前記多関節アームを走行軸に沿って移動させる走行台と、前記多関節アームの関節及び前記走行台をそれぞれ駆動するアクチュエータとを有するロボットを制御するロボット制御方法であって、

前記アクチュエータを制御して、前記曲げ加工機で曲げられる前記ワークの変形に応じて前記保持部の位置を追従させる追従動作を行い、かつ、

前記追従動作時に、前記多関節アームの前記関節の回転軸及び前記走行台の前記走行軸の全ての加速度が所定値以下となるように、前記アクチュエータを制御する、ロボット制御方法。

[請求項4]

請求項3に記載のロボット制御方法であって、

前記走行軸を冗長軸とする冗長性を利用して、前記回転軸及び前記走行軸の全ての加速度が所定値以下となる前記多関節アーム及び前記走行台の挙動パターンの群を選択し、

選択された前記挙動パターンの群の中から、以下の選択条件（a）～（e）の少なくとも一つを用いて一つの挙動パターンを選択する、ロボット制御方法。

（a）前記回転軸及び前記走行軸の最大加速度が最も小さい挙動パターンを選択する。

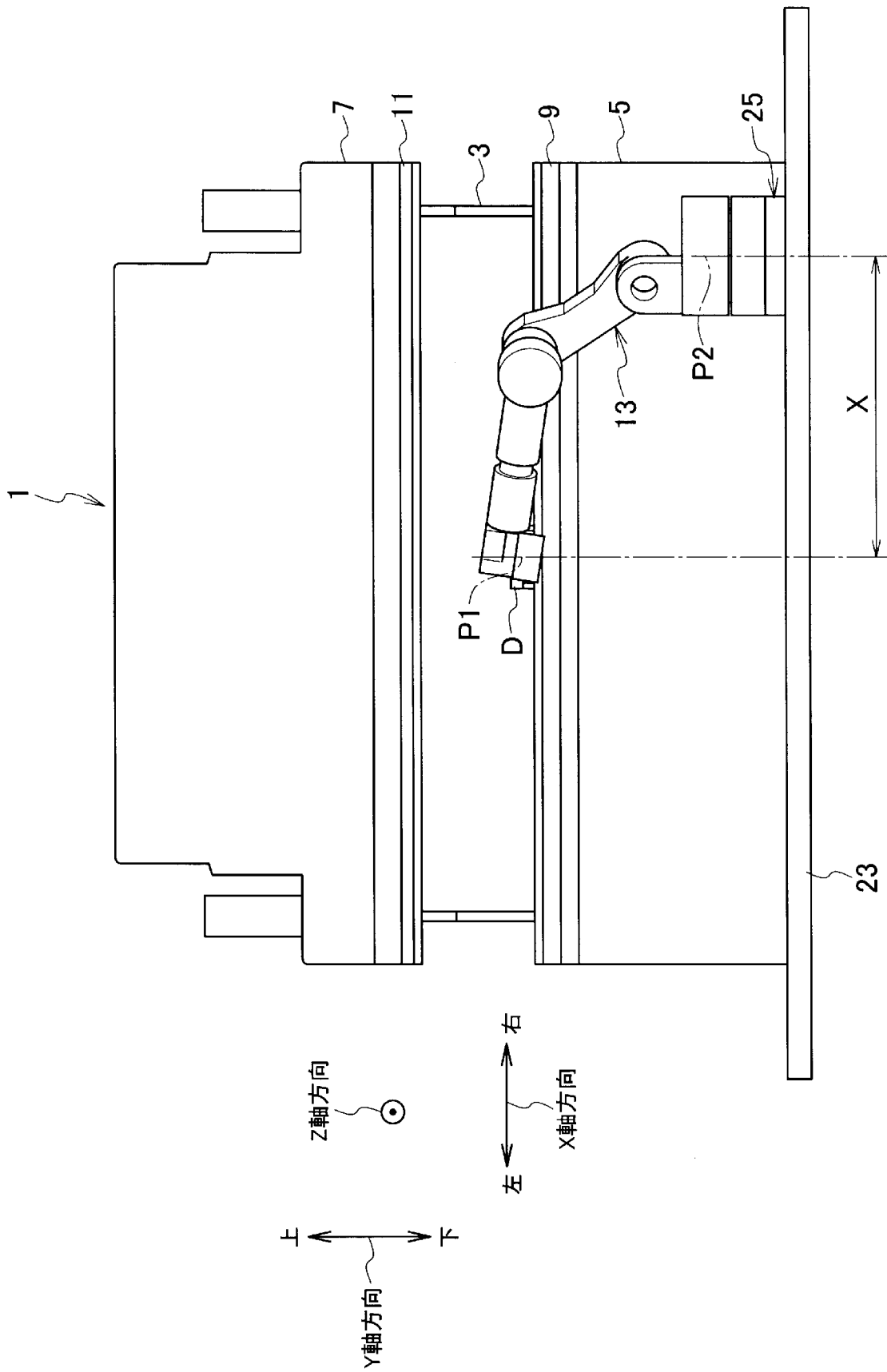
（b）前記回転軸及び前記走行軸の最大加速度の平均値が最も小さい挙動パターンを選択する。

（c）前記回転軸及び前記走行軸の最大加速度の標準偏差が最も小さい挙動パターンを選択する。

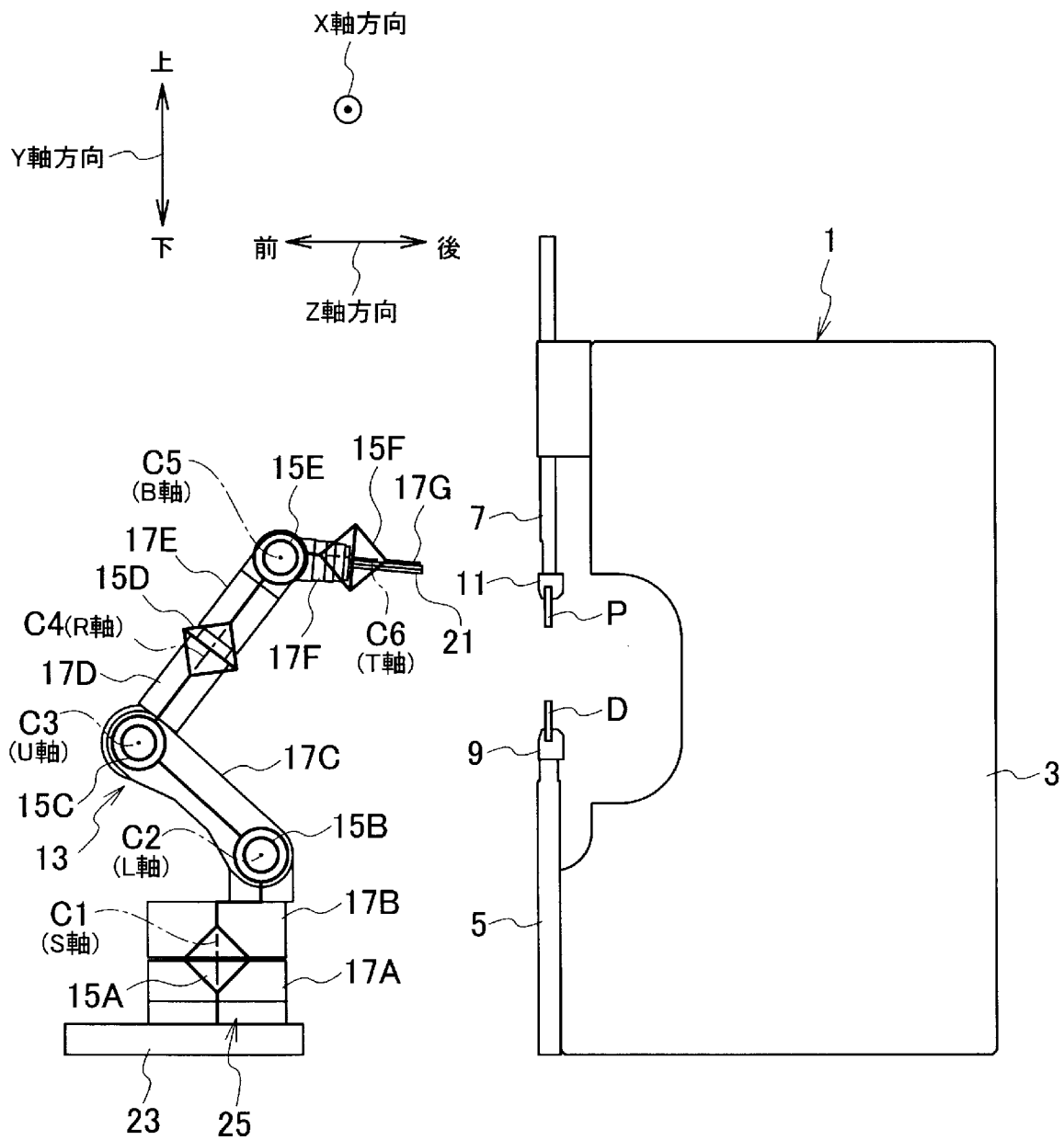
（d）前記回転軸及び前記走行軸の総移動量が最も少ない挙動パターンを選択する。

（e）前記回転軸及び前記走行軸の反転動作の総回数が最も少ない挙動パターンを選択する。

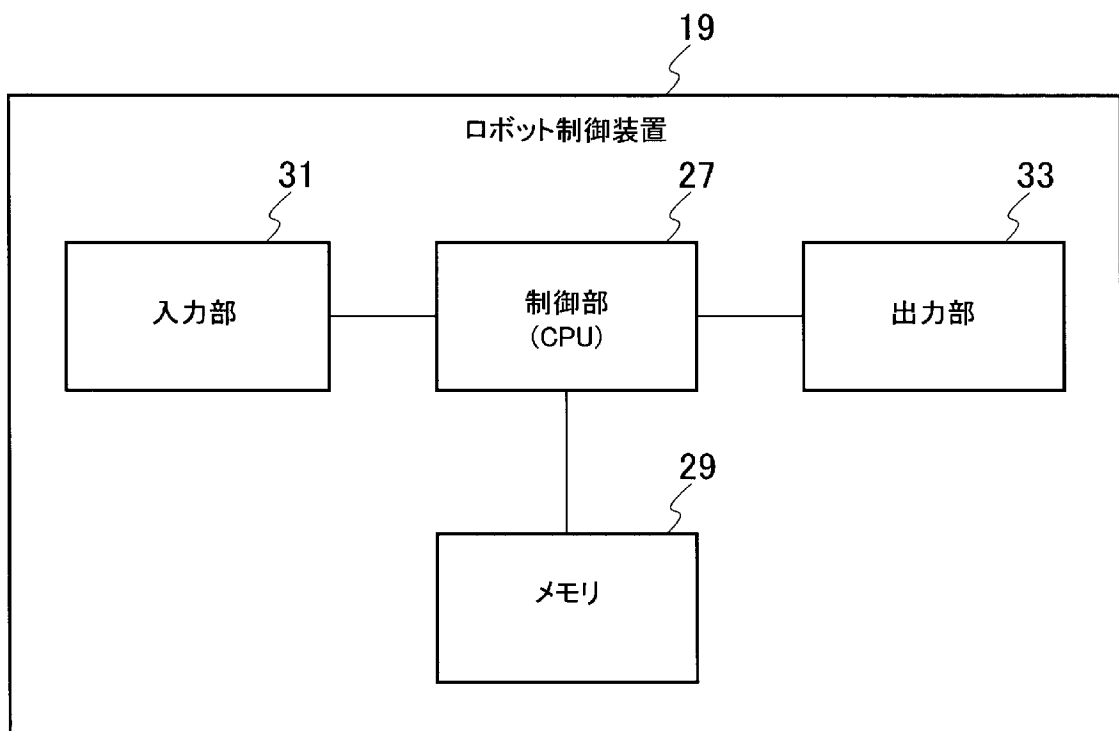
[図2]



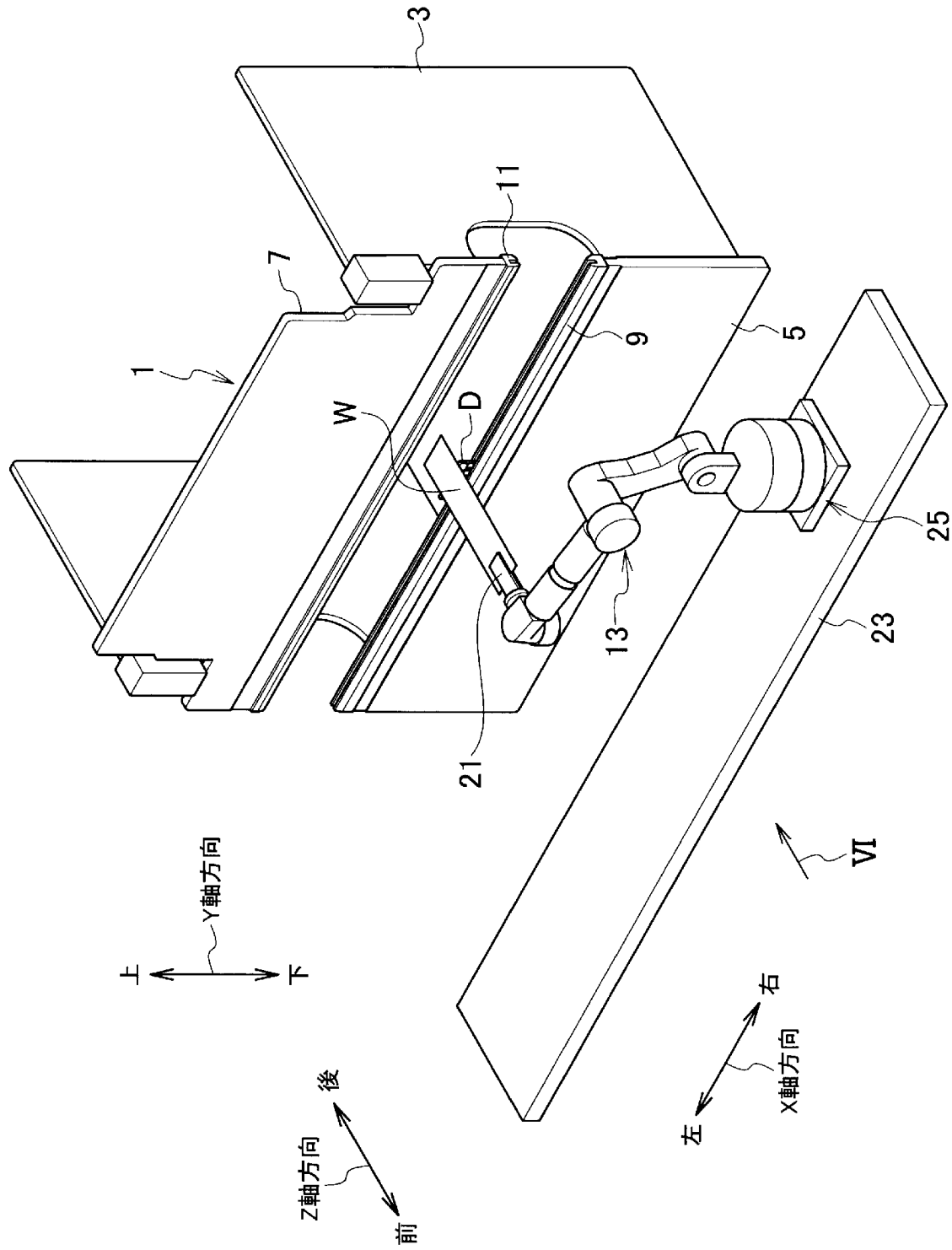
[図3]



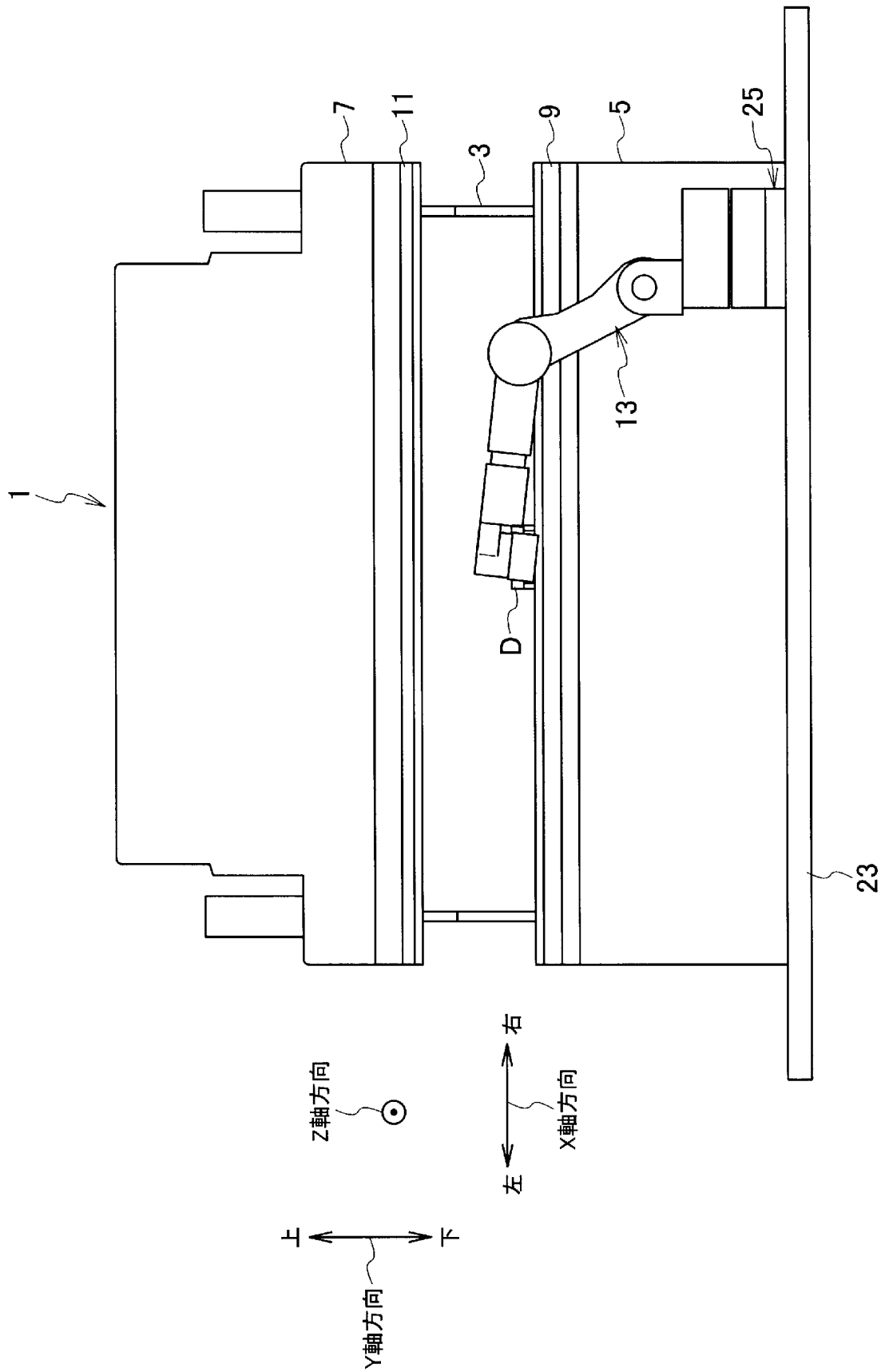
[図4]



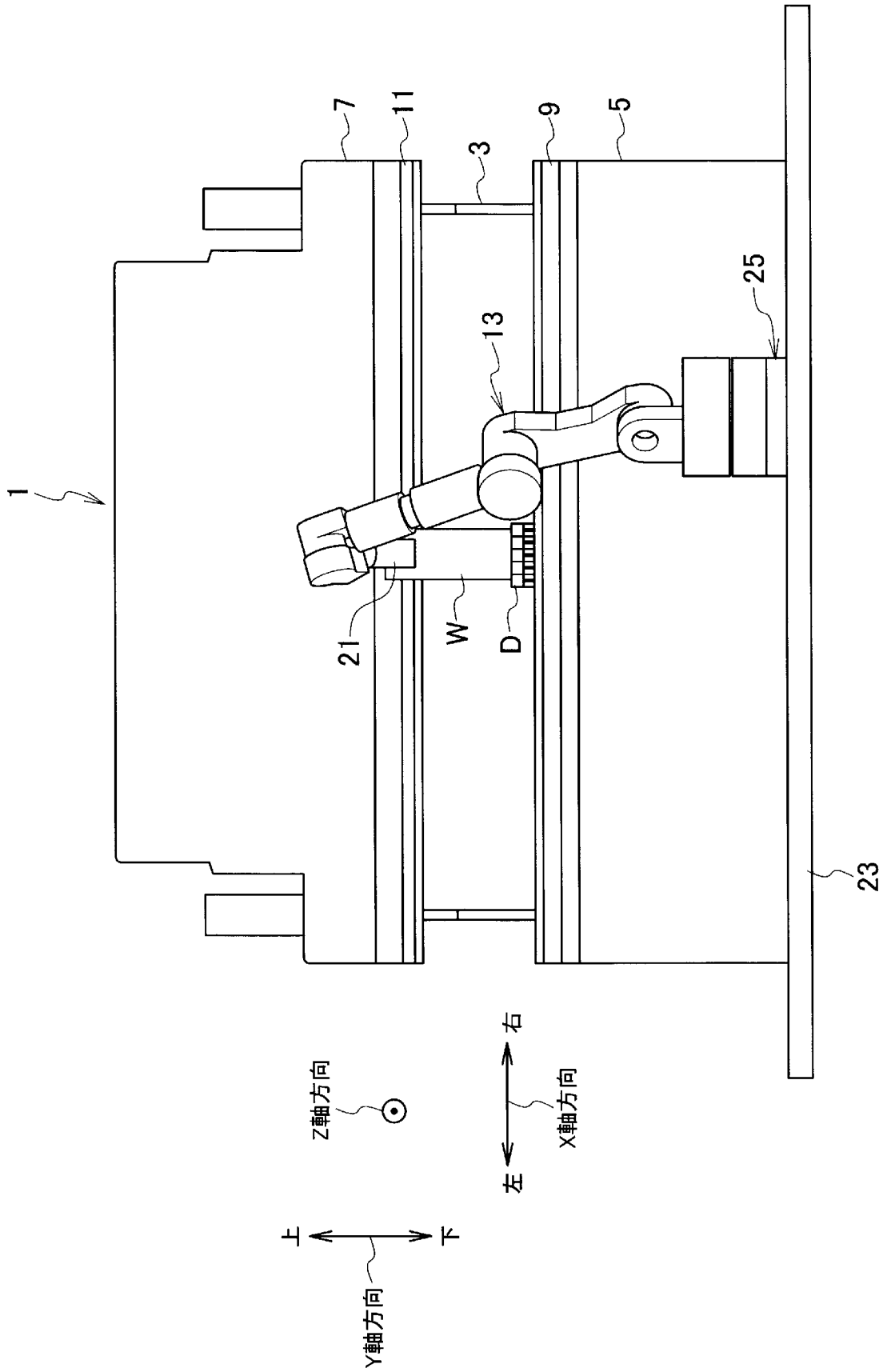
[図5]



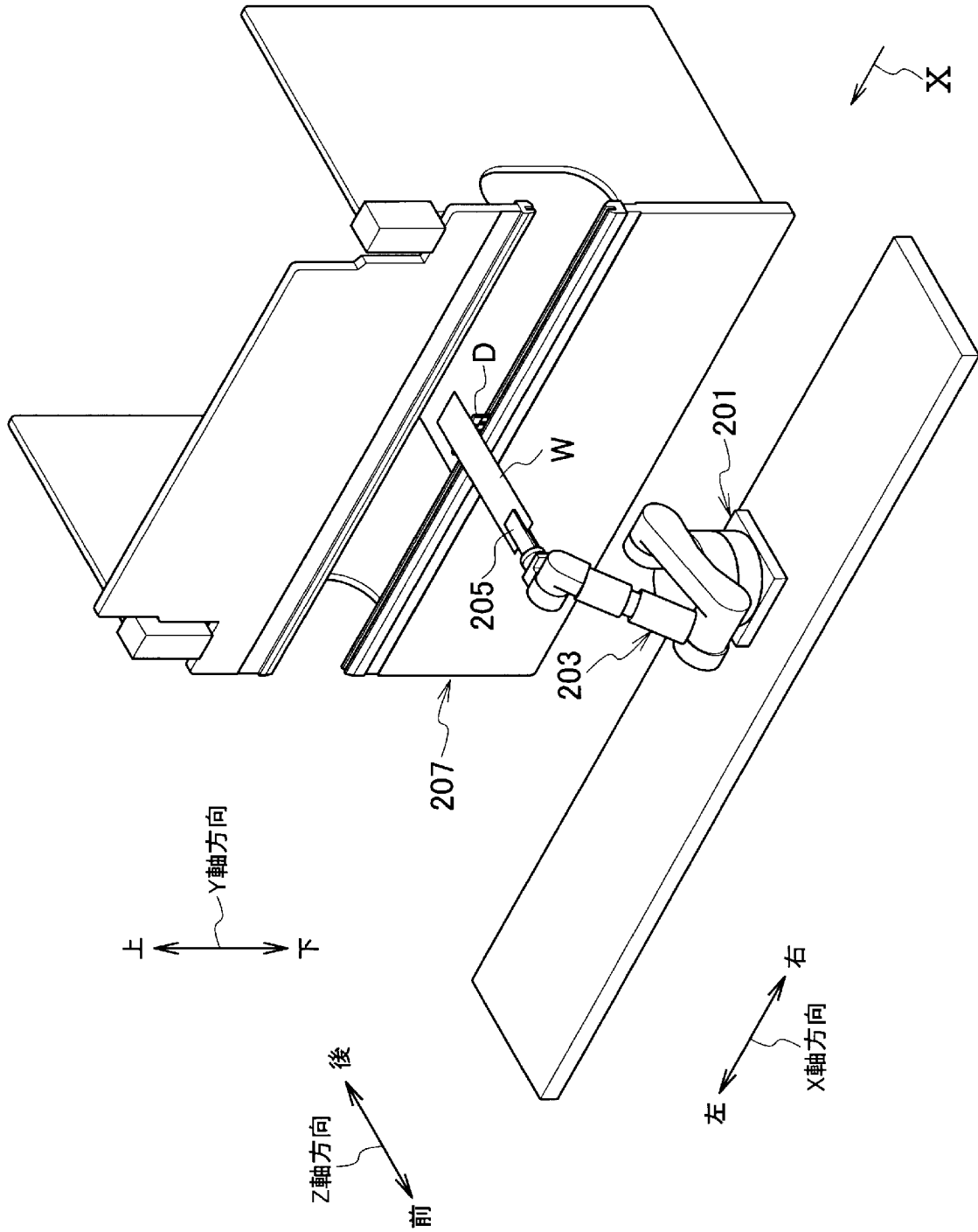
[図6]



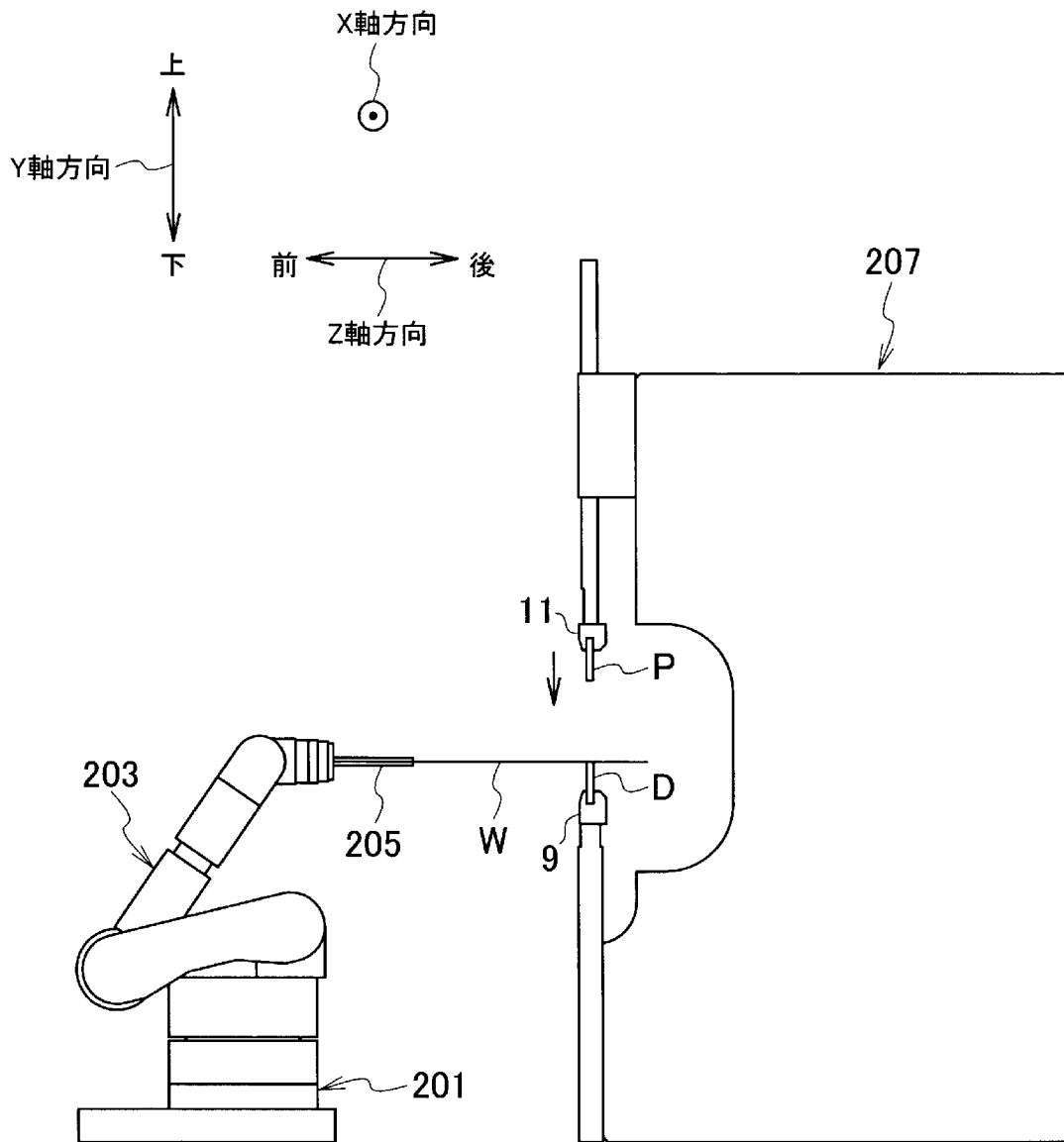
[図8]



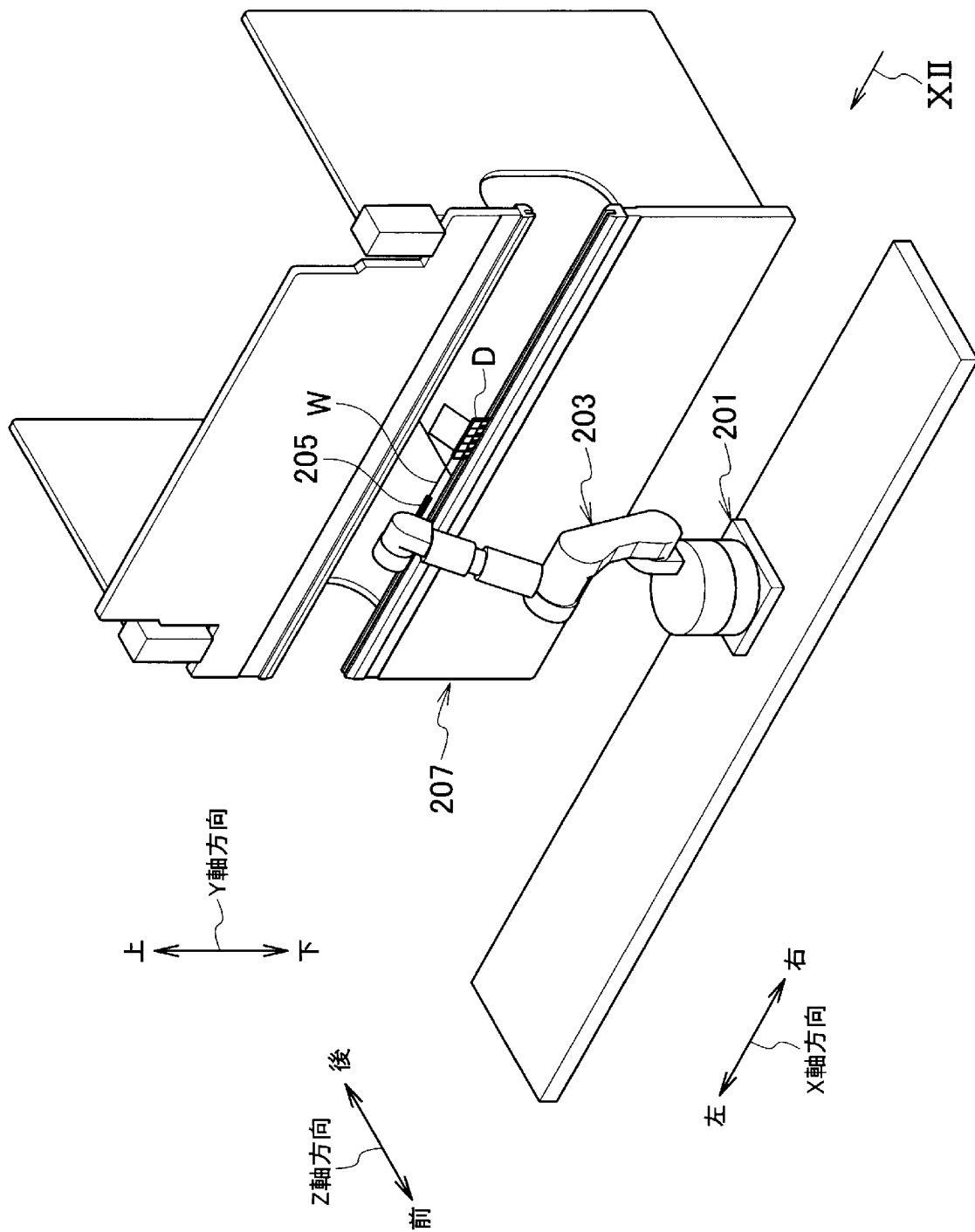
[図9]



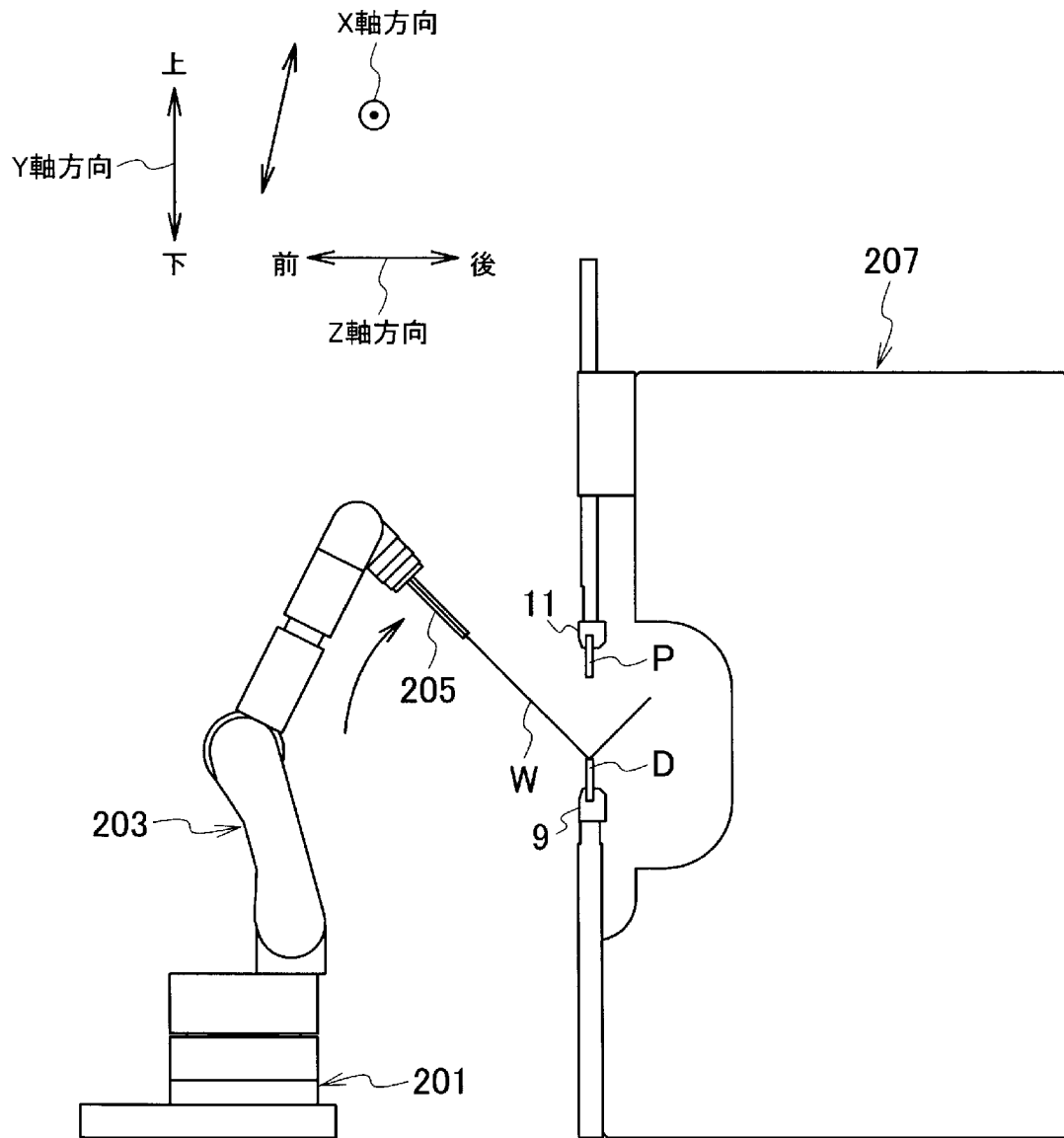
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/052045

| <p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B21D5/02(2006.01) i, B25J9/06(2006.01) i</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p> | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|-----------------------|---|--|-----|---|---|-----|---|--|-----|
| <p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B21D5/02, B25J9/06</p> <p>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</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 06-122025 A (Komatsu Ltd.), 06 May 1994 (06.05.1994), paragraphs [0013] to [0018], [0025] to [0042]; fig. 1 to 8 (Family: none)</td> <td align="center">1-4</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2001-287185 A (Amada Co., Ltd.), 16 October 2001 (16.10.2001), paragraphs [0047] to [0048]; fig. 8 to 10 (Family: none)</td> <td align="center">1-4</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2011-011263 A (Fanuc Ltd.), 20 January 2011 (20.01.2011), paragraphs [0018], [0021] to [0028] (Family: none)</td> <td align="center">1-4</td> </tr> </tbody> </table> | | | Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. | Y | JP 06-122025 A (Komatsu Ltd.), 06 May 1994 (06.05.1994), paragraphs [0013] to [0018], [0025] to [0042]; fig. 1 to 8 (Family: none) | 1-4 | Y | JP 2001-287185 A (Amada Co., Ltd.), 16 October 2001 (16.10.2001), paragraphs [0047] to [0048]; fig. 8 to 10 (Family: none) | 1-4 | Y | JP 2011-011263 A (Fanuc Ltd.), 20 January 2011 (20.01.2011), paragraphs [0018], [0021] to [0028] (Family: none) | 1-4 |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. | | | | | | | | | | | | |
| Y | JP 06-122025 A (Komatsu Ltd.), 06 May 1994 (06.05.1994), paragraphs [0013] to [0018], [0025] to [0042]; fig. 1 to 8 (Family: none) | 1-4 | | | | | | | | | | | | |
| Y | JP 2001-287185 A (Amada Co., Ltd.), 16 October 2001 (16.10.2001), paragraphs [0047] to [0048]; fig. 8 to 10 (Family: none) | 1-4 | | | | | | | | | | | | |
| Y | JP 2011-011263 A (Fanuc Ltd.), 20 January 2011 (20.01.2011), paragraphs [0018], [0021] to [0028] (Family: none) | 1-4 | | | | | | | | | | | | |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%;"> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table> | | | <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> | <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> | | | | | | | | | | |
| <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> | <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Date of the actual completion of the international search 17 April, 2014 (17.04.14)</p> | | <p>Date of mailing of the international search report 28 April, 2014 (28.04.14)</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p> | | <p>Authorized officer</p> | | | | | | | | | | | | |
| <p>Facsimile No.</p> | | <p>Telephone No.</p> | | | | | | | | | | | | |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/052045

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | EP 1772204 A1 (CREA S.R.L), 11 April 2007 (11.04.2007), paragraphs [0020] to [0024]; fig. 10 to 14 & IT TO20050705 A1 | 1-4 |

| | | |
|---|---|----------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. B21D5/02(2006.01)i, B25J9/06(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. B21D5/02, B25J9/06 | | |
| 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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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 |
| Y | JP 06-122025 A (株式会社小松製作所) 1994.05.06, 【0013】 - 【0018】、【0025】 - 【0042】、図1 - 図8 (ファミリーなし) | 1 - 4 |
| Y | JP 2001-287185 A (株式会社アマダ) 2001.10.16, 【0047】 - 【0048】、図8 - 図10 (ファミリーなし) | 1 - 4 |
| Y | JP 2011-011263 A (ファナック株式会社) 2011.01.20, 【0018】、 【0021】 - 【0028】 (ファミリーなし) | 1 - 4 |
| A | EP 1772204 A1 (CREA S.R.L) 2007.04.11, 【0020】 - 【00 24】、F i g 1 0 - F i g 1 4 & IT T020050705 A1 | 1 - 4 |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 17.04.2014 | 国際調査報告の発送日 28.04.2014 | |
| 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) 間中 耕治 電話番号 03-3581-1101 内線 3364 | 3 P 9138 |