

(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
2022年7月28日(28.07.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/158024 A1

(51) 国際特許分類:

B23B 31/00 (2006.01) B25J 13/08 (2006.01)

B23Q 7/04 (2006.01) B23Q 17/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/031671

(22) 国際出願日: 2021年8月30日(30.08.2021)

(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 2021-006321 2021年1月19日(19.01.2021) JP

(71) 出願人: D M G 森精機株式会社 (DMG MORI CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6391160 奈良県大和郡山市北郡山町 1 0 6 番地 Nara (JP).

(72) 発明者: 長 末 秀 樹 (NAGASUE, Hideki); 〒6391160 奈良県大和郡山市北郡山町 1 0 6 番地 D M G 森精機株式会社内 Nara (JP). 中川 昌昭 (NAKAGAWA, Masaaki); 〒6391160 奈良県大和郡山市北郡山町 1 0 6 番地 D M G 森精機株式会社内 Nara (JP). 田中 秀明 (TANAKA,

Hideaki); 〒6391160 奈良県大和郡山市北郡山町 1 0 6 番地 D M G 森精機株式会社内 Nara (JP).

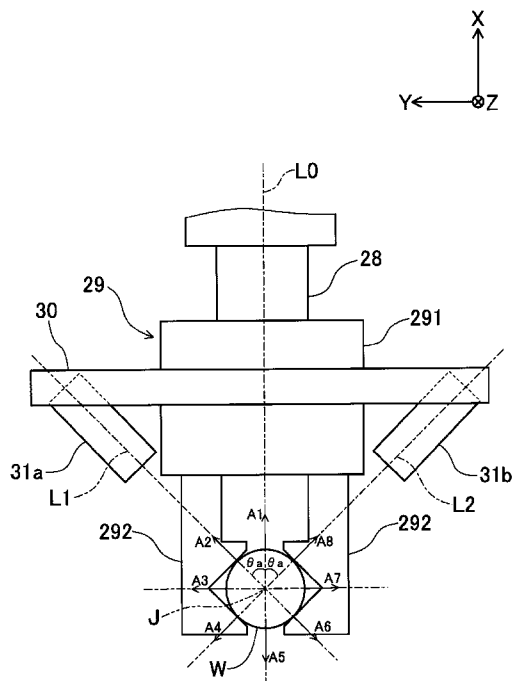
(74) 代理人: 村 上 智 司 (MURAKAMI, Satoshi); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原 5 丁目 1 番 2 8 号 新大阪八千代ビル別館 9 階 Osaka (JP).

(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, IT, JO, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: WORKPIECE-MOUNTING SYSTEM

(54) 発明の名称: ワーク装着システム



(57) Abstract: This workpiece-mounting system is equipped with: cameras (31a, 31b) capable of imaging a workpiece (W); a reference image storage unit for storing in advance, as a reference image, an image of the workpiece (W) which was captured by the cameras (31a, 31b) in a state in which the workpiece (W) is held in the correct orientation by the hand part (29) of a robot; and a control device. The control device causes the cameras (31a, 31b) to capture an image of the workpiece (W) in a state in which the workpiece (W) is held by the hand part (29) of the robot, and if there is a shift between the captured image of the workpiece (W) from the cameras (31a, 31b) and the reference image stored in the reference image storage unit, calculates, on the basis of information pertaining to said shift, the positional shift between the correct orientation and the orientation of the workpiece (W) held by the hand part (29) of the robot and the three-dimensional slope shift therebetween, and on the basis of the calculated positional shift and three-dimensional slope shift, performs a robot operation correction in a manner such that the workpiece (W) set orientation is the prescribed set orientation.

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：ワーク装着システムは、ワーク（W）を撮像可能なカメラ（31a, 31b）と、ロボットのハンド部（29）にワーク（W）が正規の姿勢で把持された状態でカメラ（31a, 31b）により撮像したワーク（W）の画像を基準画像として予め記憶しておく基準画像記憶部と、制御装置とを備えている。制御装置は、ロボットのハンド部（29）にワーク（W）を把持させた状態でカメラ（31a, 31b）にワーク（W）の画像を撮像させ、カメラ（31a, 31b）によるワーク（W）の撮像画像と基準画像記憶部に記憶された基準画像との間にずれが存在する場合には、このずれに関する情報を基に、ロボットのハンド部（29）に把持されたワーク（W）の姿勢と前記正規の姿勢との位置ずれ及び三次元の傾きのずれを算出して、算出した該位置ずれ及び該三次元の傾きのずれを基に、ワーク（W）のセット姿勢が所定のセット姿勢になるようロボットの動作補正を行う。

明 細 書

発明の名称：ワーク装着システム

技術分野

[0001] ハンド部を有するロボットと、ロボットを制御することで、所定位置に載置されたワークをハンド部に把持させて工作機械内のワーク装着部にセットさせるワークセット処理を実行する制御部とを備えたワーク装着システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、上述したワーク装着システムの一例として、特開 2017-132002 号公報（下記特許文献 1）に開示されたワーク装着システムが知られている。このワーク装着システムでは、ロボットを搭載した無人搬送車が、工作機械に対して予め設定された作業位置に移動し、当該作業位置において、ロボットが工作機械に対してワークの着脱作業等を実行するようになっている。尚、ワーク装着システムの他の例として、特開 2015-024475 号公報（下記、特許文献 2）に示すように、ロボットを無人搬送車に搭載せずに所定位置に固定するようにしたシステムも存在する。

[0003] この種のワーク装着システムにおいて、ロボットは通常、ワークを把持するためのハンド部を有している。ハンド部にてワークを把持した際に、ワークが正規の姿勢からずれていた場合（把持不良が発生した場合）、ロボットがワーク装着部にワークを上手く装着することができないという問題が生じる。

[0004] この問題に対処するべく、特許文献 2 に示すワーク装着システムでは、ハンド部によるワークの把持不良が発生した場合には、ロボット管理コンピュータによる制御の下、ロボットがその動作を停止して所定の待機姿勢に戻るようになっている。ここで、ロボットのハンド部にてワークの把持不良が発生したか否かは、該ハンド部に取付けられたセンサの出力に基づいてロボットコントローラにより判断される（特許文献 2 の段落 [0038] 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2017-132002号公報

特許文献2：特開2015-024475号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献2のワーク装着システムでは、ロボットコントローラによりワークの把持不良が検出される度に、ロボットが所定の待機姿勢に戻って停止するようになっている。このため、ロボットの稼働率が低下し、工作機械による部品の生産効率（単位時間当たりのワークの加工数）が低下するという問題がある。

[0007] この問題を回避するためには、ロボットによるワークの把持不良の発生頻度を極力低下させることが好ましい。そのためには、例えば、ハンド部によるワークの把持力を出来るだけ高めてハンド部に把持されたワークが簡単に動かないようにすることが考えられる。

[0008] しかし、ワークの形状にバラツキがあったり、ハンド部とワークとの間に異物噛み込み等が存在したりすると、ハンド部によるワークの把持力をいくら高めてもワークの把持不良を完全に無くすことはできない。

[0009] そして、このような把持不良が生じたままロボットによるワーク装着動作を続行すると、ワーク装着部に対するワークのセット姿勢が所定のセット姿勢からずれてしまい、結果として、ワークの脱落や加工不良を招くという問題がある。

[0010] 本発明は、以上の実情に鑑みてなされたものであって、ロボットのハンド部にてワークの把持不良が発生したとしても、該ワークを工作機械のワーク装着部に所定のセット姿勢でセットすることができるワーク装着システムを提供することを、その目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の一局面では、

ハンド部を有するロボットと、前記ロボットを制御することで、所定位置に載置されたワークを該ハンド部に把持させて工作機械内のワーク装着部にセットさせるワークセット処理を実行する制御装置と、を備えたワーク装着システムであって、

前記ロボットのハンド部に設けられ、該ハンド部に把持されたワークを撮像可能なカメラと、

前記ロボットのハンド部により前記ワークが正規の姿勢で把持された状態で前記カメラにより撮像した当該ワークの画像を基準画像として予め記憶しておく基準画像記憶部とをさらに備え、

前記制御装置は、前記ワークセット処理の実行に際して、前記ロボットのハンド部に前記ワークを把持させた状態で前記カメラに当該ワークの画像を撮像させ、該カメラによる当該ワークの撮像画像と前記基準画像記憶部に記憶された前記基準画像との比較を基に、前記ワーク装着部へのワークのセット姿勢が所定のセット姿勢になるように前記ロボットの動作を制御するように構成され、

前記制御装置は、前記撮像画像と前記基準画像との前記比較に際して、両画像間にずれが存在するか否かを判定し、ずれが存在すると判定した場合には、このずれに関する情報を基に、前記ロボットのハンド部に把持されたワークの姿勢と前記正規の姿勢との位置ずれ及び三次元の傾きのずれを算出して、算出した該位置ずれ及び三次元の傾きのずれを基に、前記ワーク装着部へのワークのセット姿勢が前記所定のセット姿勢になるよう前記ロボットの動作補正を行う一方、前記両画像間にずれが存在しないと判定した場合には前記ロボットの動作補正を行わないように構成されている。

[0012] このワーク装着システムによれば、制御装置によるワークセット処理の実行に際して、ハンド部に設けられたカメラによって、該ハンド部に把持されたワークの画像が撮像される。一方、基準画像記憶部には、ロボットのハンド部に正規の姿勢で把持されたワークをカメラにより撮像した画像が基準画

像として予め記憶されている。ここで、正規の姿勢とは、ロボットの動作補正を行わなくてもワークをワーク装着部に所定のセット姿勢でセット可能な姿勢である。

[0013] そして、前記制御装置では、前記記憶部に記憶された基準画像と、前記カメラにより撮像した前記ワークの撮像画像との比較を基に、ワーク装着部へのワークのセット姿勢が所定のセット姿勢になるようにロボットの動作を制御する。

[0014] これによれば、ワークの形状不良やハンド部とワークとの間の異物噛み込み等に起因してハンド部によるワークの把持姿勢が正規の姿勢からずれたとしても、ロボットの姿勢を制御（補正）することで、工作機械のワーク装着部にワークを所定のセット姿勢で装着することができる。しかも、カメラがロボットのハンド部に設けられているので、ロボットの姿勢ばらついたとしてもその影響を受けずに、カメラによるワークの撮像処理を実行することができる。

[0015] より具体的には、制御装置では、ワークの撮像画像と基準画像との比較に際して、両画像間にずれが存在するか否かを判定し、ずれが存在すると判定した場合には、このずれに関する情報を基に、前記ロボットのハンド部に把持されたワークの姿勢と前記正規の姿勢とのずれを算出する。このワークの姿勢のずれとしては、例えばワークの軸線の傾きやワーク先端の中心位置のずれ等が挙げられる。そして、制御装置では、算出したワークの姿勢のずれを基に、前記ワーク装着部へのワークのセット姿勢が前記所定のセット姿勢になるよう前記ロボットの動作補正を行う。一方、制御装置では、ワークの撮像画像と基準画像との比較を行った結果、両画像間にずれが存在しないと判定した場合には、ワークがハンド部に正規の姿勢で把持されているものとしてロボットの動作補正は行わない。

[0016] これによれば、ハンド部に把持されたワークの撮像画像と基準画像とのずれに関する情報を基に、ワークの姿勢が正規の姿勢に対してどの程度ずれているかを容易に算出することができる。そして、算出したワークの姿勢のず

れを基に、ロボットの動作補正を行うことで、ワーク装着部に対してワークが誤った姿勢で装着されるのを防止することができる。

[0017] 本発明の他の局面では、

ハンド部を有するロボットと、前記ロボットを制御することで、所定位置に載置されたワークを該ハンド部に把持させて工作機械内のワーク装着部にセットさせるワークセット処理を実行する制御装置と、を備えたワーク装着システムであって、

前記工作機械に設けられ、該工作機械内において前記ロボットが所定姿勢を取った状態で前記ハンド部に把持された前記ワークを撮像可能なカメラと、

前記ロボットが前記所定姿勢を取り且つ前記ハンド部により前記ワークが正規の姿勢で把持された状態で前記カメラにより撮像した当該ワークの画像を基準画像として予め記憶しておく基準画像記憶部とを備え、

前記制御装置は、前記ワークセット処理の実行に際して、前記ロボットのハンド部に前記ワークを把持させた状態で前記ロボットに前記所定姿勢を取らせて、該所定姿勢において前記カメラに当該ワークの画像を撮像させ、該カメラによる当該ワークの撮像画像と前記基準画像記憶部に記憶された前記基準画像との比較を基に、前記ワーク装着部へのワークのセット姿勢が所定のセット姿勢になるように前記ロボットの動作を制御するように構成され、

前記制御装置は、前記撮像画像と前記基準画像との前記比較に際して、両画像間にずれが存在するか否かを判定し、ずれが存在すると判定した場合には、このずれに関する情報を基に、前記ロボットのハンド部に把持されたワークの姿勢と前記正規の姿勢との位置ずれ及び三次元の傾きのずれを算出して、算出した該位置ずれ及び該三次元の傾きのずれを基に、前記ワーク装着部へのワークのセット姿勢が前記所定のセット姿勢になるよう前記ロボットの動作補正を行う一方、前記両画像間にずれが存在しないと判定した場合には前記ロボットの動作補正を行わないように構成されている。

[0018] このワーク装着システムによれば、ワークの画像を撮像するためのカメラ

がロボットのハンド部ではなく工作機械に設けられている。そして、制御装置によるワークセット処理の実行に際しては、該制御装置による制御の下、ロボットが工作機械内において所定姿勢を取ると、該ロボットのハンド部に把持されたワークの画像が前記工作機械に設けられたカメラにより撮像される。ここで、ワーク装着システムの基準画像記憶部には、ロボットに前記所定姿勢を取らせた状態でハンド部に正規の状態では把持されたワークを前記カメラにより撮像した撮像画像が予め記憶されている。制御装置では、前記ワークセット処理の実行に際して前記カメラにより撮像した画像と、基準画像記憶部に記憶された基準画像との比較を基に、ワーク装着部へのワークのセット姿勢が所定のセット姿勢になるようにロボットの動作を制御する。

[0019] これによれば、ハンド部によるワークの把持姿勢が正規の姿勢からずれていたとしても、ロボットの姿勢を制御（補正）することで、工作機械のワーク装着部にワークを所定のセット姿勢で装着することができる。また、工作機械にカメラが設けられているので、例えば、複数のロボットが協働して一つの工作機械に対してワークの投入・払出し作業を行う場合に、各ロボットのそれぞれにカメラを設ける必要がない。よって、ワーク装着システム全体として、カメラの数を極力減らしてコストを低減することができる。

[0020] ところで、例えばハンド部とワークとの間に異物が噛み込む等してハンド部によるワークの把持姿勢が正規の姿勢から大きくずれている場合には、ロボットの動作補正を行ってもワーク装着部にワークを正しく装着することができないという問題がある。

[0021] この問題を回避するべく、前記制御装置は、前記両画像間にずれが存在すると判定した場合であっても、このずれに関する情報を基に算出される前記ロボットのハンド部に把持されたワークの姿勢と前記正規の姿勢とのずれの度合いが所定以上であるときには、前記ロボットに、前記ハンド部にて把持したワークを前記所定位置に戻させた後、該ハンド部による当該ワークの把持をやり直させるように構成されていることが好ましい。

[0022] この構成によれば、前記カメラにより撮像した画像と、記憶部に記憶され

た基準画像との間にずれが存在すると制御装置が判定した場合であっても、ワークの正規の姿勢からのずれの度合が所定以上であるときには、前記制御装置による制御の下、ロボットがハンド部に把持したワークを所定位置に戻した後にハンド部によるワークの把持をやり直すこととなる。したがって、ハンド部によるワークの把持姿勢がロボットの姿勢補正により改善できないレベルに達している場合には、ロボットがワークの装着動作を試みるまでもなくハンド部によりワークを把持し直すことで、ロボットの無駄な動作を無くしてサイクルタイムを短縮することができる。

[0023] 前記一局面に係るワーク装着システムにおいて、ワークは軸状部材であり、前記カメラは、複数設けられ、複数の前記カメラは、第一カメラと第二カメラとを含み、該第一カメラ及び第二カメラが、前記ロボットのハンド部に正規の姿勢で把持されたワークの軸線方向から見て、該ワークの軸線を通り且つ所定方向に延びる直線に対して線対称に位置するとともに、該第一カメラ及び第二カメラのそれぞれの光軸が前記所定方向に対して所定角度で傾斜するように配置されており、前記基準画像記憶部には、前記基準画像として、前記第一カメラにより撮像した第一基準画像と、前記第二カメラにより撮像した第二基準画像とが記憶され、前記制御装置は、前記ワークセット処理の実行に際して、前記ロボットのハンド部に前記ワークを把持させた状態で前記第一カメラ及び第二カメラに当該ワークの画像を撮像させ、前記第一カメラより当該ワークの撮像画像と前記基準画像記憶部に記憶された前記第一基準画像との比較、及び、前記第二カメラより当該ワークの撮像画像と前記基準画像記憶部に記憶された前記第二基準画像との比較を基に、前記ワーク装着部へのワークのセット姿勢が所定のセット姿勢になるように前記ロボットの動作を制御するように構成されていることが好ましい。

[0024] この構成によれば、ワークの軸線方向から見て、ワークに対して異なる角度で配置された第一カメラ及び第二カメラによってワークの画像を撮像し、制御装置において、各カメラによる撮像画像をそれぞれの基準画像（第一基準画像及び第二基準画像）と比較してロボットの動作制御を行うようにした

ので、一つのカメラによる撮像画像を基にロボットの動作制御を行うようにした場合に比べてその制御精度を向上させることができる。すなわち、カメラが一つしかない場合には、該カメラの離接方向にワークの位置ずれ（オフセット）や傾きのずれが生じたとしても、カメラによる撮像画像中にこのずれが反映され難いが、二つのカメラをワークに対して異なる角度で配置することで、二つのカメラの少なくとも一方によってワークの位置ずれ及び傾きのずれを確実に捉えることができる。延いては、撮像画像に基づくロボットの動作制御を精度良く行うことができる。

[0025] 前記所定角度は 45° であることが好ましい。

[0026] これにより、第一カメラ及び第二カメラをスペース効率良く配置することができる。

[0027] 前記他の局面に係るワーク装着システムにおいて、前記ワークは軸状部材であり、前記ワーク装着部は、水平方向に延びて前記ワークが挿入される挿入空間部からなり、前記工作機械は、前記挿入空間部に対するワーク挿入方向及び鉛直方向の双方に直交する軸線回りに回動可能に構成されて前記カメラを保持する保持部材と、前記保持部材を、前記カメラの光軸が鉛直方向を向く第一位置と、該カメラの光軸が鉛直方向に対して所定角度で交差する第二位置との間で駆動する駆動部とを有し、前記基準画像記憶部には、前記基準画像として、前記保持部材が前記第一位置にある状態で前記ハンド部に正規の姿勢で把持されたワークを前記カメラにより撮像した第一位置基準画像と、前記保持部材が前記第二位置にある状態で前記ハンド部に正規の姿勢で把持されたワークを前記カメラにより撮像した第二位置基準画像とが記憶されており、前記制御装置は、前記ワークセット処理の実行に際して、前記ロボットのハンド部に前記ワークを把持させた状態で前記ロボットに前記所定姿勢を取らせて、該所定姿勢において前記駆動部により前記保持部材を前記第一位置に位置させた状態で前記カメラに撮像させた当該ワークの撮像画像と前記基準画像記憶部に記憶された前記第一位置基準画像との比較、及び、前記所定姿勢において前記駆動部により前記保持部材を前記第二位置に位置

させた状態で前記カメラに撮像させた当該ワークの撮像画像と前記基準画像記憶部に記憶された前記第二位置基準画像との比較を基に、前記ワーク装着部へのワークのセット姿勢が所定のセット姿勢になるように前記ロボットの動作を制御するように構成されていることが好ましい。

[0028] この構成によれば、制御装置によるワークセット処理の実行に際して、制御装置による制御の下、ロボットが所定姿勢を取ると、カメラを保持する保持部材が駆動部によって第一位置と第二位置とに駆動される。第一位置は、カメラの光軸が鉛直になるような位置とされ、第二位置は、カメラの光軸が鉛直方向に対して所定角度で交差するような位置とされている。制御装置による制御装置の下、前記カメラは、保持部材が第一位置にある状態と第二位置にある状態とのそれぞれにおいてハンド部に把持されたワークの画像を撮像する。制御装置では、保持部材が第一位置及び第二位置にある状態で前記カメラにより撮像した各画像を、記憶部に記憶された各位置における基準画像（第一位置基準画像及び第二位置基準画像）と比較し、この比較を基に、ワーク装着部へのワークのセット姿勢を所定のセット姿勢になるように制御する。

[0029] したがって、このワーク装着システムによれば、工作機械に設けられた一つのカメラによってハンド部に把持されたワークを鉛直方向と鉛直方向に交差する方向との二方向から撮像して、撮像した二つの画像を基にハンド部によるワークの把持姿勢のずれを求めることができる。よって、複数のカメラを設ける場合に比べて、カメラの故障リスクや部品コストを低減しつつ、ハンド部によるワークの把持姿勢のずれを精度良く算出することができる。

[0030] 前記工作機械は、加工工具を着脱可能な工具主軸が設けられ、前記カメラは、前記加工工具に代えて前記工具主軸に着脱可能に構成され、前記工具主軸が前記保持部材として兼用されていることが好ましい。

[0031] これによれば、工作機械に設けられた既存の工具主軸を前記カメラの保持部材として兼用することで部品点数を減らしてコストを低減することができる。

- [0032] 前記ハンド部は、複数の把持部材によって、又は、エアーによる吸引力によって、又は、磁石の磁力によって前記ワークを把持する構成を採用することができる。
- [0033] このようなハンド部を有するロボットを使用した場合、ワークの形状誤差や異物噛込みに起因してハンド部によるワークの把持姿勢がばらつき易いので、本発明の構成が特に有用である。
- [0034] 前記ワークは軸状部材であり、前記工作機械は、前記ワークを挿入可能な挿入空間部を有するとともに該挿入空間部に挿入されたワークをチャック可能なチャック装置を有しており、前記ワーク装着部は前記チャック装置の挿入空間部であることが好ましい。
- [0035] すなわち、チャック装置の挿入空間部へのワークの挿入に際しては、例えばワークをパレット等の上面にセットする場合に比べて、ワークの位置ずれ及び三次元の傾きのずれに起因する動作不良（干渉等）が発生し易い。したがって、かかる構成に対して本発明の構成が特に有用である。

発明の効果

- [0036] 以上のように、本発明に係るワーク装着システムによれば、制御装置によるワークセット処理の実行に際して、ロボットのハンド部に設けられたカメラによるワークの撮像画像又は工作機械に設けられカメラによるワークの撮像画像と、ハンド部に正規の姿勢で把持させたワークを前記カメラにより予め撮像した基準画像との比較を基に、ハンド部に把持されたワークの姿勢と正規の姿勢との位置ずれ及び三次元の傾きのずれを算出して、算出した該位置ずれ及び該三次元の傾きのずれを基に、ワーク装着部へのワークのセット姿勢が所定のセット姿勢になるようにロボットの動作制御を行うようにしたことで、ロボットのハンド部にてワークの把持不良が生じたとしても、ワーク装着部にワークを所定のセット姿勢で確実に装着することができる。

図面の簡単な説明

- [0037] [図1]実施形態に係るワーク装着システムを含む生産システムを示す平面図である。

[図2]実施形態に係るワーク装着システムを含む生産システムを示す斜視図である。

[図3]ワーク装着システムの一部を構成するロボットを搭載した無人搬送車を示す斜視図である。

[図4]無人搬送車の上面に載置されたバケットを上側から見た平面図である。

[図5]図4のV-V線断面図である。

[図6]ロボットのハンド部を正面側から見た正面図である。

[図7]ロボットのハンド部を側方から見た側面図である。

[図8]工作機械の加工動作機構部を示す概略構成図である。

[図9]工作機械のワーク主軸に取付けられたチャックを示す斜視図である。

[図10]生産システムの制御構成を示すブロック図である。

[図11]ロボットがワーク挿入開始姿勢又はワーク引抜き完了姿勢にある状態を示す斜視図である。

[図12]ロボットがワーク挿入完了姿勢又はワーク引抜き開始姿勢にある状態を示す斜視図である。

[図13]生産システムにおける自動運転制御の内容を示すフローチャートである。

[図14]自動運転制御の一部としてAGV制御装置により実行されるワークの姿勢ずれ算出処理の詳細を示すフローチャートである。

[図15A]基準画像記憶部に記憶された第一基準画像及び第二基準画像の一例を示す概略図である。

[図15B]撮像画像記憶部に記憶された第一撮像画像及び第二撮像画像の一例を示す概略図である。

[図15C]第一撮像画像及び第二撮像画像とそれぞれの基準画像との比較図である。

[図16]実空間におけるワークの傾斜方向（A1方向～A8方向）を変化させたときの、第一撮像画像及び第二撮像画像におけるワークの軸線の傾斜角度の変化を示す図である。

[図17]実施形態2を示す図8相当図である。

[図18A]基準画像記憶部に記憶された第一位置基準画像及び第二位置基準画像の一例を示す概略図である。

[図18B]撮像画像記憶部に記憶された第一位置撮像画像及び第二位置撮像画像の一例を示す概略図である。

[図19]実施形態2を示す図13相当図である。

[図20]第一位置撮像画像と第一位置基準画像との比較図である。

[図21]第二位置撮像画像と第二位置基準画像との比較図である。

発明を実施するための形態

[0038] 以下、本発明の具体的な実施形態について、図面を参照しながら説明する。

[0039] (実施形態)

図1及び図2は、本実施形態のワーク装着システム100を備えた生産システム1を示している。この生産システム1は、工作機械10、無人搬送車35、この無人搬送車35に搭載されるロボット25、ロボット25に取付けられた二つのカメラ31a、31b、ロボット25及び無人搬送車35を制御する制御装置40、並びに、工作機械10を制御する制御装置60などから構成される。以下の説明では、工作機械10の制御装置60を工作機械制御装置60と称し、無人搬送車35の制御装置40をAGV制御装置40と称する。この工作機械制御装置60及びAGV制御装置40は、互いに通信しながら工作機械10とロボット25とを協働させてワークWの着脱及び加工等を含む一連の生産工程を無人で実行する。

[0040] 図1～図3に示すように、前記無人搬送車35には、その上面である載置面36に前記ロボット25が搭載され、また、オペレータが携帯可能なAGV操作盤37（図1参照）が付設されている。尚、このAGV操作盤37は、データの入出力を行う入出力部、当該無人搬送車35及びロボット25を手動操作する操作部、並びに画面表示可能なディスプレイなどを備えている。

- [0041] また、無人搬送車 35 は、工場内における自身の位置を認識可能な位置センサ（例えば、レーザ光を用いた距離計測センサ）を備えており、AGV 制御装置 40 による制御の下で、工場内を無軌道で走行するように構成され、本例では、前記工作機械 10 に対して予め設定された作業位置に経由する。本例では、AGV 制御装置 40 は、無人搬送車 35 の筐体内に收容されている。
- [0042] 図 3 に示すように、前記ロボット 25 は、第一アーム 26、第二アーム 27 及び第三アーム 28 の 3 つのアームを備えた多関節型のロボットであり、第三アーム 28 の先端部には、ハンド部 29 が装着され、また、支持バー 30 を介して第一カメラ 31 a 及び第二カメラ 31 b が装着されている。
- [0043] 図 3 に示すように、ハンド部 29 は、ボディ 291 と、互に対向する一対の把持部材 292 とを有している。ハンド部 29 は、一対の把持部材 292 によりワーク W を挟んで把持するように構成されている。ワーク W は、本例では円柱状の軸状部材とされている。
- [0044] 無人搬送車 35 の載置面 36 におけるロボット 25 よりも車両後側には、ワーク W を収納するバケット 38 が載置されている。ロボット 25 は、無人搬送車 35 が工作機械 10 の作業位置に停車した状態で、バケット 38 内に収納された加工前のワーク W を取出して工作機械 10 に投入する一方、加工後のワーク W を工作機械 10 から取出してバケット 38 内の元の位置に収納する。
- [0045] 図 4 及び図 5 に示すように、バケット 38 は扁平な矩形箱状をなしている。バケット 38 内には、複数のワーク W が車両左右方向に間隔を空けて収納されている。バケット 38 内の底面には、各ワーク W の両端部を支持する一対一組の支持板 39 が、複数組、突設されている。各支持板 39 の上端部には、ワーク W の周面を支持する V 字状の係合溝 39 a が形成されている。各ワーク W は、両端部が支持板 39 の係合溝 39 a に係合することでバケット 38 内で動くことなく安定に収納されている。
- [0046] [カメラの詳細構成]

図6及び図7に示すように、ハンド部29におけるボディ291の側面には、第一カメラ31a及び第二カメラ31bを支持する支持バー30が取付けられている。支持バー30は、一对の把持部材292に正規の姿勢で把持されたワークWの軸線Jと直交する方向に延設されている。以下では、特に断らない限り、支持バー30がY軸方向に延びる状態（図6の状態）にあるものとして説明を行う。

[0047] 第一カメラ31a及び第二カメラ31bは、一对の把持部材292に正規の姿勢で把持されたワークWの軸線方向から見て（図6の紙面垂直方向から見て）、該ワークWの軸線Jを通り且つ鉛直方向に延びる直線L0に対して線対称に配置されている。第一カメラ31a及び第二カメラ31bは、それぞれの光軸L1、L2が鉛直方向に対して45°（所定角度の一例）で傾斜するとともにワークWの中心位置（軸線Jの位置）で交差するように配置されている。

[0048] 第一カメラ31a及び第二カメラ31bは、例えばCCDカメラやCMOSカメラにより構成されていて、多行多列の2次元に配置された複数の光電変換素子を備え、受光強度に応じて各光電変換素子から出力される電圧信号をデジタル化した後、これを濃淡レベル値に変換して、前記光電変換素子の配列と同配列の二次元濃淡画像データとして出力する。各カメラ31a、31bから出力された画像データは、後述するAGV制御装置40の撮像画像記憶部50に格納される。

[0049] [工作機械の構成]

前記工作機械10は、固定工具を用いた旋削機能と、回転工具を用いたミーリング機能とを有する複合型のNC（数値制御）工作機械である。

[0050] 具体的には、工作機械10は、図2示すように、加工エリア内にてワークWを加工する加工動作機構部20と、加工動作機構部20の動作を制御する前記工作機械制御装置60（図1参照）と、オペレータが工作機械10に対して種々の設定及び指令を行うためのNC操作盤16とを備えている。

[0051] 図8に示すように、加工動作機構部20は、ワークWが装着されるチャッ

ク 1 1 と、先端部に該チャック 1 1 が取り付けられたワーク主軸 1 2 と、ワーク主軸 1 2 をその軸線回りに回転可能に支持するワーク主軸台（図示省略）と、回転工具 T r（加工工具の一例）が保持される工具主軸 1 3 と、工具主軸 1 3 を回転可能に支持する工具主軸台 2 1 と、旋削加工のための固定工具 T f が取付けられる下刃物台 1 4 とを有している。また、加工動作機構部 2 0 は、ワーク主軸 1 2、工具主軸 1 3 及び下刃物台 1 4 のそれぞれを、X 軸、Y 軸及び Z 軸のうち予め定めた一つ又は複数の軸に沿って送り駆動する送り装置（図示省略）をさらに有している。

[0052] 前記ワーク主軸 1 2 は、チャック 1 1 にワーク W を保持させた状態で Z 軸に平行な軸線回りに回転可能に構成されている。

[0053] チャック 1 1 は、図 9 に示すように、中空円筒状の本体 1 1 a と、本体 1 1 a の端面にその軸線を中心として放射状に配置された三つの把持爪 1 1 b と、各把持爪 1 1 b を径方向に進退可能に駆動する爪駆動部（図示省略）とを有している。爪駆動部は、工作機械制御装置 6 0 からの指令を受けて、各把持爪 1 1 b を、本体 1 1 a の径方向に沿って開位置と閉位置との間で駆動する。各把持爪 1 1 b が開位置にある状態では、三つの把持爪 1 1 b の先端面の内側に、ワーク W を挿入可能な挿入空間部 K が形成されている。この挿入空間 K 部に、ワーク W を本体 1 1 a の軸線方向（Z 軸方向）に沿って挿入した後、爪駆動部によって各把持爪 1 1 b を閉位置側（径方向内側）に駆動すると、ワーク W が三つの把持爪 1 1 b により三方向から圧着されて移動不能に固定される。尚、本例では、チャック 1 1 の一例として三つの把持爪 1 1 b を有する三つ爪チャックを挙げて説明したが、これに限ったものでなく、把持爪 1 1 b は二つであってもよいし、四つ以上であってもよい。

[0054] 工具主軸 1 3 は、回転工具 T r を保持した状態で X 軸に平行な軸線回りに回転可能に構成されている。工具主軸 1 3 を支持する工具主軸台 2 1 は、外観視が上下方向に長い略直方体状をなしていて、送り装置により X 軸方向、Y 軸方向及び Z 軸方向に移動可能に構成されている。また、工具主軸台 2 1 は、図示しないチルトモータ（駆動部の一例）によって Y 軸に平行な軸線回

りに揺動可能に構成されている。尚、以下の説明では特に断らない限り、工具主軸台 21 が鉛直状態にあるものとして説明を行う。

[0055] 前記回転工具 T_r は、工具ホルダ 17 を介して工具主軸 13 の下端部に着脱可能に装着される。工具主軸 13 は、工具ホルダ 17 のテーパシャンク 17a に嵌合するテーパ状の嵌合穴 13a と、嵌合穴 13a に装着された工具ホルダ 17 を脱落不能に引き込むドローバー機構（図示省略）とを有している。嵌合穴 13a に装着される工具ホルダ 17 は、工作機械 10 に搭載された A T C（Automatic tool changer）装置によって、不図示の工具マガジン内に收容された他の工具ホルダと交換可能になっている。

[0056] 下刃物台 14 は、Z 軸と平行に延びる軸線回りに旋回可能なタレット 141 を有していて、送り装置によって Z 軸方向及び X 軸方向に移動可能に構成されている。タレット 141 には、複数の固定工具 T_f が工具ホルダと共に放射状に取り付けられている。タレット 141 を軸線回りに回転させることで固定工具 T_f の割り出しを行えるようになっている。

[0057] 以上のように構成された加工動作機構部 20 は、後述する工作機械制御装置 60 の数値制御部 62 からの指令を受けたサーボ機構によって駆動される。サーボ機構は、例えば、サーボアンプと、サーボアンプにより駆動されるサーボモータと、サーボモータの回転角度をフィードバックするエンコーダと（いずれも図示せず）から構成される。そして、加工動作機構部 20 は、X 軸、Y 軸及び Z 軸の直交三軸方向において、回転工具 T_r 、固定工具 T_f 、及びワーク W を相対移動させることでワーク W を所定形状に加工する。

[0058] 前記工作機械 10 の正面側には、前記加工動作機構部 20 によるワーク W の加工エリアにアクセスするためのアクセス開口 10a（図 2 参照）が形成されている。アクセス開口 10a は、Z 軸方向にスライドする開閉カバー 15 によって開閉可能になっている。工作機械 10 におけるアクセス開口 10a の右側には、N C 操作盤 16 が設けられている。

[0059] N C 操作盤 16 は、オペレータによる各種操作を受付けるとともに必要な情報をディスプレイ上に表示可能に構成されている。具体的には、オペレー

タは、NC操作盤16を介してNCプログラムの入力操作を行ったり、手動運転モードと自動運転モードとの選択操作を行ったりすることができる。NC操作盤16は、オペレータの操作に応じた操作信号を工作機械制御装置60に送信する。

[0060] [工作機械制御装置の構成]

図10に示すように、工作機械制御装置60は、大まかには、工作機械10の全体動作を制御するPLC(Programmable logic controller)61と、PLC61からの指令を受けて加工動作機構部20の動作を制御する数値制御部62と、AGV制御装置40との間で通信を行う無線通信部63とで構成されている。

[0061] 工作機械制御装置60は、手動運転モードが選択されている状態では、NC操作盤16からの操作信号に基づいて工作機械10の動作制御を行う一方、自動運転モードが選択されている状態では、AGV制御装置40との連携（通信）によってオペレータを介さずに、開閉カバー15の開閉動作、チャック11によるワークWのチャック動作及びアンチャック動作、並びにNCプログラムに基づくワークWの加工動作など、一連の工程動作を順次実行する。

[0062] [AGV制御装置の構成]

図10に示すように、AGV制御装置40は、動作プログラム記憶部41、移動位置記憶部42、動作姿勢記憶部43、マップ情報記憶部44、マップ情報生成部45、位置認識部46、手動運転制御部47、自動運転制御部48、基準画像記憶部49、撮像画像記憶部50、ワーク姿勢ずれ算出部51、データ記憶部52、及び入出力インターフェース53等から構成される。そして、AGV制御装置40は、この入出力インターフェース53を介して、ロボット25、第一カメラ31a、第二カメラ31b、無人搬送車35及びAGV操作盤37に接続されている。また、AGV制御装置40は、入出力インターフェース53を介して工作機械制御装置60と無線通信可能に構成されている。

- [0063] 尚、AGV制御装置40は、CPU、RAM、ROMなどを含むコンピュータから構成され、マップ情報生成部45、位置認識部46、前記手動運転制御部47、自動運転制御部48、ワーク姿勢ずれ算出部51及び入出力インターフェース53は、コンピュータプログラムによってその機能が実現され、後述する処理を実行する。また、動作プログラム記憶部41、移動位置記憶部42、動作姿勢記憶部43、マップ情報記憶部44、基準画像記憶部49、撮像画像記憶部50及びデータ記憶部52は、ROM及びRAMなどの適宜記憶媒体から構成される。
- [0064] 前記手動運転制御部47は、オペレータにより前記AGV操作盤37から入力される操作信号に従って、前記無人搬送車35、ロボット25、カメラ31a、31bを動作させる機能部である。即ち、オペレータは、この手動運転制御部47による制御の下で、AGV操作盤37を用いた、前記無人搬送車35、ロボット25及びカメラ31a、31bの手動操作を実行することができる。
- [0065] 前記動作プログラム記憶部41は、生産時に前記無人搬送車35及び前記ロボット25を自動運転するための自動運転用プログラム、並びに後述する工場内のマップ情報を生成する際に前記無人搬送車35を動作させるためのマップ生成用プログラムを記憶する機能部である。自動運転用プログラム及びマップ生成用プログラムは、例えば、前記AGV操作盤37に設けられた入出力部から入力され、当該動作プログラム記憶部41に格納される。
- [0066] 尚、この自動運転用プログラムには、無人搬送車35が移動する目標位置としての移動位置、移動速度及び無人搬送車35の向きに関する指令コードが含まれ、また、ロボット25が順次動作する当該動作に関する指令コード、及び前記カメラ31a、31bの操作に関する指令コードが含まれる。また、マップ生成用プログラムは、前記マップ情報生成部45においてマップ情報を生成できるように、無人搬送車35を無軌道で工場内を隈なく走行させるための指令コードが含まれる。
- [0067] 前記マップ情報記憶部44は、無人搬送車35が走行する工場内に配置さ

れる機械、装置、機器など（装置等）の配置情報を含むマップ情報を記憶する機能部であり、このマップ情報は前記マップ情報生成部４５によって生成される。

[0068] 前記マップ情報生成部４５は、詳しくは後述する前記ＡＧＶ制御装置４０の自動運転制御部４８による制御の下で、前記動作プログラム記憶部４１に格納されたマップ生成用プログラムに従って無人搬送車３５を走行させた際に、前記位置センサによって検出される距離データから工場内の空間情報を取得するとともに、工場内に配設される装置等の平面形状を認識する。そして、マップ情報生成部４５は、予め登録された装置等の平面形状を基に、工場内に配設された具体的な装置、本例では、工作機械１０の位置、平面形状等（配置情報）を認識する。マップ情報生成部４５は、得られた空間情報及び装置等の配置情報を工場内のマップ情報として前記マップ情報記憶部４４に格納する。

[0069] 前記位置認識部４６は、前記位置センサによって検出される距離データ、及び前記マップ情報記憶部４４に格納された工場内のマップ情報を基に、工場内における無人搬送車３５の位置を認識する機能部であり、この位置認識部４６によって認識される無人搬送車３５の位置に基づいて、当該無人搬送車３５の動作が前記自動運転制御部４８によって制御される。

[0070] 前記移動位置記憶部４２は、前記無人搬送車３５が移動する具体的な目標位置としての移動位置であって、前記動作プログラム中の指令コードに対応した具体的な移動位置を記憶する機能部であり、この移動位置には、上述した工作機械１０に対して設定される作業位置が含まれる。尚、この移動位置は、例えば、前記手動運転制御部４７による制御の下、前記ＡＧＶ操作盤３７により前記無人搬送車３５を手動運転して、目標とする各位置に移動させた後、前記位置認識部４６によって認識される位置データを前記移動位置記憶部４２に格納する操作によって設定される。この操作は所謂ティーチング操作と呼ばれる。

[0071] 前記動作姿勢記憶部４３は、前記ロボット２５が所定の順序で動作するこ

とによって順次変化するロボット２５の姿勢（動作姿勢）であって、前記動作プログラム中の指令コードに対応した動作姿勢に係るデータを記憶する機能部である。この動作姿勢に係るデータは、前記手動運転制御部４７による制御の下で、前記ＡＧＶ操作盤３７を用いたティーチング操作により、当該ロボット２５を手動運転して、目標とする各姿勢を取らせたときの、当該各姿勢におけるロボット２５の各関節（モータ）の回転角度データであり、この回転角度データが動作姿勢に係るデータとして前記動作姿勢記憶部４３に格納される。

[0072] 動作姿勢記憶部４３に記憶されるロボット２５の動作姿勢は、撮像姿勢（所定姿勢）と待機姿勢と作業姿勢との三つに大別される。

[0073] 前記撮像姿勢は、ロボット２５のハンド部２９により把持されたワークＷを各カメラ３１ａ、３１ｂにより撮像するための姿勢である。図３は、ロボット２５が撮像姿勢にある状態の一例を示している。この撮像姿勢では、ハンド部２９が平面視でバケット３８よりも外側に位置しており、これにより、両カメラ３１ａ、３１ｂによる撮像画像中に、ハンド部２９が把持したワークＷ以外のワークＷ（バケット３８内に収納されたワークＷ）が映り込まないようにしている。本例では、ハンド部２９は、前記ロボット２５が撮像姿勢にある状態で、無人搬送車３５におけるバケット３８の載置面３６よりも右側に位置している。ワークＷは、ロボット２５が撮像姿勢にある状態においてその軸線Ｊが無人搬送車３５の左右方向に水平に延びるようにハンド部２９に把持される。

[0074] 前記待機姿勢は、ロボット２５を所定の中立位置で待機させた姿勢である。図２には、ロボット２５が待機姿勢にある状態の一例を示している。

[0075] 前記作業姿勢は、無人搬送車３５が工作機械１０の作業位置に停車した状態で、ロボット２５に各種作業を行わせるための姿勢である。

[0076] 本例では、この作業姿勢として、バケット３８内に收容された加工前のワークＷをハンド部２９に把持させて取り出すためのワーク取出し姿勢（図示省略）と、加工前のワークＷをハンド部２９に把持させた状態で工作機械１

0内に進入させ、該ワークWをワーク主軸12と同軸に保持するワーク挿入開始姿勢（図11参照）と、ワークWをチャック11の挿入空間部Kに向けて挿入して行く複数のワーク挿入動作姿勢（図示省略）と、挿入空間部KへのワークWの挿入が完了したワーク挿入完了姿勢（図12参照）と、ワーク挿入完了姿勢と同じ姿勢であって、加工後のワークWの引抜きを開始するための引抜き開始姿勢（図12参照）と、加工後のワークWをワーク主軸12と同軸に維持しながらチャック11の挿入空間部Kから引抜いて行く複数の引抜き動作姿勢（図示省略）と、ワーク挿入開始姿勢と同じ姿勢であって、引抜いた加工後のワークWをチャック11から離間した位置で保持する引抜き完了姿勢（図11参照）と、引抜き完了姿勢でハンド部29により把持されているワークWを無人搬送車35のバケット38に収納するワーク収納姿勢（図示省略）とが設定されている。

[0077] 前記自動運転制御部48は、前記動作プログラム記憶部41に格納された自動運転用プログラムに従って、無人搬送車35、ロボット25及びカメラ31a、31bを動作させる機能部である。その際、前記移動位置記憶部42及び動作姿勢記憶部43に格納されたデータが必要に応じて使用される。自動運転制御部48による無人搬送車35、ロボット25及びカメラ31a、31bの具体的な制御処理については後述する。

[0078] 前記基準画像記憶部49は、ティーチング操作時に、無人搬送車35を工作機械10に対して設定された作業位置に停車させ且つロボット25に前記撮像姿勢を取らせた状態で、ハンド部29に正規の状態で把持されたワークWを第一カメラ31a及び第二カメラ31bによって撮像した画像をそれぞれ、第一基準画像S1及び第二基準画像S2（図15A参照）として記憶する機能部である。

[0079] 撮像画像記憶部50は、前記自動運転制御部48による制御の下で、前記ロボット25が前記自動運転用プログラムにしたがって、ハンド部29によってバケット38内に収納された加工前のワークWを取出した後、前記撮像姿勢に移行して前記第一カメラ31a及び第二カメラ31bによってワーク

Wを撮像した第一撮像画像G 1及び第二撮像画像G 2（図15B参照）を記憶する機能部である。撮像画像記憶部50に記憶される第一撮像画像G 1及び第二撮像画像G 2は、各カメラ31a, 31bによるワークWの撮像処理が実行される度に新たな撮像画像に更新される。

[0080] 前記ワーク姿勢ずれ算出部51は、撮像画像記憶部50に記憶された第一撮像画像G 1及び第二撮像画像G 2を、それぞれに対応する第一基準画像S 1及び第二基準画像S 2と比較して、各撮像画像G 1, G 2とそれぞれの基準画像S 1, S 2とのずれに関する情報（例えば、ワークWの輪郭のずれに限らず、例えば輝度値（濃淡）のずれ等）を取得する。そして、ワーク姿勢ずれ算出部51は、取得した各撮像画像G 1, G 2とそれぞれの基準画像S 1, S 2とのずれに関する情報と、データ記憶部52に記憶された後述の角度算出用データとを基に、ロボット25のハンド部29に把持されたワークWの姿勢とその正規の姿勢とのずれを算出する。

[0081] そして、自動運転制御部48は、ワーク姿勢ずれ算出部51が算出したワークWの姿勢のずれを基に、チャック11へのワークWのセット姿勢が所定のセット姿勢になるように、ロボット25によるワークWの挿入開始姿勢、ワーク挿入完了姿勢、及び各ワーク挿入動作姿勢の補正量（例えばロボット25の各関節における直交三軸回りの回転角の補正量）を算出する。ここで、所定のセット姿勢とは、ワークWの軸線Jがワーク主軸12の回転軸線に対して同軸になるような姿勢である。

[0082] [自動運転制御の説明]

図13は、AGV制御装置40により実行される無人搬送車35及びロボット25の自動運転制御の一例を示すフローチャートである。

[0083] この自動運転制御では、まず、自動運転制御部48が、動作プログラム記憶部41に記憶された自動運転用プログラムに従って、無人搬送車35を工作機械10に対して設定された作業位置に停車させた後、ロボット25に前記待機姿勢（図2参照）を取らせる（ステップSA1）。

[0084] そして、自動運転制御部48では、入出力インターフェース53を介して

受信した工作機械制御装置 60 の無線通信部 63 からの信号を基に、工作機械 10 側にて NC プログラムに基づく加工サイクルが終了したか否かを判定し（ステップ S A 2）、終了していないと判定した場合（ステップ S A 2 で NO の場合）にはリターンする一方、加工サイクルが終了していると判定した場合（ステップ S A 2 で YES の場合）には、ロボット 25 にワーク W の払い出し動作を実行させる（ステップ S A 3）。具体的には、自動運転制御部 48 は、工作機械制御装置 60 と通信することにより、工作機械 10 の開閉カバー 15 が開放状態にあることを確認した後、ロボット 25 に上述したワーク引抜き開始姿勢、各ワーク引抜き動作姿勢、及びワーク引抜き完了姿勢を順次取らせることで、ロボット 25 にチャック 11 からワーク W を引抜かせて、その後、ロボット 25 にワーク収納姿勢を取らせることでワーク W をバケット 38 内に収納する。

[0085] そうしてロボット 25 によるワーク W の払い出し動作が完了した後は、自動運転制御部 48 が、ロボット 25 に上述したワーク取出し姿勢を取らせて、ハンド部 29 の一对の把持部材 292 を閉じることでバケット 38 内に収納された加工前のワーク W を把持して取出す（ステップ S A 4）。そして、ハンド部 29 により加工前のワーク W を取出した後、自動運転制御部 48 がロボット 25 に前記撮像姿勢（図 3 参照）を取らせる（ステップ S A 5）。次いで、自動運転制御部 48 は、ロボット 25 に撮像姿勢を取らせた状態で第一カメラ 31 a 及び第二カメラ 31 b による撮像処理を実行する（ステップ S A 6）。これにより、ハンド部 29 に把持されたワーク W の画像が、第一カメラ 31 a 及び第二カメラ 31 b に撮像される。各カメラ 31 a, 31 b による撮像画像である第一撮像画像 G 1 及び第二撮像画像 G 2 は、AGV 制御装置 40 に送信されて撮像画像記憶部 50（図 10 参照）に記憶される。

[0086] そして、AGV 制御装置 40 のワーク姿勢ずれ算出部 51 では、撮像画像記憶部 50 に記憶された第一撮像画像 G 1 及び第二撮像画像 G 2 をそれぞれ、基準画像記憶部 49 に記憶された第一基準画像 S 1 及び第二基準画像 S 2 と比較する。そして、第一撮像画像 G 1 と第二撮像画像 G 2 との少なくとも

一方の画像において対応する基準画像 S 1, S 2 との間でずれが存在するかどうかを判定する（ステップ S A 7）。

[0087] そして、ワーク姿勢ずれ算出部 5 1 において、第一撮像画像 G 1 及び第二撮像画像 G 2 の双方が対応する基準画像 S 1, S 2 に一致している、つまり撮像画像と基準画像とのずれが存在しないと判定した場合（ステップ S A 7 で N O の場合）には、自動運転制御部 4 8 が、ロボット 2 5 に上述したワーク取出し姿勢、ワーク挿入開始姿勢（図 1 1 参照）、各ワーク挿入動作姿勢（図示省略）及びワーク挿入完了姿勢（図 1 2 参照）を順次取らせることで、チャック 1 1 にワーク W をセットし（ステップ S A 1 3）、その後、ロボット 2 5 を待機姿勢に戻して（ステップ S A 1 1）、工作機械制御装置 6 0 と通信することで、開閉カバー 1 5 を閉じて工作機械 1 0 にワーク W の加工サイクルを開始させ（ステップ S A 1 2）、しかる後にリターンする。

[0088] 一方、ワーク姿勢ずれ算出部 5 1 において、第一撮像画像 G 1 と第二撮像画像 G 2 との少なくとも一方の画像について基準画像 S 1, S 2 との間でずれが存在すると判定した場合（ステップ S A 7 で Y E S の場合）には、このずれに関する情報を取得して、取得したずれに関する情報を基に、ロボット 2 5 のハンド部 2 9 に把持されたワーク W の姿勢と正規の姿勢とのずれ（実空間におけるずれ）を算出する（ステップ S A 8）。

[0089] 自動運転制御部 4 8 は、ワーク姿勢ずれ算出部 5 1 が算出したワーク W の姿勢のずれを基に、ワーク W をチャック 1 1 に所定のセット姿勢でセットするために必要なロボット 2 5 のワーク挿入時の各姿勢（前記ワーク挿入開始姿勢、各ワーク挿入動作姿勢、及びワーク挿入完了姿勢）の補正量を算出し（ステップ S A 9）、算出した補正量を用いて、ロボット 2 5 に工作機械 1 0 のチャック 1 1 へのワーク装着動作を実行させる（ステップ S A 1 0）。具体的には、先ず、自動運転制御部 4 8 が工作機械制御装置 6 0 との通信を行うことにより開閉カバー 1 5 が開放状態にあることを確認した後（開放状態にない場合には工作機械制御装置 6 0 に開閉カバー 1 5 の開放指令を行って工作機械制御装置 6 0 よりカバー開完了信号を受信した後）、ロボット 2

5にワーク挿入開始姿勢（図11参照）、各ワーク挿入動作姿勢（図示省略）、及びワーク挿入完了姿勢（図12参照）を順次取らせてハンド部29に把持されたワークWをチャック11の挿入空間部Kに挿入する。このワークWの挿入過程においては、ロボット25に、動作姿勢記憶部43に記憶されたワーク挿入開始姿勢、各ワーク挿入動作姿勢、及びワーク挿入完了姿勢をそのまま取らせるのではなく、前記ステップSA9で算出した補正量に基づいて補正した姿勢を取らせる。

[0090] そうして、チャック11に対するワークWの挿入（セット）が完了した後、自動運転制御部48が工作機械制御装置60に対して挿入完了信号を送信する。工作機械制御装置60は、挿入完了信号を受信すると、チャック11の爪駆動部（図示省略）によって三つの把持爪11bを閉側に駆動させる。これにより、ワークWがチャック11に挿抜不能に固定される。

[0091] チャック11にワークWが固定された後は、自動運転制御部48がロボット25を待機姿勢に戻すとともに（ステップSA11）、工作機械制御装置60に対して完了信号を出力する。工作機械制御装置60では、この完了信号を受信すると、工作機械10の開閉カバー15を閉位置に駆動した後、工作機械10にNCプログラムに基づくワークWの加工サイクルを開始させ（ステップSA12）。そして、工作機械10におけるワークWの加工サイクルが開始した後はリターンする。

[0092] 図14は、前記ワーク姿勢ずれ算出部51により実行されるワークWの姿勢ずれ算出処理（ステップSA8）の詳細を示すフローチャートである。

[0093] ワーク姿勢ずれ算出部51は、撮像画像記憶部50に記憶された第一撮像画像G1（第一カメラ31aによるワークWの撮像画像）及び第二撮像画像G2（第二カメラ31bによるワークWの撮像画像）を所定の閾値で二値化し、二値化した画像をラスタ方向に走査してワークWの輪郭線をそれぞれ抽出する（ステップSA81）。

[0094] 次いで、ワーク姿勢ずれ算出部51は、第一撮像画像G1及び第二撮像画像G2にてそれぞれ抽出したワークWの輪郭線のうち、ワークWの長手方向

に直線状に延びる二本の輪郭線を特定し、特定した二本の輪郭線の上に位置し且つ各輪郭線からの距離が等しい点（画像）の集合を直線近似してワークWの軸線Jとして算出する（ステップSA82）。

[0095] 同様に、ワーク姿勢ずれ算出部51は、基準画像記憶部49に記憶された第一基準画像S1及び第二基準画像S2（図15B参照）に対して二値化処理及び輪郭抽出処理を実行した後、各基準画像S1、S2においてワークWの軸線Jを算出する（ステップSA83）。尚、第一基準画像S1及び第二基準画像S2については、ワークWの輪郭線と軸線Jとを予め算出して記憶しておいてもよい。

[0096] そして、ワーク姿勢ずれ算出部51は、第一撮像画像G1におけるワークWの軸線Jと第一基準画像S1におけるワークWの軸線Jとのなす角度である第一交差角 $\theta 1$ （図15C参照）、及び、第二撮像画像G2におけるワークWの軸線Jとのなす角度である第二交差角 $\theta 2$ を算出する（ステップSA84）。

[0097] ワーク姿勢ずれ算出部51は、算出した第一交差角 $\theta 1$ 及び第二交差角 $\theta 2$ を基に、実空間におけるワークWの傾斜方向及び傾斜角（三次元の傾きのずれ）を算出する（ステップSA85）。この傾斜方向及び傾斜角の算出に際しては、データ記憶部52に記憶された角度算出用データを使用する。この角度算出用データは、ワークWを正規の姿勢（ワークWの軸線JがZ軸方向を向く姿勢）から、ハンド部29を支点に図6のA1方向～A8方向に所定角度で傾斜させたときの第一交差角 $\theta 1$ 及び第二交差角 $\theta 2$ の値をテーブル化したデータである。前記所定角度は、例えば $0^{\circ} \sim 5^{\circ}$ の間で等間隔に（本例では 0.2° 刻みに）設定される。角度算出用データに記述された第一交差角 $\theta 1$ 及び第二交差角 $\theta 2$ は、予めテストを行うことにより実測してもよいし、コンピュータを用いて幾何学的に算出される理論値であってもよい。

[0098] 図16は、実空間においてワークWを正規の姿勢から図6のA1方向～A8方向にそれぞれ所定角度で傾斜させたときの第一交差角 $\theta 1$ 及び第二交差

角 $\theta 2$ の変化の一例を示す図である。ワークWの傾斜方向がA1方向である場合には、第一交差角 $\theta 1$ と第二交差角 $\theta 2$ は共に α° であり、ワークWの傾斜方向がA1方向と反対側のA5方向である場合には、第一交差角 $\theta 1$ と第二交差角 $\theta 2$ とは共に $-\alpha^\circ$ であり、その他の場合には、第一交差角 $\theta 1$ と第二交差角 $\theta 2$ とは異なる角度になる。いずれにせよ、画像平面における第一交差角 $\theta 1$ 及び第二交差角 $\theta 2$ が分かれば、前記角度算出用データを基に、実空間におけるワークWの傾斜方向及び傾斜角度を一意に求めることができる。

[0099] このことを利用して、ワーク姿勢ずれ算出部51は、ステップSA84で算出した第一交差角 $\theta 1$ 及び第二交差角 $\theta 2$ に対応するワークWの傾斜方向及び傾斜角度を、前記角度算出用データを基に算出する（ステップSA86）。この算出に際しては、線形補間を行うことで、角度算出用データのテーブルに載っていない第一交差角 $\theta 1$ 及び第二交差角 $\theta 2$ に対するワークWの傾斜方向（A1～A8の間に位置する方向）及び傾斜角度を算出することができる。

[0100] ワーク姿勢ずれ算出部51は、実空間におけるワークWの傾斜方向及び傾斜角度を算出した後は、第一撮像画像G1におけるワークWの先端縁と軸線Jとの交点と、第一基準画像S1におけるワークWの軸線Jとのオフセット量 $\delta 1$ （図15C参照）、及び、第二撮像画像G2におけるワークWの先端縁と軸線Jとの交点と、第二基準画像S2におけるワークWの軸線Jとのオフセット量 $\delta 2$ を算出する（ステップSA86）。

[0101] その後、ワーク姿勢ずれ算出部51は、算出したオフセット量 $\delta 1, \delta 2$ を基に、実空間におけるワークWの先端位置のX軸方向及びY軸方向のオフセット量（ワークWの傾斜の影響を除くオフセット量）を算出する（ステップSA87）。このオフセット量の算出においても、例えば予め算出したテーブルデータを使用すればよい。そうして、ワーク姿勢ずれ算出部51は、実空間におけるワークWの傾斜方向及びその傾斜角度（三次元の傾きのずれ）、並びに、ワークWの先端位置（先端中心位置）におけるX軸方向及びY軸

方向のオフセット量（位置ずれ）を算出した後、図１３のメインフローに戻る。

[0102] 以上のように構成されたワーク装着システム１００を備えた生産システム１では、オペレータによりＮＣ操作盤１６を介して自動運転モードが設定されると、ＡＧＶ制御装置４０の自動運転制御部４８による制御の下、無人搬送車３５が工作機械１０の作業位置に停車し、ロボット２５が加工後のワークＷを工作機械１０から払い出してバケット３８内に収納した後、加工前のワークＷをバケット３８内から取出して工作機械１０のチャック１１に装着（セット）する。

[0103] このとき、加工前のワークＷの形状ばらつきやハンド部２９の把持部材２９２とワークＷとの間の異物噛み込みや自重による変位等に起因して把持部材２９２によるワークＷの把持姿勢が正規の姿勢からずれる場合がある。ワークＷの把持姿勢が正規の姿勢からずれた状態でロボット２５がチャック１１の挿入空間部ＫにワークＷを挿入しようとする、ワークＷがチャック１１の把持爪１１ｂと干渉して挿入不能になったり、仮にワークＷを挿入空間部Ｋに挿入できてもワークＷが傾いてセットされたりする虞がある。

[0104] これに対して本実施形態では、ＡＧＶ制御装置４０は、ロボット２５によってワークＷをチャック１１にセットさせるワークセット処理を実行する際に、ロボット２５のハンド部２９にワークＷを把持させた状態で第一カメラ３１ａ及び第二カメラ３１ｂに当該ワークＷの画像を撮像させ（ステップＳＡ５）、各カメラ３１ａ、３１ｂによるワークＷの撮像画像である第一撮像画像Ｇ１及び第二撮像画像Ｇ２と、基準画像記憶部４９に予め記憶された正規の把持姿勢にあるワークＷの撮像画像である第一基準画像Ｓ１及び第二基準画像Ｓ２との比較を基に、チャック１１へのワークＷのセット姿勢が所定のセット姿勢になるようにロボット２５の動作を制御するように構成されている（ステップＳＡ８～Ｓ１０）。

[0105] これにより、ハンド部２９により把持したワークＷの把持姿勢が正規の姿勢からずれていたとしても、ＡＧＶ制御装置４０によってロボット２５の動

作を制御して、チャック 11 へのワーク W のセット姿勢を所定のセット姿勢に制御することができる。

[0106] 具体的には、AGV 制御装置 40 は、ワーク姿勢ずれ算出部 51 によって、第一撮像画像 G1 及び第二撮像画像 G2 と、それぞれの基準画像である第一基準画像 S1 及び第二基準画像 S2 との間にずれが存在するか否かを判定し（ステップ SA7）、存在すると判定した場合（ステップ SA7 で YES の場合）には、このずれに関する情報を算出して（ステップ SA84 及び SA86）、算出した画像間のずれに関する情報を基に、ハンド部 29 に把持されたワーク W の姿勢と正規の姿勢とのずれに関する情報、具体的には、ロボット 25 のハンド部 29 に把持されたワーク W の姿勢の正規の姿勢からのオフセット量（位置ずれ）を算出するとともに（ステップ SA87）、ワーク W の軸線 J の傾斜方向及び傾斜角度（三次元の傾きのずれ）を算出する（ステップ SA85）。そして、AGV 制御装置 40 の自動運転制御部 48 は、算出したワーク W の位置ずれ及び三次元の傾きのずれを基に、チャック 11 へのワーク W のセット姿勢が所定のセット姿勢になるようロボット 25 の動作補正を行うように構成されている（ステップ SA9 及び SA10）。

[0107] これによれば、ハンド部 29 に把持されたワーク W の撮像画像 G1、G2 と基準画像 S1、S2 とのずれに関する情報を基に、ワーク W の正規の姿勢に対する位置ずれ及び三次元の傾きのずれを容易に算出することができる。そして、算出したワーク W の位置ずれ及び三次元の傾きのずれを基に、ロボット 25 の動作補正を行うことで、チャック 11 に対してワーク W が誤った姿勢で装着されるのを防止することができる。

[0108] また、第一カメラ 31a 及び第二カメラ 31b は、ロボット 25 のハンド部 29 に正規の姿勢で把持されたワーク W の軸線方向から見て、該ワーク W の軸線 J を通り且つ鉛直方向に延びる直線 L0 に対して線対称に配置されるとともに、該第一カメラ 31a 及び第二カメラ 31b のそれぞれの光軸 L1、L2 が鉛直方向に対して所定角度 θa で傾斜するように配置されている（図 6 参照）。

[0109] これによれば、ワーク姿勢ずれ算出部 51 によってワーク W の姿勢のずれを算出する際に、直線 L0 に対して線対称に配置された二つのカメラ 31a, 31b の撮像画像を使用するようにしたので、一つのカメラによって撮像した一つの撮像画像を使用する場合に比べて、前記ワーク W の姿勢ずれの算出精度を向上させることができる。

[0110] 本実施形態においては、前記所定角度 θa は 45° とされている。

[0111] これにより、第一カメラ 31a 及び第二カメラ 31b をスペース効率良くコンパクトに配置することができる。

[0112] (実施形態 2)

図 17 は実施形態 2 を示している。この実施形態では、ハンド部 29 に把持されたワーク W を撮像するためのカメラの配置構成、及び、撮像した画像に基づくワーク W の姿勢ずれ算出処理の内容が実施形態 1 とは異なっている。尚、実施形態 1 と同じ構成要素には同じ符号を付してその詳細な説明を省略する。

[0113] すなわち、本実施形態では、図 17 に示すように、工作機械 10 に設けられた一つのカメラ 19a によって、ハンド部 29 に把持されたワーク W の画像を二つの異なる位置から撮像するようにしている。

[0114] カメラ 19a は、工具ホルダ 17 に取付けられた撮像装置 19 に内蔵されている。撮像装置 19 を取付けた該工具ホルダ 17 は、回転工具 Tr を装着した他の工具ホルダ 17 と同様に不図示の工具マガジンに収容可能であり、必要に応じて ATC 装置により工具マガジンから取出されて工具主軸 13 の嵌合穴 13a に装着される。そして、工具主軸 13 は、工具ホルダ 17 を介して撮像装置 19 のカメラ 19a を保持可能になっている。本例では、この工具主軸 13 がカメラ 19a を保持する保持部材として機能する。

[0115] 撮像装置 19 は、外観視が円筒状をなしていて、その下端面の中心部からカメラ 19a の撮像レンズが露出するように構成されている。カメラ 19a は、その光軸が撮像装置 19 の軸線と一致するように配置されている。

[0116] 工具主軸台 21 は、工作機械制御装置 60 の数値制御部 62 (図 10 参照

）からの指令を受けたチルトモータによってY軸方向に平行な軸線回りに（
チャック11へのワーク挿入方向及び鉛直方向の双方に直交する軸線回りに
）揺動可能に構成されている。

[0117] 数値制御部62は、チルトモータによる工具主軸台21の揺動と、送り装置による工具主軸台21のX軸、Y軸及びZ軸方向の直線移動とを制御することで、工具主軸台21に保持された工具主軸13を後述する第一撮像位置と第二撮像位置とに切替え可能に構成されている。

[0118] ロボット25は、工具主軸13が第一撮像位置及び第二撮像位置にある状態で予め定めた撮像姿勢を取る。ロボット25が撮像姿勢を取ることで、ワークWがハンド部29により工作機械10内の所定位置に保持される。具体的には、ワークWは、ロボット25が撮像姿勢を取った状態で、ワーク主軸12から離間した位置に該ワーク主軸12と同軸に保持される。尚、ロボット25の撮像姿勢は、上述したワーク挿入開始姿勢と同じ姿勢であってもよい。

[0119] 工具主軸13が第一撮像位置にある状態では、図17の実線で示すように、カメラ19aは、その光軸が鉛直方向に延びるように且つロボット25のハンド部29に正規の姿勢で把持されたワークWの先端中心位置を通るように配置される。

[0120] 工具主軸13が第二撮像位置にある状態では、図17の二点鎖線で示すように、カメラ19aは、その光軸が鉛直方向に対して所定角度 θb で傾斜するように且つロボット25のハンド部29に正規の姿勢で把持されたワークWの先端中心位置を通るように配置される。前記所定角度 θb は、例えば $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ であることが好ましく、 45° であることがより好ましい。

[0121] 基準画像記憶部49には、工具主軸13が第一撮像位置にある状態で、ロボット25のハンド部29に正規の姿勢で把持されたワークWをカメラ19aにより撮像した第一位置基準画像Sp1（図18A参照）と、工具主軸台21が第二撮像位置にある状態でロボット25のハンド部29に正規の姿勢で把持されたワークWをカメラ19aにより撮像した第二位置基準画像Sp

2 とが記憶されている。

[0122] 図 19 は、実施形態 2 の A G V 制御装置 40 により実行される無人搬送車 35 及びロボット 25 の自動運転制御の一例を示すフローチャートである。

[0123] ステップ S B 1 ～ S B 4 及びステップ S B 9 ～ 13 の処理は、実施形態 1 のステップ S A 1 ～ S A 4、ステップ S A 9 ～ S A 13 と同様の処理であるため詳細な説明を省略し、以下では、主に、実施形態 1 とは異なる処理であるステップ S B 5 ～ S B 8 について説明する。

[0124] すなわち、本実施形態では、自動運転制御部 48 がロボット 25 にバケット 38 内から加工前の一のワーク W を取り出させた後、ロボット 25 に撮像姿勢を取らせる（ステップ S B 5）。この撮像姿勢では、実施形態 1 とは異なりハンド部 29 が工作機械 10 の加工エリアに進入して、ハンド部 29 に把持されたワーク W はチャック 11（ワーク主軸 12）と同軸に保持される

自動運転制御部 48 は、ロボット 25 に撮像姿勢を取らせた後、工作機械制御装置 60 に対して撮像指令を行う。工作機械制御装置 60 では、撮像指令を受信すると、数値制御部 62 によりチルトモータを駆動して工具主軸 13 を第一撮像位置に位置させるとともに、カメラ 19 a にワーク W の撮像処理を実行させる（ステップ S B 6）。カメラ 19 a によるワーク W の撮像画像は、無線通信部 63 を介して A G V 制御装置 40 に送信されるとともに撮像画像記憶部 50 に第一位置撮像画像 G p 1 として記憶される。第一撮像位置におけるカメラ 19 a の撮像処理が終了した後、工作機械制御装置 60 は、数値制御部 62 によりチルトモータを駆動して工具主軸 13 を第二撮像位置に移動させて、カメラ 19 a によりワーク W の撮像処理を実行させる（ステップ S B 6）。カメラ 19 a によるワーク W の撮像画像は、無線通信部 63 を介して A G V 制御装置 40 に送信されるとともに撮像画像記憶部 50 に第二位置撮像画像 G p 2 として記憶される。図 18 B には、撮像画像記憶部 50 に記憶された第一位置撮像画像 G p 1 及び第二位置撮像画像 G p 2 の一例を示している。

[0125] そして、A G V 制御装置 40 のワーク姿勢ずれ算出部 51 では、撮像画像

記憶部 50 に記憶された第一位置撮像画像 G p 1 及び第二位置撮像画像 G p 2 をそれぞれ、基準画像記憶部 49 に記憶された第一位置基準画像 S p 1 及び第二位置基準画像 S p 2 と比較する。そして、第一位置撮像画像 G p 1 と第二位置撮像画像 G p 2 との少なくとも一方の画像において対応する基準画像 S 1, S 2 との間でずれが存在するか否かを判定する（ステップ S B 7）。

[0126] そして、ワーク姿勢ずれ算出部 51 において、当該ずれが存在しないと判定した場合（ステップ S B 7 で N O の場合）には、実施形態 1 と同様にロボット 25 の動作補正を行わずにワーク W をチャック 11 に装着した後（ステップ S B 13）、ロボット 25 を待機姿勢に戻して（ステップ S B 11）、工作機械 10 にワーク W の加工サイクルを開始させ（ステップ S B 12）、しかる後にリターンする。

[0127] 一方、ワーク姿勢ずれ算出部 51 において、第一位置撮像画像 G p 1 と第二位置撮像画像 G p 2 との少なくとも一方の画像について対応する基準画像との間でずれが存在すると判定した場合（ステップ S B 7 で Y E S の場合）には、このずれに関する情報を取得して、取得したずれに関する情報を基に、ロボット 25 のハンド部 29 に把持されたワーク W の姿勢と正規の姿勢との実空間での位置ずれ及び三次元の傾きのずれを算出する（ステップ S B 8）。

[0128] 具体的には、ワーク姿勢ずれ算出部 51 は、第一位置撮像画像 G p 1 及び第一位置基準画像 S p 1 に対してそれぞれ二値化処理及び輪郭線抽出処理を実行するとともに、抽出したワーク W の輪郭線を基にその軸線 J を求める。そして、ワーク姿勢ずれ算出部 51 は、図 20 に示すように、第一位置撮像画像 G p 1 におけるワーク W の軸線 J と、第一位置基準画像 S p 1 におけるワーク W の軸線 J との交差角 θ_c 、及び、第一位置撮像画像 G p 1 におけるワーク W の先端中央位置と、第一位置基準画像 S p 1 におけるワーク W の軸線 J との距離 δ_a を算出する。

[0129] さらにワーク姿勢ずれ算出部 51 は、第二位置撮像画像 G p 2 及び第二位

置基準画像 S_{p2} に対してそれぞれ二値化処理及び輪郭線抽出処理を実行するとともに、抽出したワーク W の輪郭線を基にその軸線 J を求める。そして、ワーク姿勢ずれ算出部 51 は、図 21 に示すように、第二位置撮像画像 G_{p2} におけるワーク W の先端面の輪郭線の間隔 d_r と、第二位置基準画像 S_{p2} におけるワーク W の先端面の輪郭線の間隔 d_s との比率 $\sigma (= d_r / d_s)$ を算出する。さらに、ワーク姿勢ずれ算出部 51 は、第二位置撮像画像 G_{p2} におけるワーク W の先端面の中心位置と、第二位置基準画像 S_{p2} におけるワーク W の先端面の中心位置との距離 δb を算出する。

[0130] そして、ワーク姿勢ずれ算出部 51 は、算出した距離 δa 及び距離 δb を基に実空間におけるワーク W の先端中心位置の X 軸方向及び Y 軸方向のずれ量（位置ずれ）を求める。また、ワーク姿勢ずれ算出部 51 は、前記交差角 θ_c を基に、実空間においてワーク W の軸線 J の水平方向の傾斜角を算出し、前記比率 σ を基に、実空間におけるワーク W の軸線 J の上下方向の傾斜角（三次元の傾きのずれ）を算出する。

[0131] 自動運転制御部 48 は、ワーク姿勢ずれ算出部 51 がステップ S_{B8} で算出した実空間におけるワーク W の軸線 J の傾斜方向及び傾斜角（三次元の傾きのずれ）、並びに、ワーク先端中心位置の X 軸方向及び Y 軸方向のずれ量（位置ずれ）を基に、ワーク W の軸線 J がチャック 11 の挿入空間部 K と同軸に挿入されるように（所定のセット姿勢になるように）、ワーク挿入開始姿勢、各ワーク挿入動作姿勢及びワーク挿入完了姿勢の補正量を算出する。そして、自動運転制御部 48 は、算出した補正量を基に、チャック 11 へのワーク W のセット処理に際して、ロボット 25 の各姿勢を補正する。

[0132] したがって、本実施形態のワーク装着システム 100 では、前記実施形態 1 と同様に、ハンド部 29 によるワーク W の把持姿勢が正規の姿勢からずれたとしても、ロボット 25 のワーク挿入動作に関連する各姿勢を補正することで、工作機械 10 のチャック 11 にワーク W を所定のセット姿勢で装着することができる。

[0133] また、工作機械 10 にカメラ 19a を設けるようにしたので、カメラ 19

aの数を極力低減することができる。すなわち、例えば、複数の無人搬送車35に搭載したロボット25が協働して一つの工作機械10に対してワークWの投入・払出し作業を行う場合に、一つのカメラ19aを複数のロボット25で共通に使用することができる。よって、実施形態1のように各ロボット25のそれぞれにカメラ31a, 31bを設ける場合に比べてカメラの数を減らしてコストを低減することができる。

[0134] また、本実施形態のワーク装着システム100によれば、工作機械10に設けられた一つのカメラ19aによってハンド部29に把持されたワークWを鉛直方向と鉛直方向に交差する方向との二方向から撮像し、撮像した二つの画像（第一位置撮像画像Gp1と第二位置撮像画像Gp2）を基にハンド部29によるワークWの把持姿勢のずれを精度良く求めることができる。よって、複数のカメラを設ける場合に比べて、カメラの故障リスクや部品コストを低減することができる。

[0135] また、本実施形態では、カメラ19aを保持する保持部材として工具主軸13を利用するようにしている。これによれば、工具主軸台21を駆動するチルトモータや送り装置を前記保持部材の駆動部として利用することができる。よって、部品の共通化を図ってコストを低減することができる。

[0136] （他の実施形態）

前記各実施形態では、撮像画像と基準画像との間にずれが存在する判定した場合（実施形態1のステップSA7でYESの場合、及び実施形態2のステップSB7でYESの場合）には、ワークWをチャック11に装着する際に必ずロボット25の動作補正を行うようにしているが、これに限ったものではない。例えば、ワーク姿勢ずれ算出部51によって画像間のずれが生じていると判定した場合であっても、該画像間のずれに関する情報を基に算出した実空間におけるワークWの姿勢のずれの度合が所定以上である場合には、自動運転制御部48によってハンド部29が把持したワークWを一旦、バケット38内の元の位置に戻して該ハンド部29によるワークWの把持動作をやり直させるようにしてもよい。

- [0137] これによれば、例えばハンド部 2 9 とワーク W との間に異物が噛み込む等して、ハンド部 2 9 によるワーク W の把持姿勢のずれがロボット 2 5 の動作補正により改善できないレベルに達している場合には、ハンド部 2 9 によりワーク W を把持し直すことで、ハンド部 2 9 によるワーク W の把持姿勢を改善することがきる。
- [0138] また、前記実施形態 1 では、ロボット 2 5 に二つのカメラ 3 1 a, 3 1 b を設けるようにしているが、これに限ったものではない。カメラの数は、一つであってもよいし、三つ以上であってもよい。
- [0139] 前記各実施形態では、AGV 制御装置 4 0 は、無人搬送車 3 5 に搭載されているが、これに限ったものではなく、例えば工場内の所定位置に固定された上位の管理コンピュータ等により構成されていてもよい。この場合、無人搬送車 3 5 及びロボット 2 5 は、AGV 制御装置 4 0 により遠隔制御される。
- [0140] 前記各実施形態では、ハンド部 2 9 は、二つの把持部材 2 9 2 によりワーク W を挟持するように構成されているが、これに限ったものではない。例えば、中空状のワーク W に対しては、ハンド部 2 9 に設けた複数の把持部材 2 9 2 をワーク W の径方向内側から外側に拡張させることでワーク W を把持するようにしてもよい。また、ハンド部 2 9 は、エアーの吸引力によって又は磁石の磁力によってワーク W を吸着して把持するように構成されていてもよい。
- [0141] 前記各実施形態では、ワーク装着部は、複数の把持爪 1 1 b を開閉させるチャック 1 1 により構成されているが、これに限ったものではない。ワーク装着部は、例えば中空状のワーク W を内側から固定するコレットチャックなど、如何なる構成であってもよい。また、ワーク装着部は、マシニングセンタ等にワークをセットするためのワークパレットであってもよい。また、ワーク W は軸状部材に限定されないことは言うまでもない。
- [0142] 前記各実施形態では、工作機械 1 0 が複合型のターニングセンタとされているが、これに限ったものではなく、工作機械 1 0 はマシニングセンタ等で

あってもよい。

[0143] 尚、上述の実施形態の説明は、すべての点で例示であって、制限的なものではない。当業者にとって変形および変更が適宜可能である。本発明の範囲は、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲内と均等の範囲内での実施形態からの変更が含まれる。

符号の説明

[0144]	1 0	工作機械
	1 1	チャック（ワーク装着部）
	1 3	工具主軸
	1 9 a	カメラ
	2 1	工具主軸台（保持部材）
	2 5	ロボット
	2 9	ハンド部
	3 1 a	第一カメラ
	3 1 b	第二カメラ
	3 5	無人搬送車
	4 0	制御装置
	4 9	基準画像記憶部
	6 0	制御装置
	1 0 0	ワーク装着システム
	2 9 2	把持部材
	G 1	第一撮像画像（撮像画像）
	G 2	第二撮像画像（撮像画像）
	G p 1	第一位置撮像画像（撮像画像）
	G p 2	第二位置撮像画像（撮像画像）
	J	軸線
	K	挿入空間部

L 1	光軸
L 2	光軸
S 1	第一基準画像（基準画像）
S 2	第二基準画像（基準画像）
S p 1	第一位置基準画像（基準画像）
S p 2	第二位置基準画像（基準画像）
T f	固定工具
T r	回転工具（加工工具）
W	ワーク
θa	所定角度
θb	所定角度

請求の範囲

[請求項1]

ハンド部を有するロボットと、前記ロボットを制御することで、所定位置に載置されたワークを該ハンド部に把持させて工作機械内のワーク装着部にセットさせるワークセット処理を実行する制御装置と、を備えたワーク装着システムであって、

前記ロボットのハンド部に設けられ、該ハンド部に把持された前記ワークを撮像可能なカメラと、

前記ロボットのハンド部により前記ワークが正規の姿勢で把持された状態で前記カメラにより撮像した当該ワークの画像を基準画像として予め記憶しておく基準画像記憶部とをさらに備え、

前記制御装置は、前記ワークセット処理の実行に際して、前記ロボットのハンド部に前記ワークを把持させた状態で前記カメラに当該ワークの画像を撮像させ、該カメラによる当該ワークの撮像画像と前記基準画像記憶部に記憶された前記基準画像との比較を基に、前記ワーク装着部への前記ワークのセット姿勢が所定のセット姿勢になるように前記ロボットの動作を制御するように構成され、

前記制御装置は、前記撮像画像と前記基準画像との前記比較に際して、両画像間にずれが存在するか否かを判定し、ずれが存在すると判定した場合には、このずれに関する情報を基に、前記ロボットのハンド部に把持されたワークの姿勢と前記正規の姿勢との位置ずれ及び三次元の傾きのずれを算出して、算出した該位置ずれ及び三次元の傾きのずれを基に、前記ワーク装着部へのワークのセット姿勢が前記所定のセット姿勢になるよう前記ロボットの動作補正を行う一方、前記両画像間にずれが存在しないと判定した場合には前記ロボットの動作補正を行わないように構成されていることを特徴とするワーク装着システム。

[請求項2]

ハンド部を有するロボットと、前記ロボットを制御することで、所定位置に載置されたワークを該ハンド部に把持させて工作機械内のワ

ーク装着部にセットさせるワークセット処理を実行する制御装置と、
を備えたワーク装着システムであって、

前記工作機械に設けられ、該工作機械内において前記ロボットが所定姿勢を取った状態で前記ハンド部に把持された前記ワークを撮像可能なカメラと、

前記ロボットが前記所定姿勢を取り且つ前記ハンド部により前記ワークが正規の姿勢で把持された状態で前記カメラにより撮像した当該ワークの画像を基準画像として予め記憶しておく基準画像記憶部とを備え、

前記制御装置は、前記ワークセット処理の実行に際して、前記ロボットのハンド部に前記ワークを把持させた状態で前記ロボットに前記所定姿勢を取らせて、該所定姿勢において前記カメラに当該ワークの画像を撮像させ、該カメラによる当該ワークの撮像画像と前記基準画像記憶部に記憶された前記基準画像との比較を基に、前記ワーク装着部への前記ワークのセット姿勢が所定のセット姿勢になるように前記ロボットの動作を制御するように構成され、

前記制御装置は、前記撮像画像と前記基準画像との前記比較に際して、両画像間にずれが存在するか否かを判定し、ずれが存在すると判定した場合には、このずれに関する情報を基に、前記ロボットのハンド部に把持されたワークの姿勢と前記正規の姿勢との位置ずれ及び三次元の傾きのずれを算出して、算出した該位置ずれ及び該三次元の傾きのずれを基に、前記ワーク装着部へのワークのセット姿勢が前記所定のセット姿勢になるよう前記ロボットの動作補正を行う一方、前記両画像間にずれが存在しないと判定した場合には前記ロボットの動作補正を行わないように構成されていることを特徴とするワーク装着システム。

[請求項3]

前記制御装置は、前記両画像間にずれが存在すると判定した場合であっても、該ずれに関する情報を基に算出される前記ロボットのハン

ド部に把持されたワークの姿勢と前記正規の姿勢とのずれの度合が所定以上であるときには、前記ロボットに、前記ハンド部にて把持したワークを前記所定位置に戻させた後、該ハンド部による当該ワークの把持をやり直させるように構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のワーク装着システム。

[請求項4]

前記ワークは軸状部材であり

前記カメラは、複数設けられ

複数の前記カメラは、第一カメラと第二カメラとを含み、該第一カメラ及び第二カメラが、前記ロボットのハンド部に正規の姿勢で把持されたワークの軸線方向から見て、該ワークの軸線を通り且つ所定方向に延びる直線に対して線対称に位置するとともに、該第一カメラ及び第二カメラのそれぞれの光軸が前記所定方向に対して所定角度で傾斜するように配置されており、

前記基準画像記憶部には、前記基準画像として、前記第一カメラにより撮像した第一基準画像と、前記第二カメラにより撮像した第二基準画像とが記憶され、

前記制御装置は、前記ワークセット処理の実行に際して、前記ロボットのハンド部に前記ワークを把持させた状態で前記第一カメラ及び第二カメラに当該ワークの画像を撮像させ、前記第一カメラより当該ワークの撮像画像と前記基準画像記憶部に記憶された前記第一基準画像との比較、及び、前記第二カメラより当該ワークの撮像画像と前記基準画像記憶部に記憶された前記第二基準画像との比較を基に、前記ワーク装着部へのワークのセット姿勢が前記所定のセット姿勢になるように前記ロボットの動作を制御するように構成されていることを特徴とする請求項 1 記載のワーク装着システム。

[請求項5]

前記所定角度は 45° であることを特徴とする請求項 4 記載のワーク装着システム。

[請求項6]

前記ワークは軸状部材であり、

前記ワーク装着部は、水平方向に延びて前記ワークが挿入される挿入空間部からなり、

前記工作機械は、前記挿入空間部に対するワーク挿入方向及び鉛直方向の双方に直交する軸線回りに回動可能に構成されて前記カメラを保持する保持部材と、前記保持部材を、前記カメラの光軸が鉛直方向を向く第一位置と、該カメラの光軸が鉛直方向に対して所定角度で交差する第二位置との間で駆動する駆動部とを有し、

前記基準画像記憶部には、前記基準画像として、前記保持部材が前記第一位置にある状態で前記ハンド部に正規の姿勢で把持されたワークを前記カメラにより撮像した第一位置基準画像と、前記保持部材が前記第二位置にある状態で前記ハンド部に正規の姿勢で把持されたワークを前記カメラにより撮像した第二位置基準画像とが記憶されており、

前記制御装置は、前記ワークセット処理の実行に際して、前記ロボットのハンド部に前記ワークを把持させた状態で前記ロボットに前記所定姿勢を取らせて、該所定姿勢において前記駆動部により前記保持部材を前記第一位置に位置させた状態で前記カメラに撮像させた当該ワークの撮像画像と前記基準画像記憶部に記憶された前記第一位置基準画像との比較、及び、前記所定姿勢において前記駆動部により前記保持部材を前記第二位置に位置させた状態で前記カメラに撮像させた当該ワークの撮像画像と前記基準画像記憶部に記憶された前記第二位置基準画像との比較を基に、前記ワーク装着部へのワークのセット姿勢が前記所定のセット姿勢になるように前記ロボットの動作を制御するように構成されていることを特徴とする請求項2記載のワーク装着システム。

[請求項7]

前記工作機械は、加工工具を着脱可能な工具主軸が設けられ、

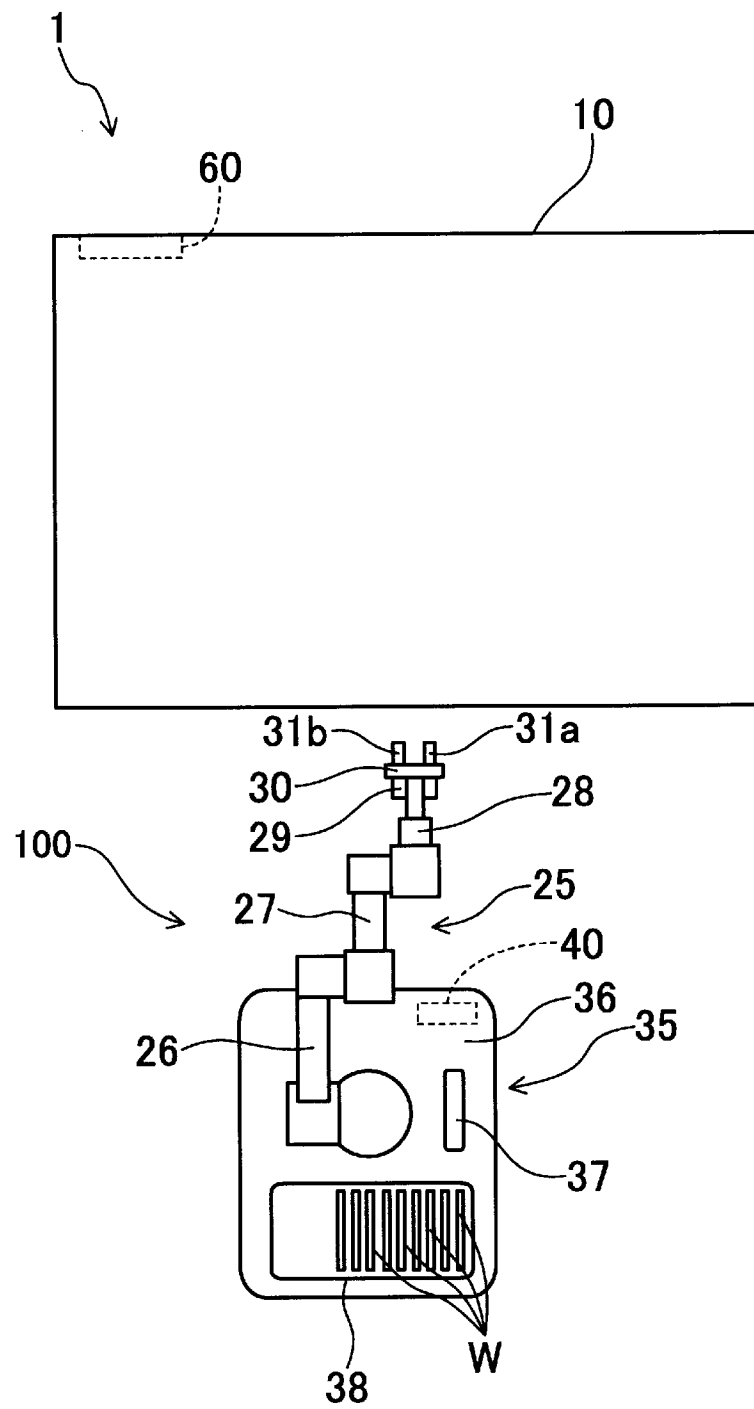
前記カメラは、前記加工工具に代えて前記工具主軸に着脱可能に構成され、

前記工具主軸が前記保持部材として兼用されていることを特徴とする請求項 6 記載のワーク装着システム。

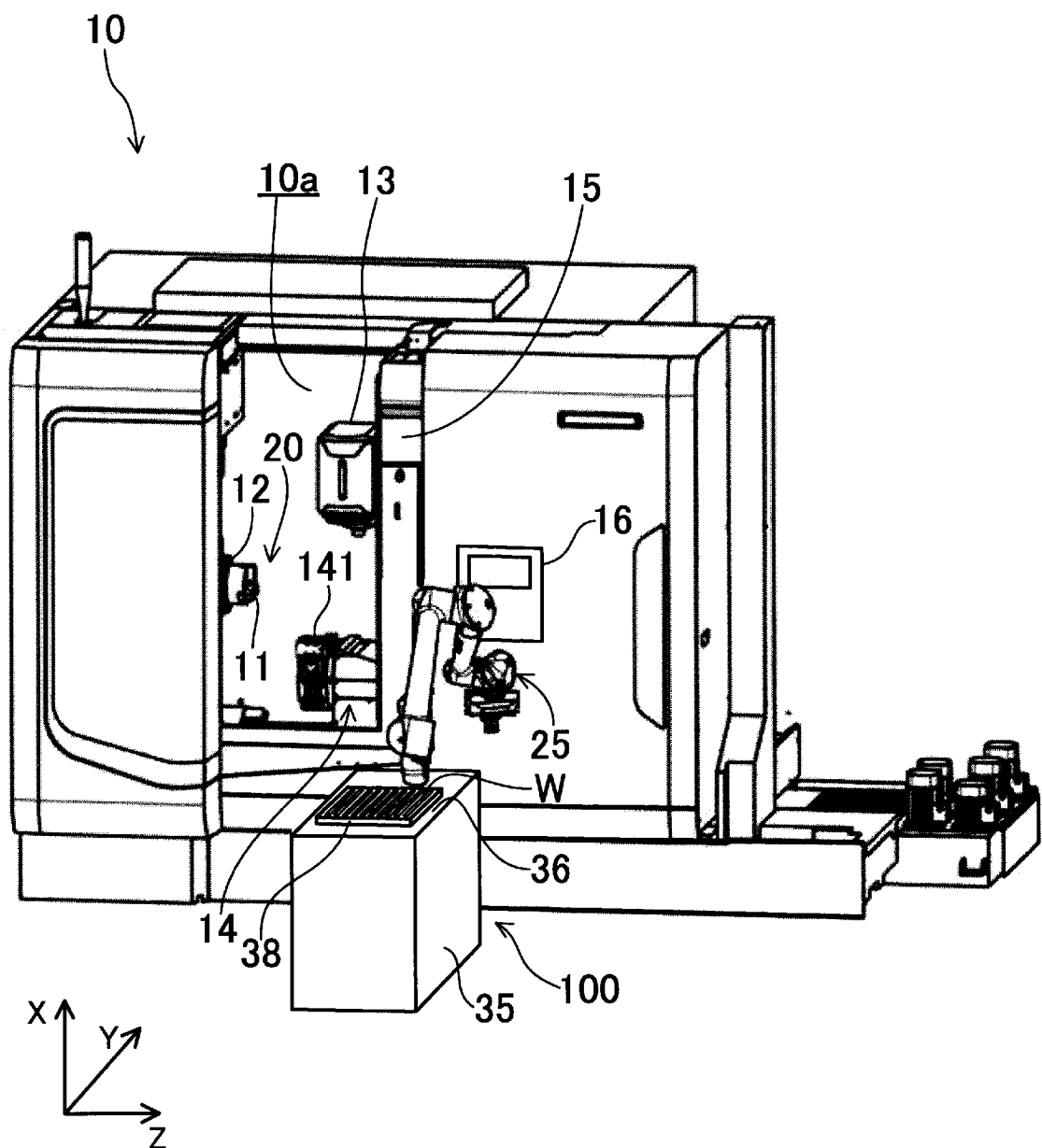
[請求項 8] 前記ハンド部は、複数の把持部材によって、又は、エアーによる吸引力によって、又は、磁石の磁力によって前記ワークを把持するように構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載のワーク装着システム。

[請求項 9] 前記ワークは軸状部材であり、
前記工作機械は、前記ワークを挿入可能な挿入空間部を有するとともに該挿入空間部に挿入されたワークをチャック可能なチャック装置を有しており、
前記ワーク装着部は前記チャック装置の挿入空間部であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載のワーク装着システム。

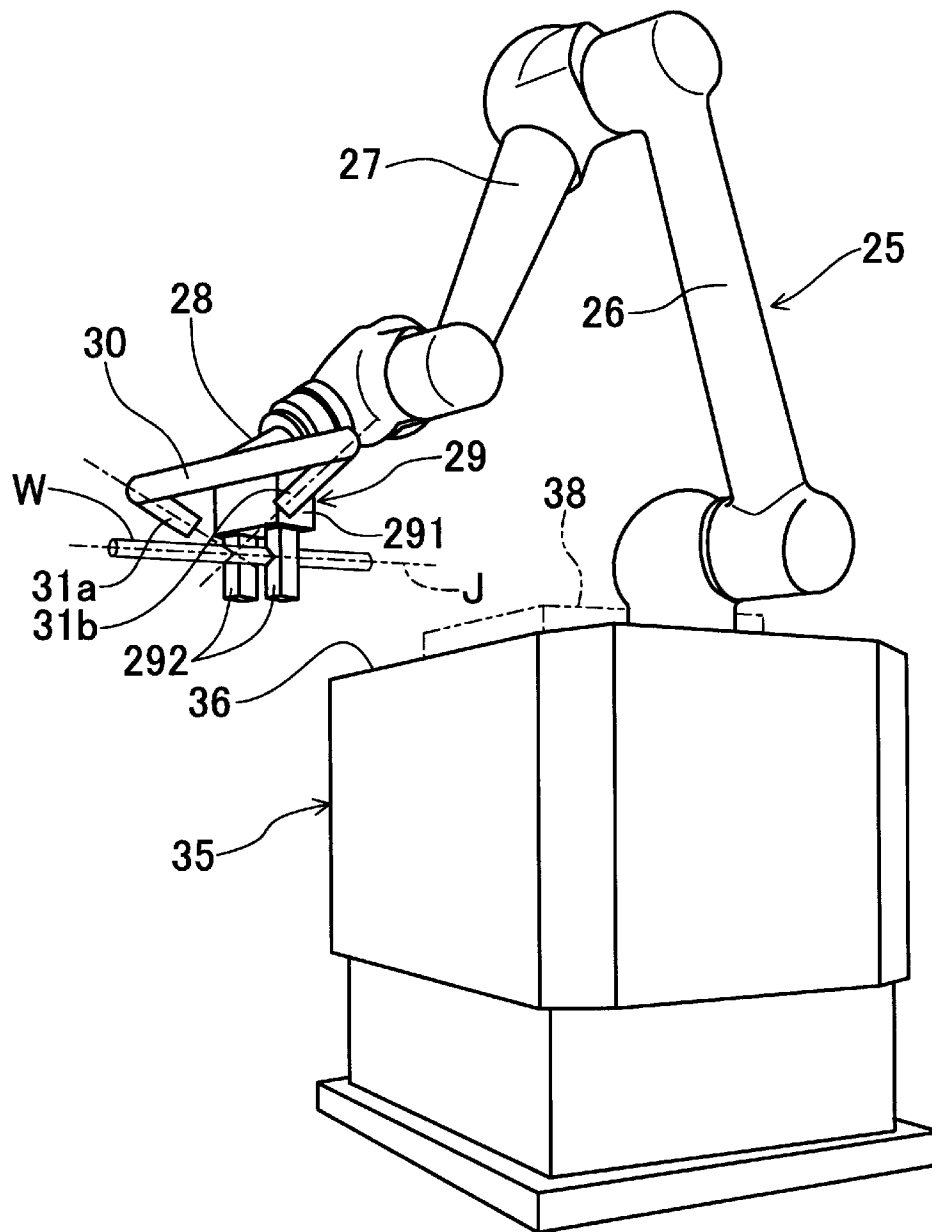
[図1]



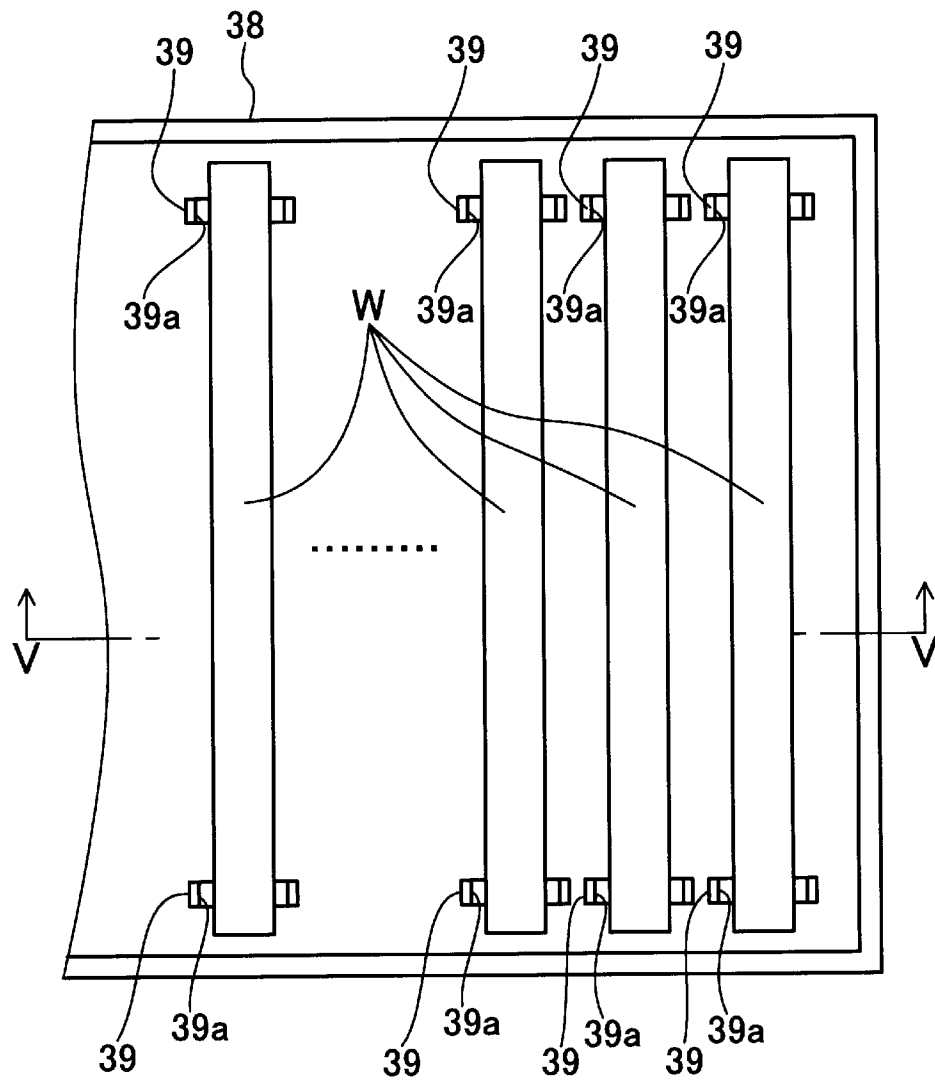
[図2]



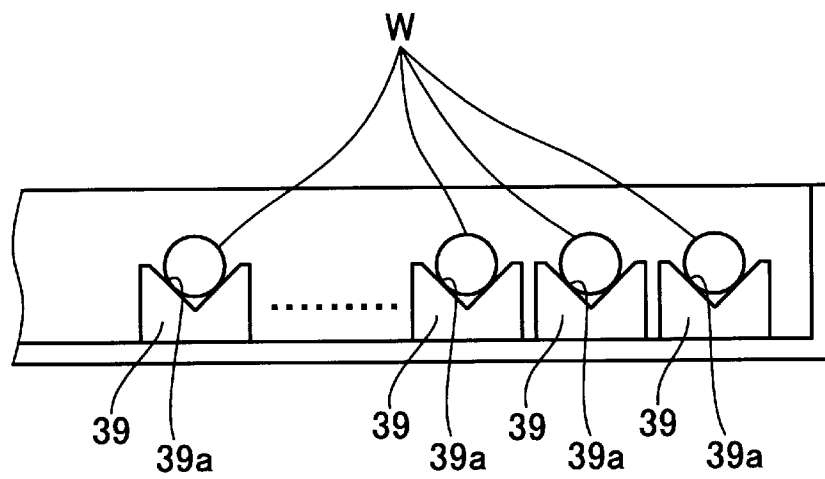
[図3]



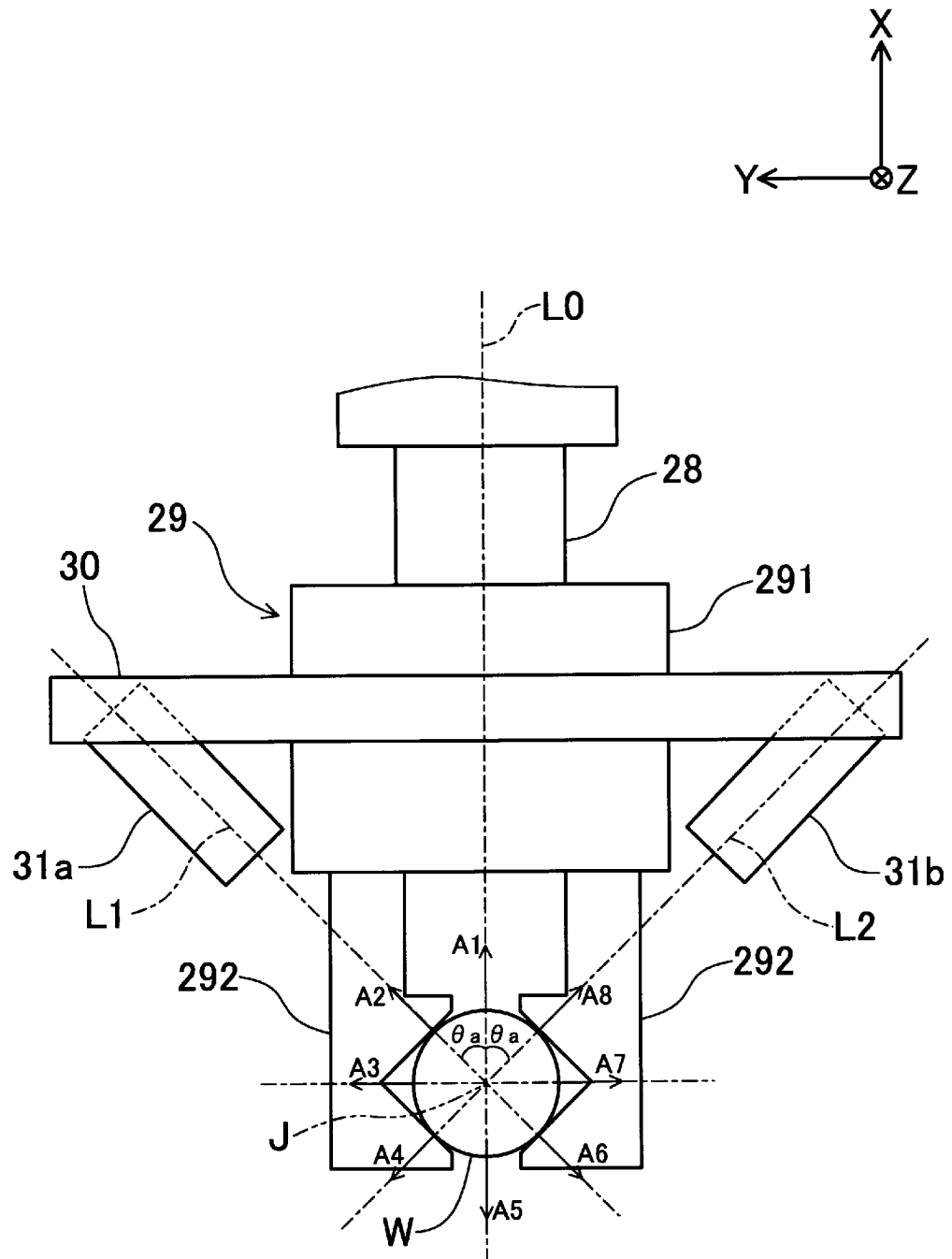
[図4]



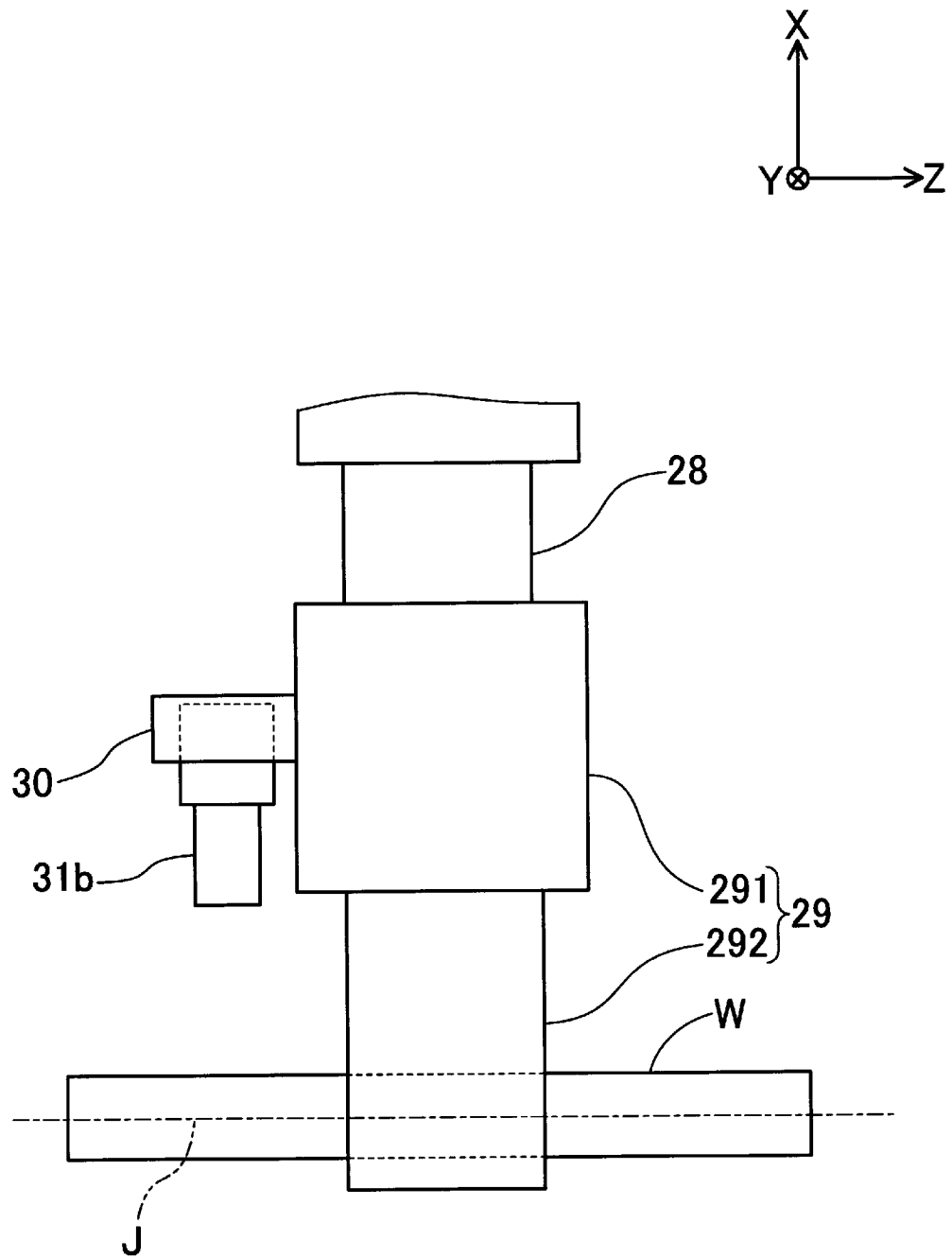
[図5]



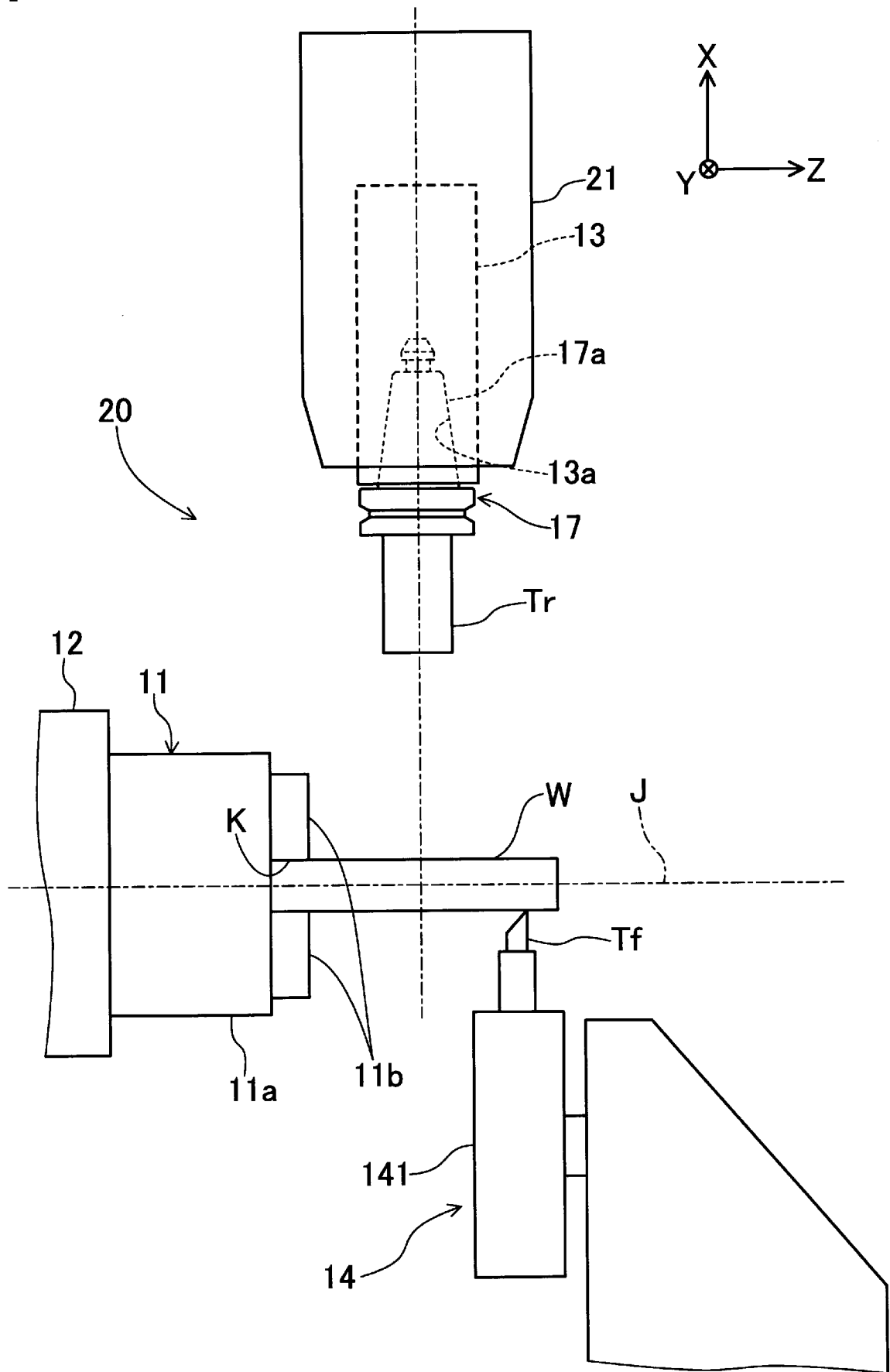
[図6]



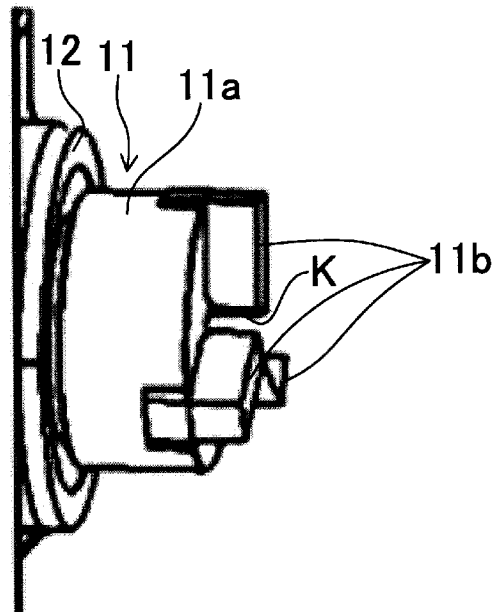
[図7]



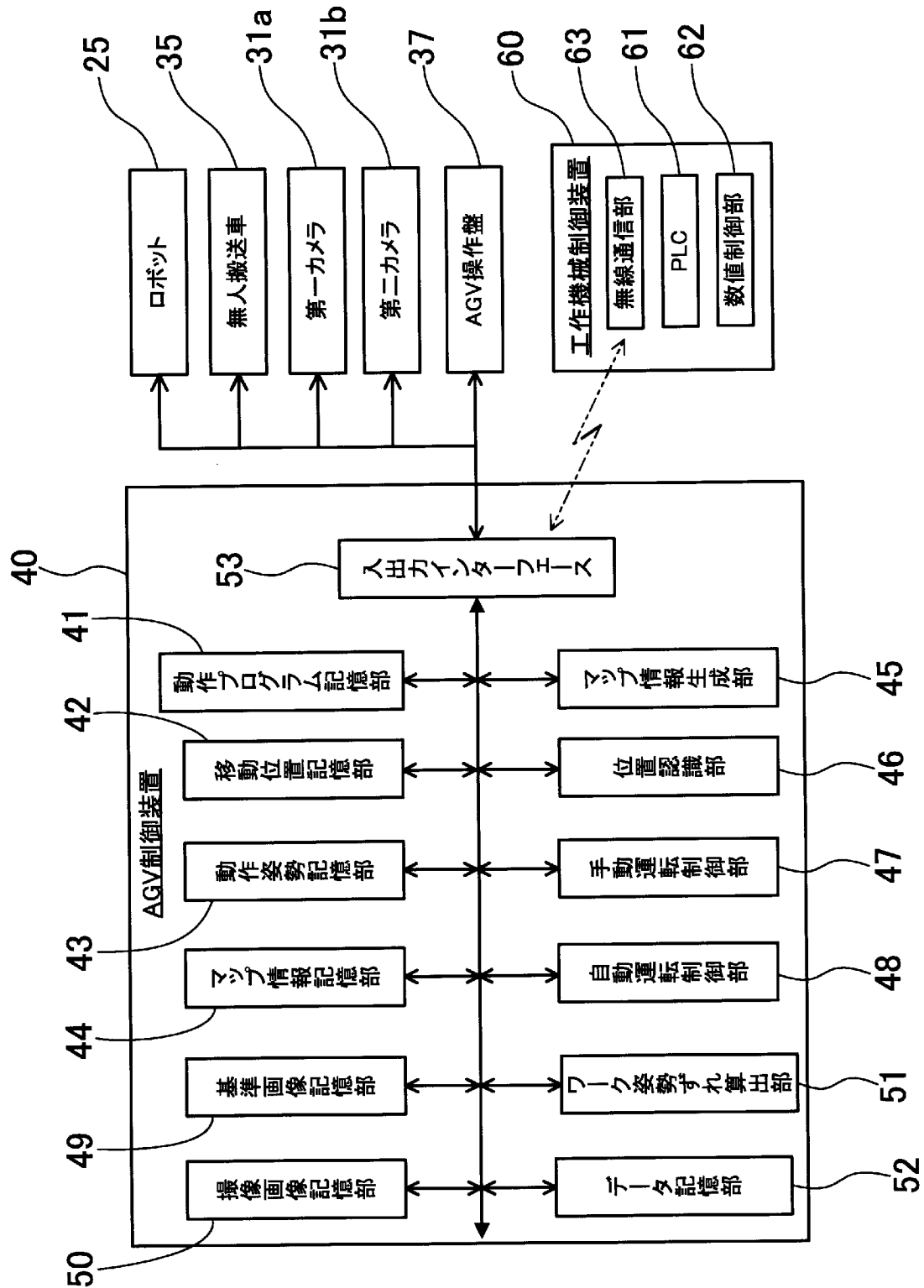
[図8]



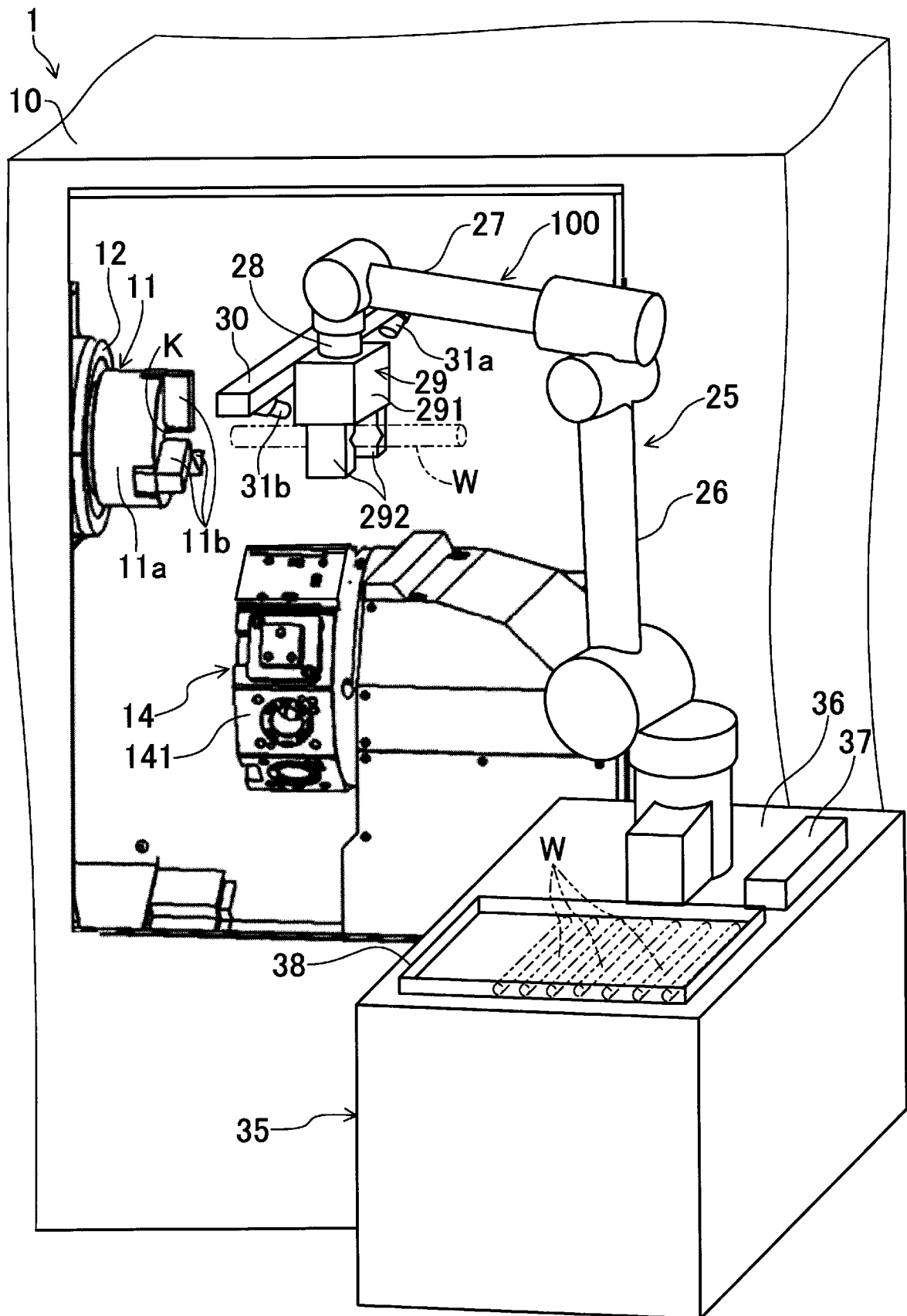
[図9]



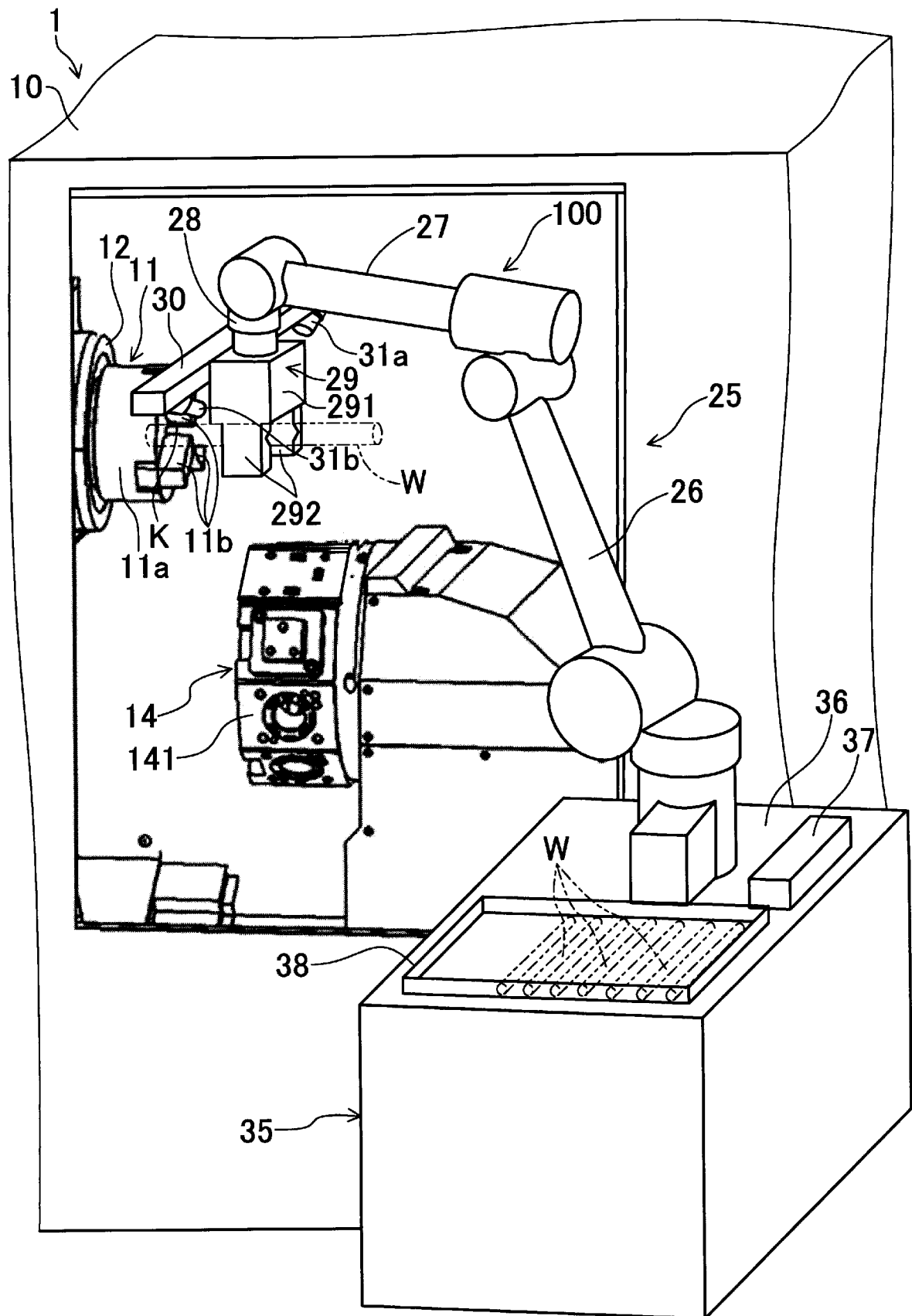
[図10]



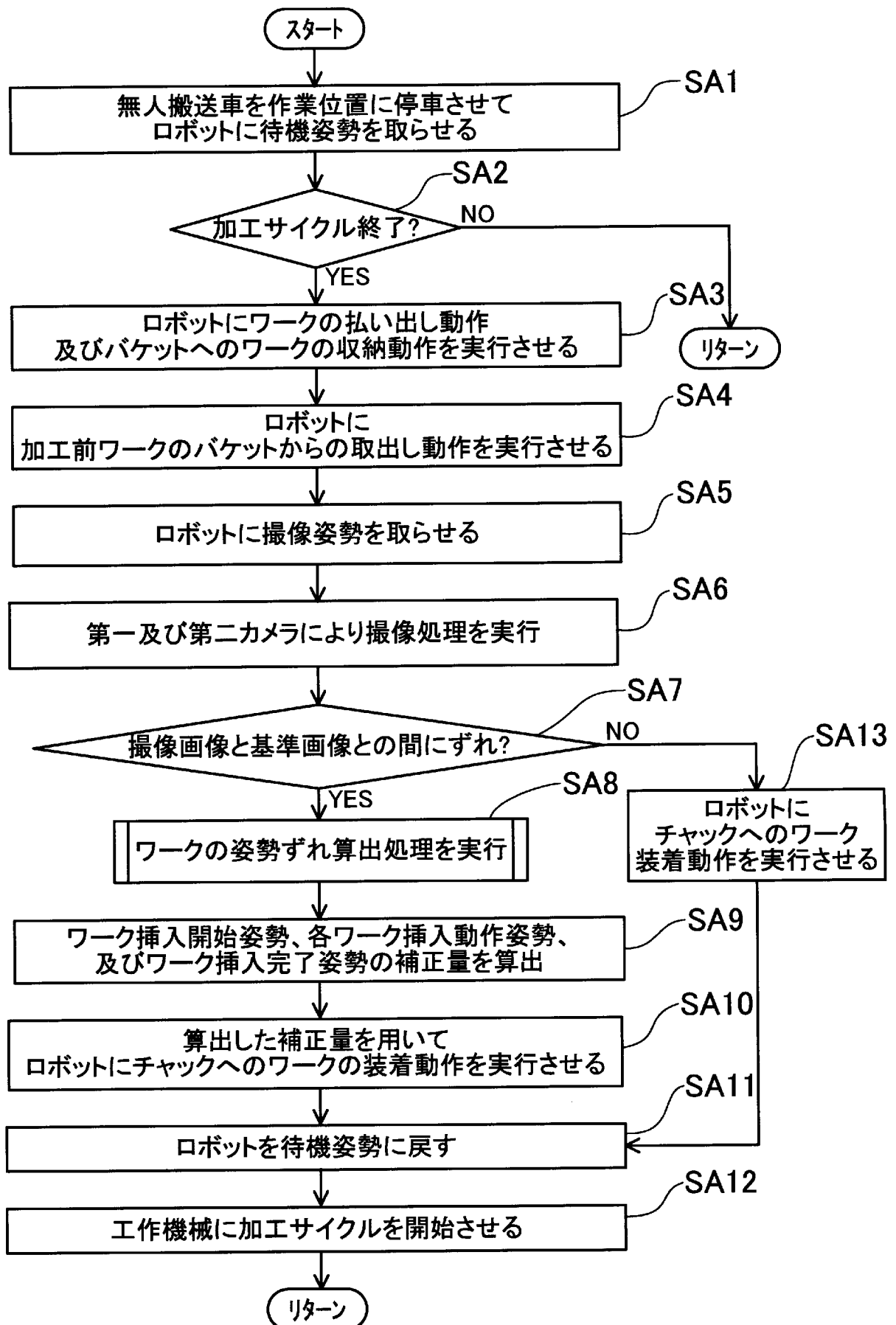
[図11]



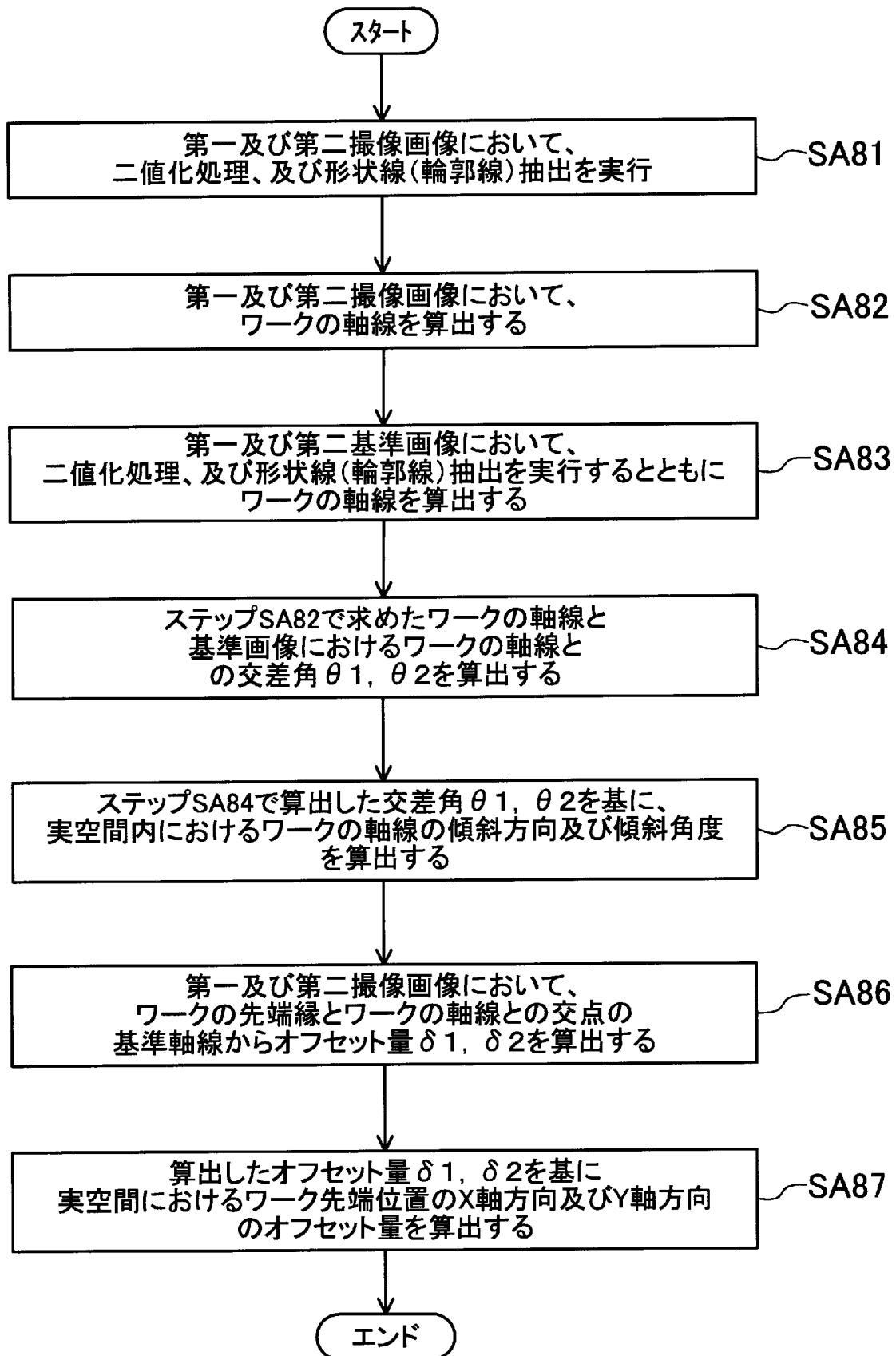
[図12]



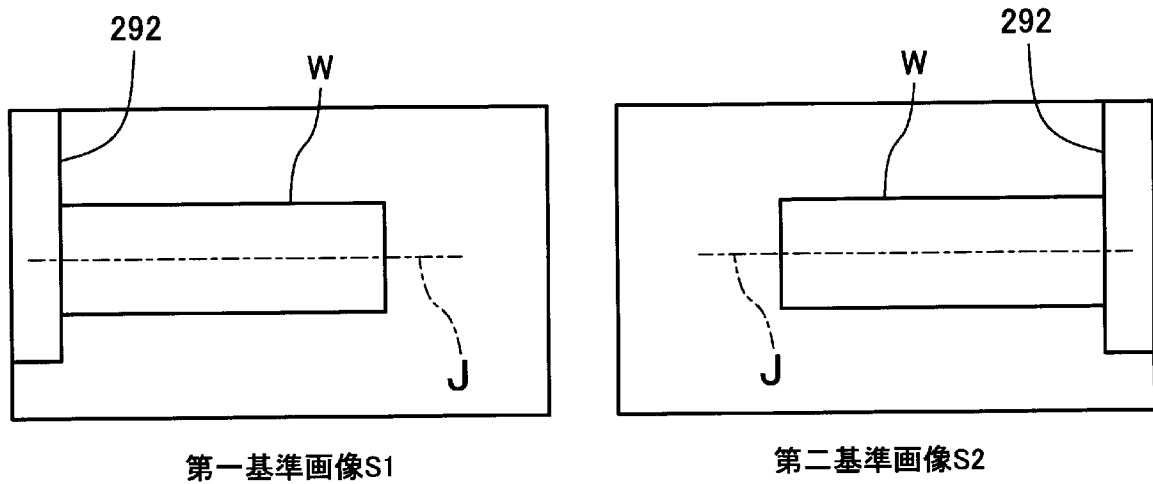
[図13]



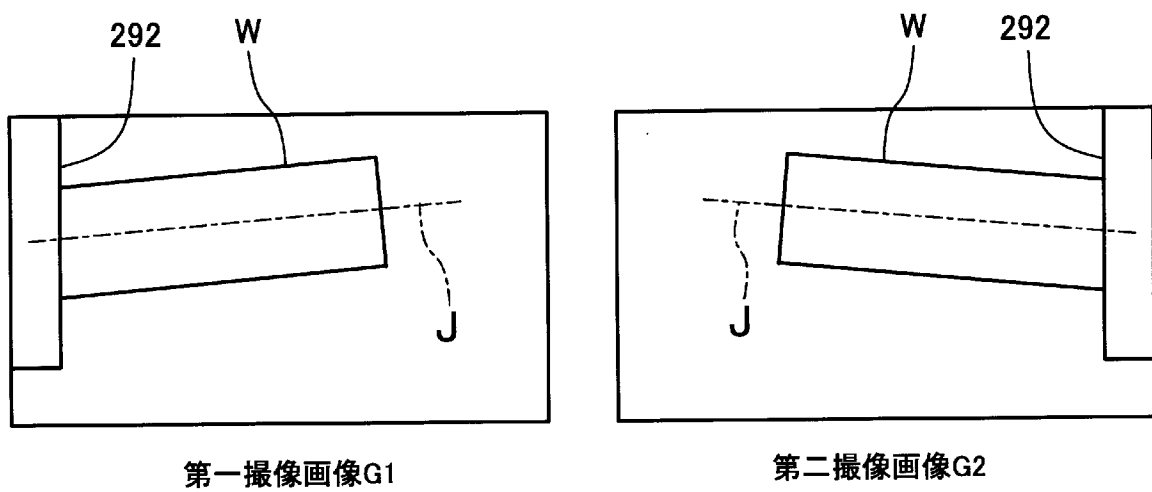
[図14]



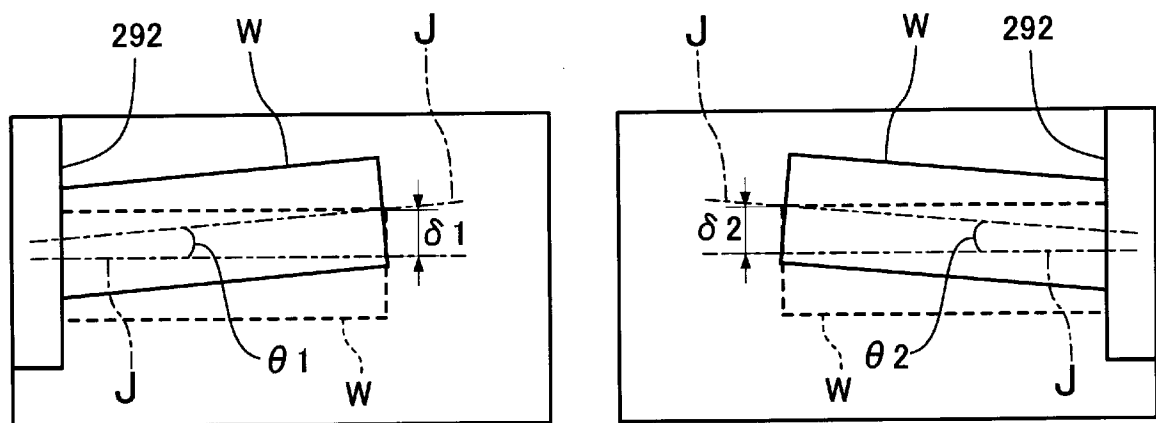
[図15A]



[図15B]

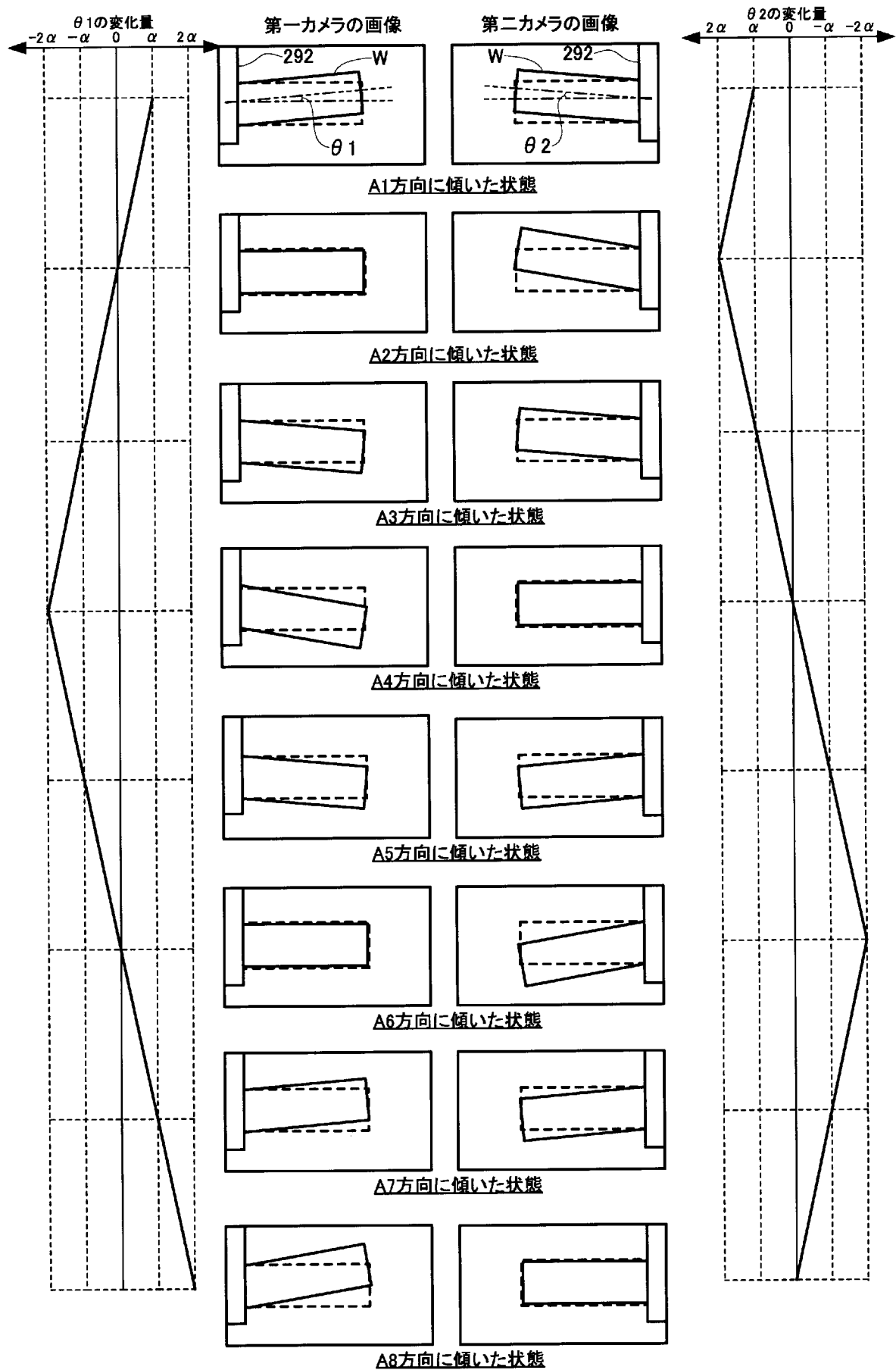


[図15C]

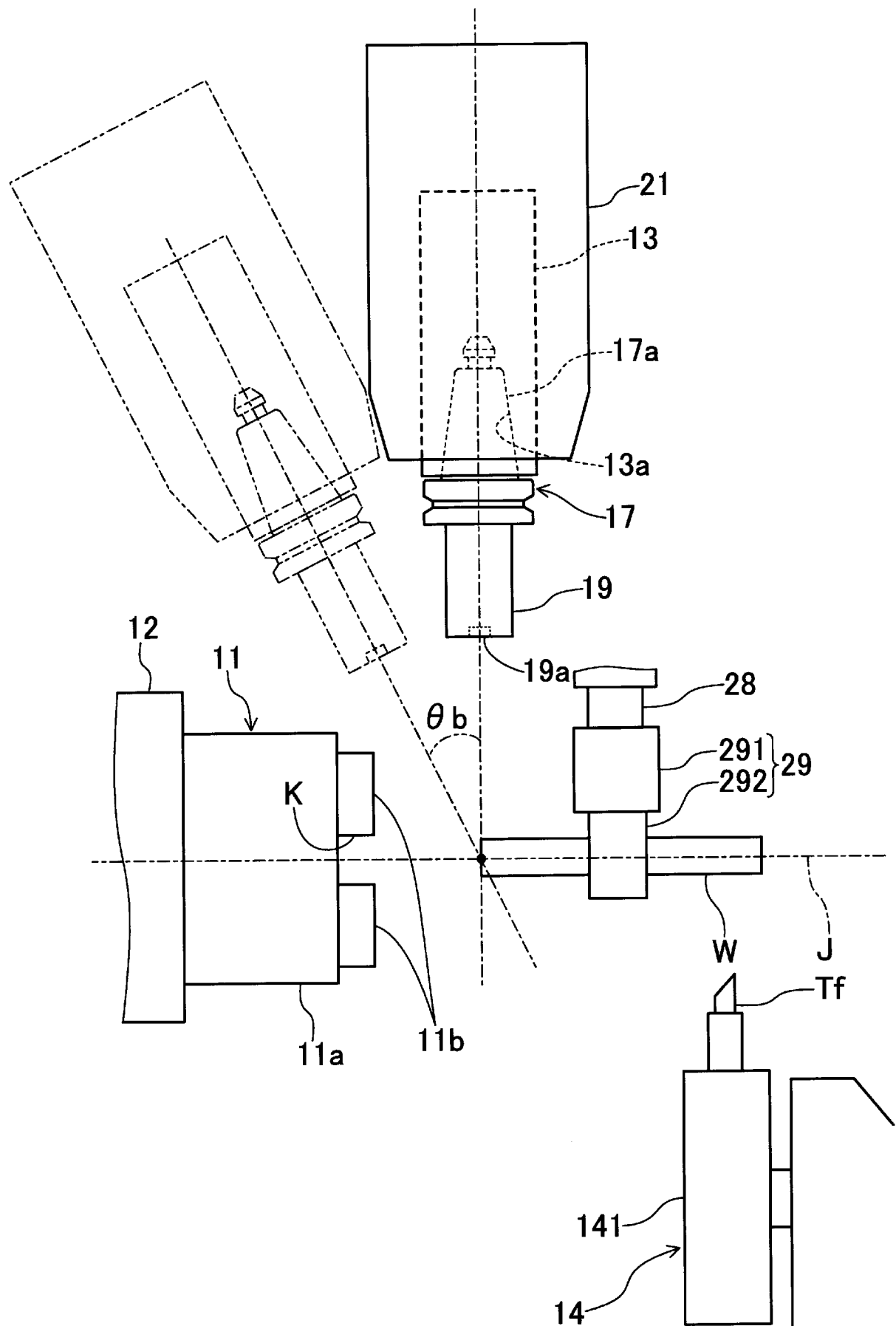


第一撮像画像G1と第一基準画像S1との比較 第二撮像画像G2と第二基準画像S2との比較

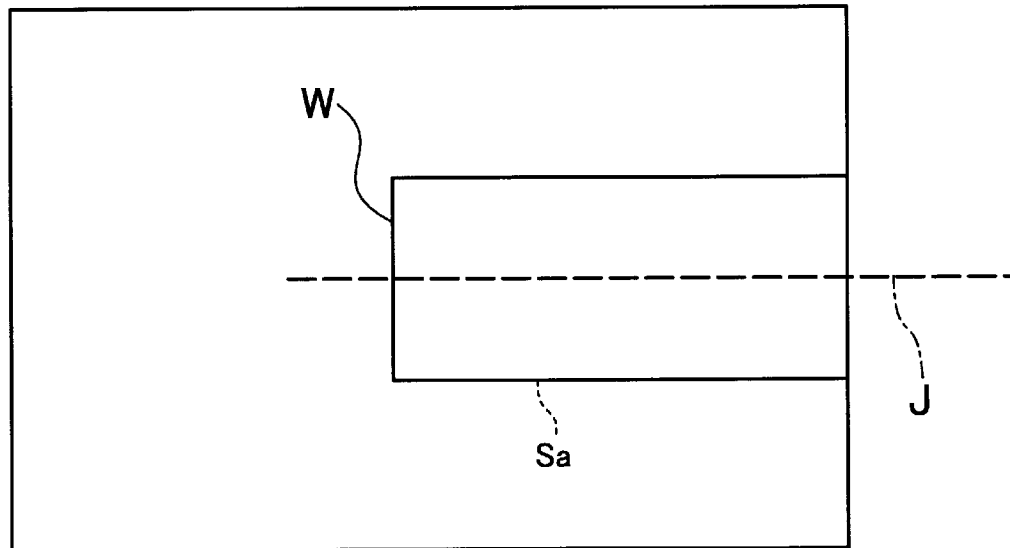
[図16]



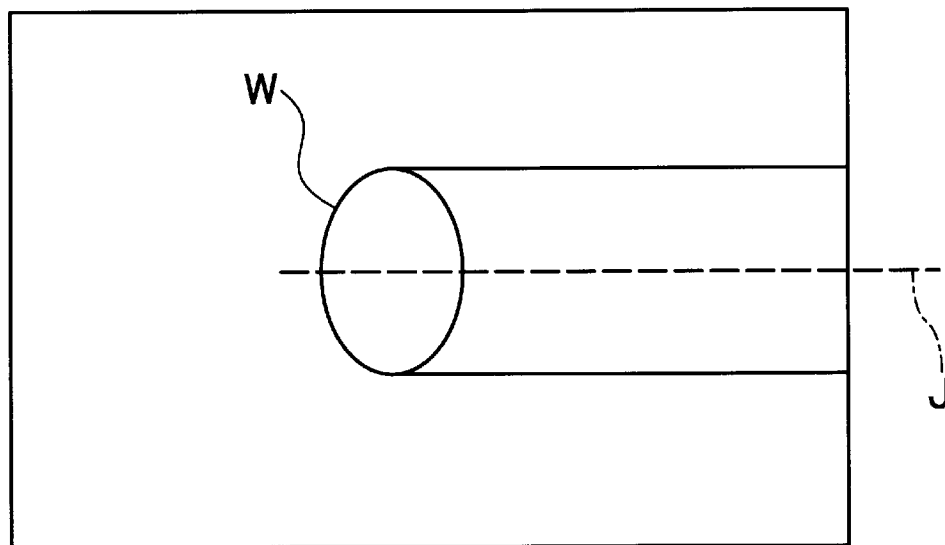
[図17]



[図18A]

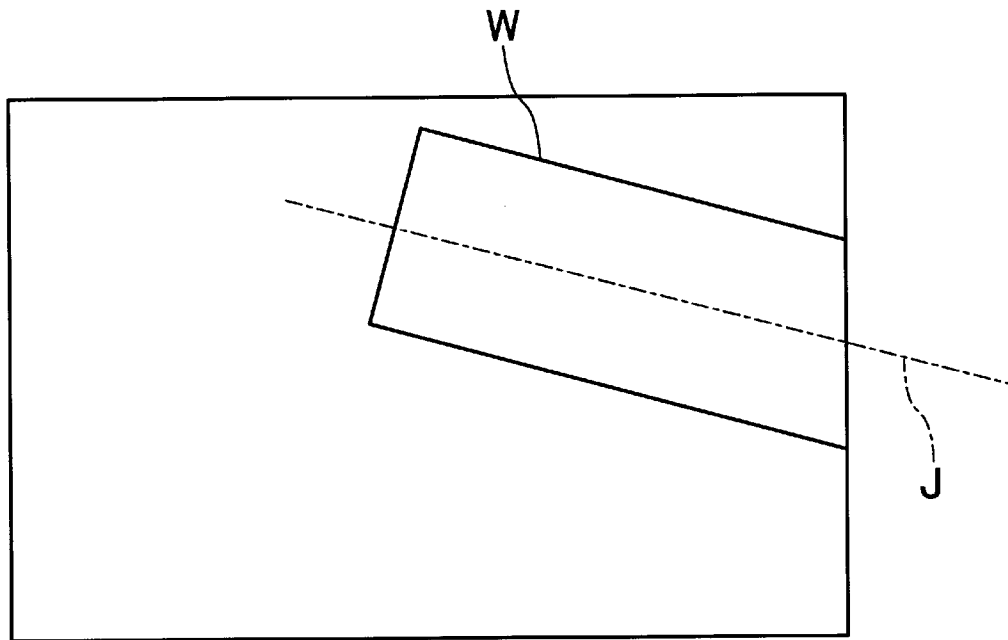


第一位置基準画像Sp1

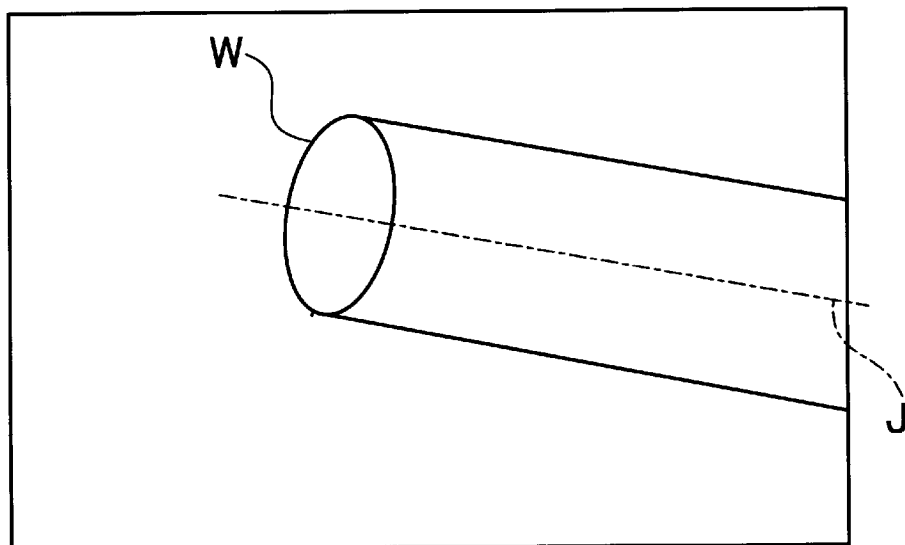


第二位置基準画像Sp2

[図18B]

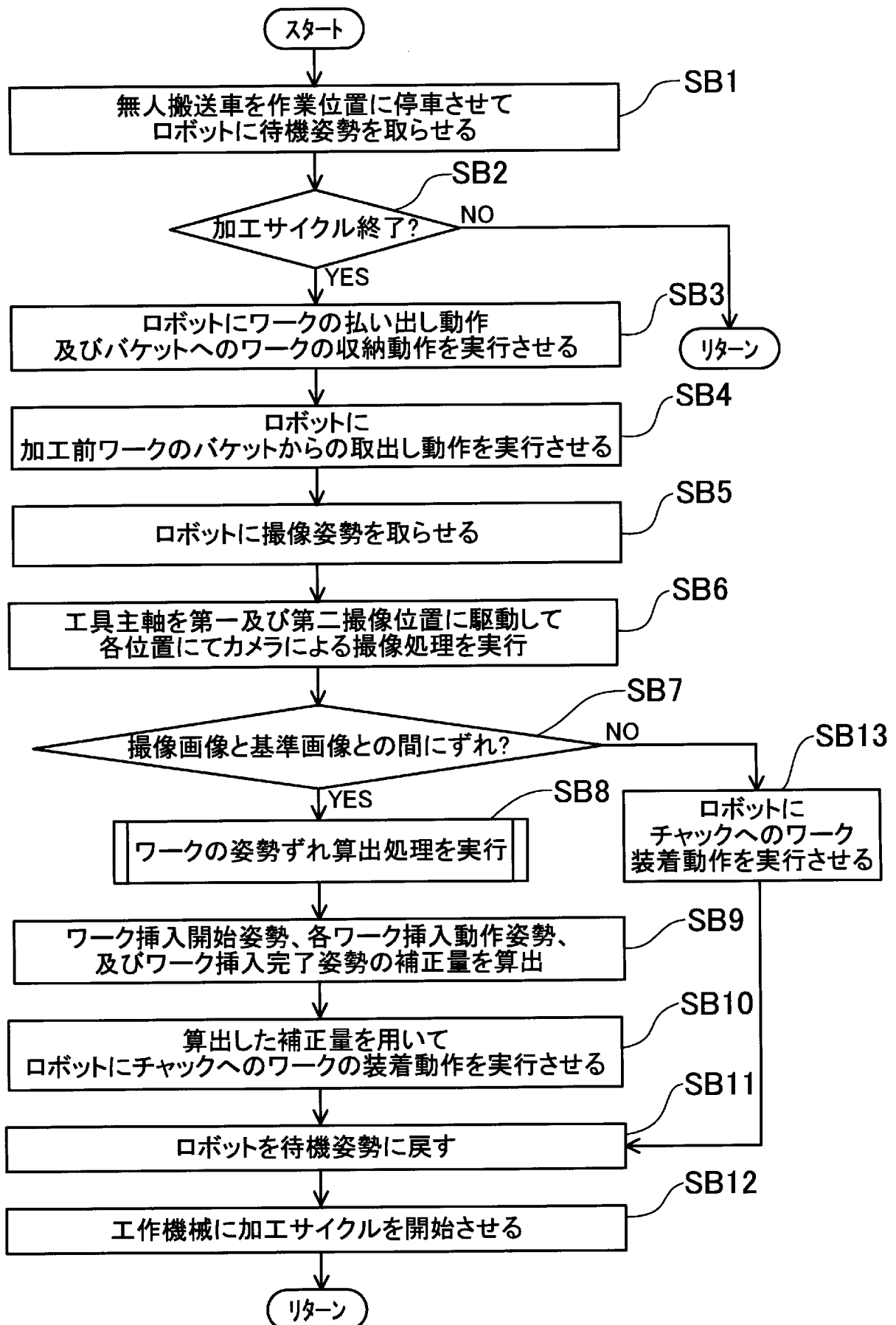


第一位置撮像画像Gp1

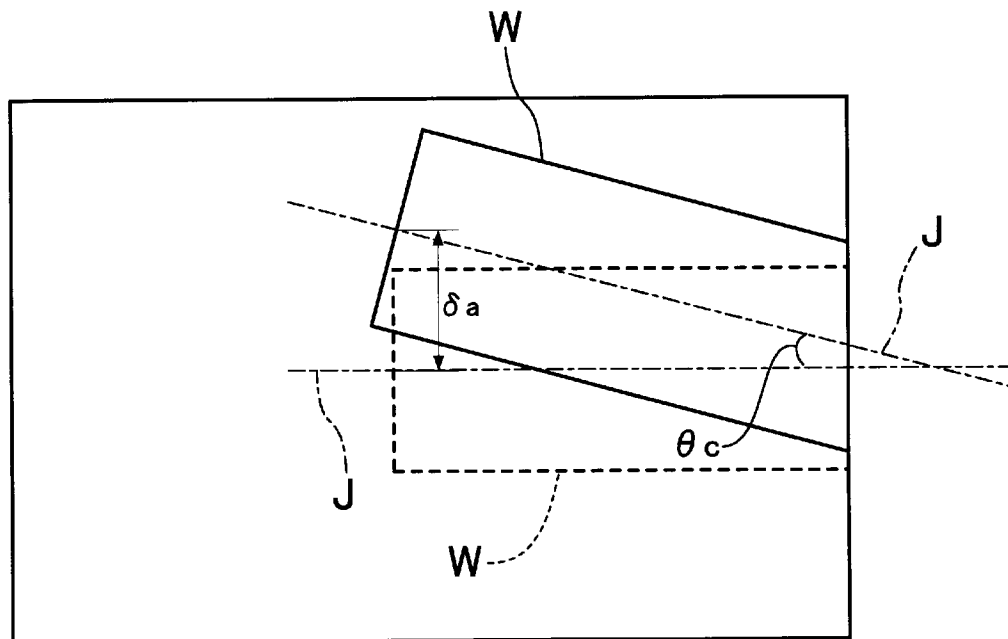


第二位置撮像画像Gp2

[図19]

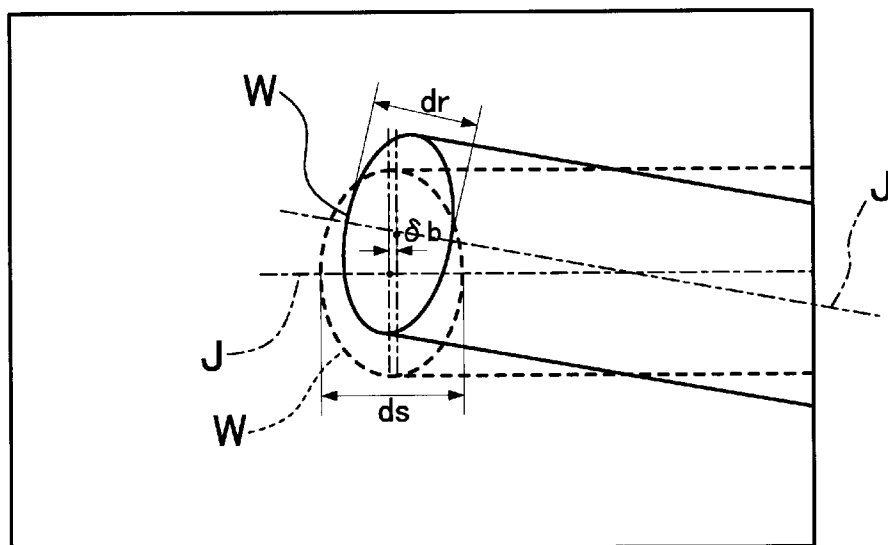


[図20]



第一位置撮像画像Gp1と第一位置基準画像Sp1との比較

[図21]



第二位置撮像画像Gp2と第二位置基準画像Sp2との比較

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/031671

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B23B 31/00**(2006.01)i; **B23Q 7/04**(2006.01)i; **B25J 13/08**(2006.01)i; **B23Q 17/00**(2006.01)i

FI: B25J13/08 A; B23Q7/04 B; B23Q7/04 K; B23B31/00 D; B23Q17/00 B

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23B31/00; B23Q7/04; B25J13/08; B23Q17/00

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 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
Y	JP 2013-78825 A (YASKAWA ELECTRIC CORP) 02 May 2013 (2013-05-02) paragraphs [0016]-[0038], [0052]-[0059]	1-9
Y	JP 2015-226954 A (SEIKO EPSON CORP) 17 December 2015 (2015-12-17) paragraphs [0030]-[0031], [0051]-[0062]	1-9
Y	JP 4174342 B2 (FANUC LTD) 29 October 2008 (2008-10-29) claim 2	3
Y	JP 2010-214546 A (FUJI ELECTRIC HOLDINGS CO LTD) 30 September 2010 (2010-09-30) paragraphs [0036]-[0037]	6-7
Y	JP 2002-254275 A (SOSHIN ELECTRIC CO LTD) 10 September 2002 (2002-09-10) paragraph [0010]	7
Y	JP 2014-87882 A (TOSHIBA MACH CO LTD) 15 May 2014 (2014-05-15) paragraph [0021]	7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 October 2021

Date of mailing of the international search report

02 November 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/031671

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2013-78825	A	02 May 2013	US 2013/0085604 A1 paragraphs [0030]-[0053], [0066]-[0073] EP 2578366 A2 CN 103029118 A	
JP	2015-226954	A	17 December 2015	US 2015/0343641 A1 paragraphs [0046]-[0047], [0112]-[0123] CN 105313127 A	
JP	4174342	B2	29 October 2008	US 2004/0162639 A1 claim 2 EP 1449626 A1	
JP	2010-214546	A	30 September 2010	(Family: none)	
JP	2002-254275	A	10 September 2002	(Family: none)	
JP	2014-87882	A	15 May 2014	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23B 31/00(2006.01)i; B23Q 7/04(2006.01)i; B25J 13/08(2006.01)i; B23Q 17/00(2006.01)i FI: B25J13/08 A; B23Q7/04 B; B23Q7/04 K; B23B31/00 D; B23Q17/00 B														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B23B31/00; B23Q7/04; B25J13/08; B23Q17/00 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
Y	JP 2013-78825 A（株式会社安川電機）02.05.2013（2013-05-02） 段落[0016]-[0038], [0052]-[0059]	1-9												
Y	JP 2015-226954 A（セイコーエプソン株式会社）17.12.2015（2015-12-17） 段落[0030]-[0031], [0051]-[0062]	1-9												
Y	JP 4174342 B2（ファナック株式会社）29.10.2008（2008-10-29） 請求項2	3												
Y	JP 2010-214546 A（富士電機ホールディングス株式会社）30.09.2010（2010-09-30） 段落[0036]-[0037]	6-7												
Y	JP 2002-254275 A（双信電機株式会社）10.09.2002（2002-09-10） 段落[0010]	7												
Y	JP 2014-87882 A（東芝機械株式会社）15.05.2014（2014-05-15） 段落[0021]	7												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 20.10.2021	国際調査報告の発送日 02.11.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 牧 初 3U 9064 電話番号 03-3581-1101 内線 3364													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/031671

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2013-78825	A	02.05.2013	US 2013/0085604 A1 段落[0030]-[0053], [0066]- [0073] EP 2578366 A2 CN 103029118 A	
JP	2015-226954	A	17.12.2015	US 2015/0343641 A1 段落[0046]-[0047], [0112]- [0123] CN 105313127 A	
JP	4174342	B2	29.10.2008	US 2004/0162639 A1 claim2 EP 1449626 A1	
JP	2010-214546	A	30.09.2010	(ファミリーなし)	
JP	2002-254275	A	10.09.2002	(ファミリーなし)	
JP	2014-87882	A	15.05.2014	(ファミリーなし)	