

(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
2024年12月19日(19.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/257136 A1

(51) 国際特許分類:
B25J 13/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/021644

(22) 国際出願日: 2023年6月12日(12.06.2023)

(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: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 荒井 大(ARAI Dai); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 柳原 政光(YANAGIHARA Masamitsu); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 林田 正太(HAYASHIDA Shota); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 一條 翼(ICHUO Tsubasa);

〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

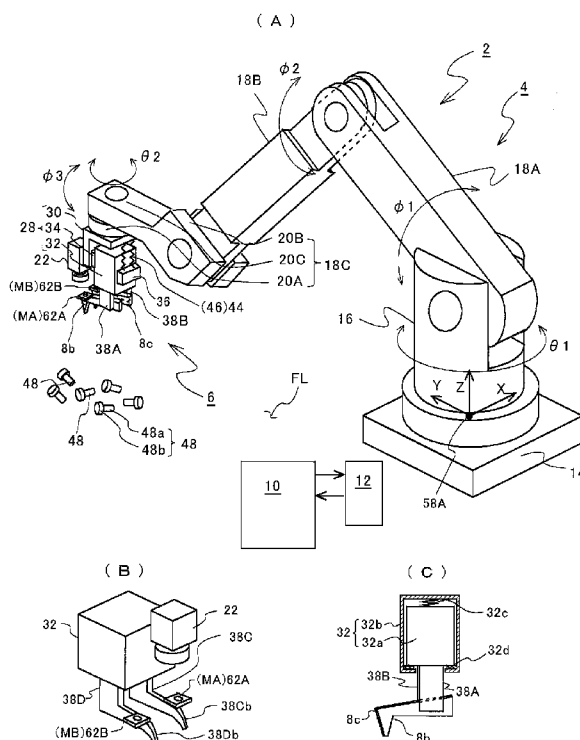
(74) 代理人: 大森 聡(OMORI Satoshi); 〒3380832 埼玉県さいたま市桜区西堀4丁目11番7号 627 大森特許事務所 Saitama (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: ROBOT DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING SAME

(54) 発明の名称: ロボット装置及びその制御方法



(57) Abstract: Provided is a robot device comprising: a robot hand to which a plurality of finger parts are provided; an arm part that drives the robot hand; a plurality of gripping parts that follow the plurality of finger parts and can grip an object; at least one identification part on at least one of the plurality of gripping parts; and a control unit that uses position information regarding the identification part and drives the robot hand via the arm part to position the plurality of gripping parts with respect to the object. Thus, positional alignment of the object and the robot hand can be efficiently performed.

(57) 要約: 複数のフィンガー部が設けられたロボットハンドと、前記ロボットハンドを駆動するアーム部と、複数の前記フィンガー部に従動して対象物を持つ可能な複数の把持部と、複数の前記把持部の少なくとも1つが有する少なくとも1つの識別部と、前記識別部の位置情報を用いて、前記アーム部を介して前記ロボットハンドを駆動して、前記対象物に対して複数の前記把持部を位置決めする制御部と、を備えるロボット装置が提供される。対象物とロボットハンドとの位置合わせを効率的に行うことができる。

MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)）

明 細 書

発明の名称： ロボット装置及びその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、ロボット装置及びロボット装置の制御方法に関する。

背景技術

[0002] 対象物を把持するためのロボットハンド（エンドエフェクタ）とロボットハンドを駆動するアーム部とを有し、ロボットハンドの撮像結果からロボットハンドのアーム部に対する位置ずれ量を検出可能なロボット装置が使用されている（例えば、特許文献1参照）。かかる技術においては、対象物とロボットハンドとの位置合わせを効率的に行うことが望まれている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2017-124468号公報

発明の概要

[0004] 本発明の第1の態様によれば、ロボット装置であって、複数のフィンガー部が設けられたロボットハンドと、そのロボットハンドを駆動するアーム部と、複数のそのフィンガー部に従動して対象物を把持可能な複数の把持部と、複数のその把持部の少なくとも1つが有する少なくとも1つの識別部と、その識別部の位置情報を用いて、そのアーム部を介してそのロボットハンドを駆動して、その対象物に対して複数のその把持部を位置決めする制御部と、を備えるロボット装置が提供される。

[0005] 第2の態様によれば、複数のフィンガー部が設けられたロボットハンドと、そのロボットハンドを駆動するアーム部と、を備えるロボット装置の制御方法であって、複数のそのフィンガー部に対して、対象物を把持可能な複数の把持部を従動させることと、複数のその把持部の少なくとも1つが有する少なくとも1つの識別部の位置情報を記憶することと、その識別部のその位置情報を用いて、そのアーム部を介してそのロボットハンドを駆動して、そ

の対象物に対して複数のその把持部を位置決めすることと、を含むロボット装置の制御方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0006] [図1] (A) は第 1 の実施形態のロボット装置を示す斜視図、(B) はフィンガーの変形例を示す斜視図、(C) はロボットハンドの変形例の要部を示す図である。

[図2] (A) は図 1 (A) のロボットハンドを示す側面図、(B) はロボットハンドのフィンガーを-Y 方向に見た正面図、(C) は撮像装置の視野内の画像の一例を示す図である。

[図3] ロボット装置及びロボットハンドの制御装置の一例を示す図である。

[図4] (A) はフィンガーに固定されているツールを示す平面図、(B) は図 4 (A) の状態を撮像した画像、(C) はワークの中心にツールの把持中心を合わせた状態を撮像した画像、(D) はワークをツールで把持した状態を撮像した画像である。

[図5] (A) はワークの中心線とツールの中心線との角度が大きい状態を撮像した画像、(B) はワークに対してロボットハンドを回転した後の状態を撮像した画像、(C) はワークの中心にツールの把持中心を合わせた状態を撮像した画像、(D) はマーク部材の他の例を示す平面図である。

[図6] (A) はマーク部材の検出方法の一例を示すフローチャート、(B) はロボットハンドでワークを把持する方法の一例を示すフローチャート、(C) はその把持する方法の変形例を示すフローチャートである。

[図7] (A) 及び (B) はそれぞれロボット装置を示す側面図、(C) 及び (D) はそれぞれ図 7 (A) 及び (B) の場合に撮像される画像である。

[図8] (A) は別のワークを把持する場合のロボットハンドの要部を示す側面図、(B) は図 8 (A) の状態において撮像装置で得られる画像を示す図、(C) は異なる 2 つの高さでワークを把持する場合を示す断面図である。

[図9] (A) はツールで複数のワークを把持する状態を示す平面図、(B) は図 9 (A) の場合のツールを示す側面図、(C) は複数のワークを把持でき

ない構成のツールの先端部の一例を示す断面図、（D）は図9（C）のツールの先端を示す側面図、（E）はツールの先端部の別の例を示す拡大図である。

[図10]第2の実施形態のロボット装置を示す斜視図である。

[図11]図10の撮像装置で撮像される画面の一例を示す図である。

[図12]（A）は変形例のロボットハンドを示す側面図、（B）は図12（A）のフィンガーを-Y方向に見た正面図、（C）は図12（A）の撮像装置の視野内の画像の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0007] [第1の実施形態]

以下、第1の実施形態につき図1（A）～図6（C）を参照して説明する。

図1（A）は本実施形態の多関節型のロボット装置2を示す。なお、ロボット装置2としては、他の水平多関節型（スカラ型）等の任意の構成のロボット装置を使用できる。図1（A）において、一例としてロボット装置2の設置面に平行に直交するX軸及びY軸を取り、その設置面に垂直にZ軸を取って説明する。その設置面はほぼ水平面であり、設置面の上方（鉛直方向の逆方向）をZ軸の+方向とする。X軸、Y軸、及びZ軸上の位置よりなる座標系をロボット座標系（X， Y， Z）と称する。

[0008] 図1（A）において、ロボット装置2は、ロボット本体部4と、ロボット本体部4に接合されたロボットハンド6と、ロボット装置2の動作を制御する制御装置10と、ロボットハンド6の動作を制御する制御装置12とを備えている。ロボット本体部4は、ベース部14と、ベース部14に連結された回転部16と、回転部16に順に変位可能に連結された第1のロボットアーム18A、第2のロボットアーム18B、及び第3のロボットアーム18Cとを備えている。そして、第3のロボットアーム18Cの先端部20Aにロボットハンド6が接合されている。ロボットハンド6はエンドエフェクタとも呼ぶことができる。

[0009] 一例として、回転部 16 は、Z 軸に平行な軸の回りの回転角 $\theta 1$ が制御可能であり、第 1 のロボットアーム 18 A は旋回角 $\phi 1$ が制御可能であり、第 2 のロボットアーム 18 B は旋回角 $\phi 2$ が制御可能であり、第 3 のロボットアーム 18 C は、旋回角 $\phi 3$ 及び先端部 20 A（ロボットハンド 6）の例えば Z 軸に平行な軸の回りの回転角 $\theta 2$ が制御可能である。また、第 3 のロボットアーム 18 C は、先端部 20 A の回転角 $\theta 2$ を変化させる回転部 20 C 及び旋回角 $\phi 3$ を変化させる傾斜駆動部 20 B を有する。回転部 20 C 及び傾斜駆動部 20 B はそれぞれ駆動用モータ及び回転角を検出するエンコーダを有する。回転部 16 及び他のロボットアーム 18 A, 18 B も同様に駆動用モータ及びエンコーダを有する。このため、第 3 のロボットアーム 18 C に接合されたロボットハンド 6 は、少なくとも X 方向（X 軸に沿った方向。以下同様。）、Y 方向、Z 方向の位置、及び Z 軸の回りの回転角を含む 4 自由度の位置（角度を含む）が制御可能である。

[0010] ロボット座標系（X, Y, Z）の原点 58 A は、一例としてベース部 14 の中心であるが、原点 58 A は任意の位置に設定又は変更が可能である。一例として、ロボットハンド 6 は Z 軸に平行な状態で移動するように、回転部 16 及びロボットアーム 18 A～18 C によって駆動される。なお、ロボットハンド 6 は少なくとも 5 個のエンコーダを有するため、ロボットハンド 6 の 3 自由度の位置、及び 2 自由度の角度を制御することも可能である。また、ロボット装置 2 の代わりに、3 自由度の位置及び 3 自由度の角度を制御可能なロボット装置（不図示）にロボットハンド 6 を接合してもよい。

[0011] また、ロボット装置 2 は、撮像装置 22 及び照明装置（不図示）を備えている。一例として、撮像装置 22 はロボットハンド 6 に装着されているが、撮像装置 22 はロボットハンド 6 以外の位置、例えばロボットアーム 18 C の側面、ロボット装置 2 の設置面上の測定位置等、又はロボット装置 2 が設置されている部屋の壁や天井等に設けてもよい。また、一例として撮像装置 22 は通常の 2 次元画像を撮像するカメラであり、その焦点位置は例えばロボットハンド 6 内に固定されている後述のツール 8 b, 8 c の先端部を含む

領域の近傍に設定され、その焦点深度は比較的深く設定されている。なお、撮像装置 22 はオートフォーカスレンズを備えてもよい。また、撮像装置 22 の焦点位置がツール 8 b, 8 c の先端部を含む領域の近傍にある場合、ツール 8 b, 8 c の先端をワーク 48 の載置面 F L に接触又は近接させた状態では、ワーク 48 も撮像装置 22 のほぼ焦点位置にあることになる。ただし、撮像装置 22 として立体カメラ（ステレオカメラ）等を使用してもよい。

[0012] また、本実施形態のロボットハンド 6 は 2 つの開閉するように駆動される 2 つのフィンガー 38 A, 38 B を有し、そのフィンガー 38 A, 38 B の内面にそれぞれ対象物を把持するための部材（以下、ツールという）8 b, 8 c がボルト B 1 等（図 2（A）参照）で固定されている。一例として、ツール 8 b, 8 c（把持部）はロボットハンド 6 の前方に突き出るように支持され、かつ下方に突き出た形状の先端部を有し、その先端部の間に対象物を把持可能である。なお、ツール 8 b, 8 c の先端部の形状は対象物に応じて任意の形状でよい。ツール 8 b, 8 c は金属製であるが、ツール 8 b, 8 c の一部又は全部を合成樹脂等から形成してもよい。フィンガー 38 A, 38 B を閉じることによって、フィンガー 38 A, 38 B の動きに従動してツール 8 b, 8 c が閉じて、可動部 8 b, 8 c の先端部の間に対象物を把持又は支持できる。また、フィンガー 38 A, 38 B を開くことによって、その動きに従動してツール 8 b, 8 c が開き、ツール 8 b, 8 c を対象物から離脱できる。

[0013] なお、一方のツール 8 b が固定され、他方のツール 8 c のみが可動であってもよい。すなわち、ツール 8 b, 8 c は相対的に開閉可能であればよい。この場合には、固定側のツール 8 b が固定されているフィンガー 38 A も固定されていてもよい。また、ツール 8 b, 8 c の代わりに、3 つ以上のツールを使用することもできる。この際に、その 3 つ以上のツールのうち少なくとも 1 つのツールのみが可動で、他のツールが固定されていてもよい。3 つ以上のツールをロボットハンド 6 で保持する場合、フィンガー 38 A 等の個数をそのツールと同じ個数としてもよい。さらに、その 3 つ以上のツールの

一部が固定されている場合には、固定されているツールを支持するフィンガー 38 A 等は固定でもよい。

[0014] また、フィンガー 38 A, 38 B にツール 8 b, 8 c を固定する代わりに、図 1 (B) に示すように、先端部 38 C b, 38 D b の形状がツールのような形状に加工されたフィンガー 38 C, 38 D を使用してもよい。以下では、ツール 8 b, 8 c で把持する処理対象物（把持対象物）は、水平面にほぼ平行な載置面 F L に載置された複数のワーク 48 であるとする。一例としてワーク 48 は軸部 48 a 及びヘッド部 48 b を有するボルトである。なお、処理対象物の形状は任意であり、処理対象物の大きさはツール 8 b, 8 c で把持可能な部分を有する範囲で任意である。さらに、ワークとしては、例えば長いひも状又はケーブル状のもの等であっても、断面形状の直径の部分で把持可能な範囲であれば、ツール 8 b, 8 c で把持可能である。

[0015] 図 2 (A) は図 1 (A) 中のロボットハンド 6 を示し、図 2 (A) は、ロボットハンド 6 が、ロボットアーム 18 C の先端部 20 A の下端に、ツール 8 b, 8 c の開閉方向が X 軸に平行な方向（X 方向）になるように接合された状態を示している。図 2 (A) において、ロボットハンド 6 は、先端部 20 A の下端に接合されたハンド本体部 28 と、ハンド本体部 28 の作動部 32 に連結された連結部 36 と、作動部 32 によって X 方向に開閉される一対のフィンガー 38 A, 38 B と、フィンガー 38 A, 38 B に固定されたツール 8 b, 8 c とを備えている。ツール 8 b, 8 c がフィンガー 38 A, 38 B によって X 方向に開閉される。フィンガー 38 A, 38 B は例えば金属製である。

[0016] また、ハンド本体部 28 は、先端部 20 A に接合された平板状の接合部（ジョイント）を有するフレーム 30 と、フレーム 30 にリニアスライダ 34 を介して Z 方向に相対移動可能に連結された作動部 32 とを有する。フレーム 30 の +Y 方向の側面に支持部材 50 を介して撮像装置 22 が支持されている。フレーム 30 の接合部は、先端部 20 A に対して機械的（ねじによる固定、可動の爪機構による固定、永久磁石による固定等）、又は電氣的（電

磁石による固定等）に接合されている。さらに、その接合部には、必要に応じて電気配線、圧縮空気の配管、及び／又は真空吸着用の配管等の接続部が設けられている。フレーム 30 の接合部には先端部 20 A に対する位置及び回転角が所定値になるように複数の凸部又は凹部等の位置決め部（不図示）が設けられている。

[0017] また、撮像装置 22 は、ツール 8 b, 8 c に対してわずかに斜め上方（+Y 方向及び +Z 方向）に配置されている。図 2（C）に示すように、撮像装置 22 の視野内で撮像される画像 22 G の中心を原点 58 B として、原点 58 B を通り画像 22 G の長手方向に平行に x 軸を取り、画像 22 G の短手方向に平行に y 軸を取り、座標系（x, y）を撮像装置 22 の座標系と称する。なお、原点 58 B の位置は任意である。図 2（C）の状態では、x 軸及び y 軸はそれぞれロボット座標系（X, Y, Z）の X 軸及び Y 軸に平行であるが、ロボットアーム 18 A～18 C によるロボットハンド 6 の駆動によって、撮像装置 22 の座標系（x, y）のロボット座標系（X, Y, Z）に対する位置及び角度は変化する。

[0018] さらに、撮像装置 22 の位置は、画像 22 G 内の原点 58 B よりも -y 方向側にツール 8 b, 8 c の像 8 b l, 8 c l の先端部が収まるように設定されている。また、撮像装置 22 の倍率は既知であるため、ツール 8 b, 8 c のロボット座標系（X, Y, Z）での Z 位置をある位置に設定した場合、制御装置 10 では、撮像装置 22 の画像 22 G 上での x 方向、y 方向の間隔（距離）をその倍率で割ることによって、その間隔に対応するロボット座標系（X, Y, Z）上での X 方向、Y 方向の間隔（近似値）を求めることができる。

[0019] また、フレーム 30 の接合部（上板部）と連結部 36 の X 方向の両側面との間に Z 軸に平行な方向に 2 つの伸縮可能な引っ張りコイルばね（以下、弾性部材という。）44 A, 44 B が接続されている。以下、弾性部材 44 A, 44 B をまとめて弾性部材 44 で表している。リニアスライダ 34 及び弾性部材 44 を含んで、フレーム 30 に対して可動部（作動部 32、フィンガ

ー 38 A、38 B、及びツール 8 b、8 c を含む部分) を Z 方向に弾性変位可能に支持するサスペンション機構 46 (緩衝機構) が構成されている。また、フレーム 30 に設けられたコの字型の制限部材 52 a と、制限部材 52 a の間を Z 方向に変位可能に作動部 32 に設けられたピン 52 b とから、フレーム 30 に対する作動部 32 (可動部) の Z 方向の変位を所定範囲内に制限するためのストッパ 52 が構成されている。ツール 8 b、8 c が処理対象物を把持していない状態で、ストッパ 52 は、ピン 52 b が制限部材 52 a の中間に位置するように設定されている。

[0020] なお、サスペンション機構 46 は、弾性部材 44 として引っ張りコイルばねの代わりに例えば板ばねを使用する機構など、その構成は任意である。また、本実施形態では、サスペンション機構 46 によって上述の可動部を支持している。別の構成として、例えば作動部 32 をフレーム 30 に固定して、ツール 8 b、8 c を作動部 32 に対して Z 方向に弾性変位可能に支持する構成のサスペンション機構等を使用してもよい。

[0021] さらに、フレーム 30 の内側の作動部 32 の上方に、作動部 32 との間隔を非接触で検出するための近接センサ 56 が設けられている。近接センサ 56 の検出結果より、フレーム 30 に対する可動部 (作動部 32 及びツール 8 b、8 c 等) の相対変位を検出でき、この検出結果より、ツール 8 b、8 c の先端がワーク 48 の載置面 FL に接触したかどうかを検出できる。なお、載置面 FL がある程度の導電性を有する場合には、近接センサ 56 の代わりに、ツール 8 b、8 c と載置面 FL との導通を検出する接触センサ等を使用してもよい。また、例えばフィンガー 38 A、38 B の側面に、ツール 8 b、8 c の先端部が設置面 FL に近接したかどうかを検出する近接センサを設け、この近接センサを用いてツール 8 b、8 c の先端が設置面 FL に近接したことを検出してもよい。

[0022] また、一例として、例えばロボット装置 2 の稼働開始時に、ツール 8 b、8 c の先端がワーク 48 の載置面 FL に接触したことを近接センサ 56 によって検出したときに、ロボット座標系 (X, Y, Z) の Z 軸上の位置 (以下

、Z位置ともいう)の値を0にプリセットしてもよい。このプリセット情報は例えば後述の座標算出部11C(図3参照)に供給される。この後、制御装置10及び12ではロボット座標系(X,Y,Z)のZ位置の値によってツール8b,8cの先端と載置面FLとのZ方向の間隔を認識してもよい。

[0023] また、先端部20Aからフレーム30を離脱させて、先端部20Aに、他の形状のツール8b,8c又は他の形状のフィンガー38A,38Bを備えたロボットハンドのフレーム30を接合することで、ロボットアーム18Cの先端部20Aに接合されているロボットハンド6の交換を行うことができる。また、先端部20Aに接合されているロボットハンド6において、フィンガー38A,38Bに固定されているツール8b,8cを、処理対象物の形状等に応じて他の異なる形状のツールに交換することもできる。

[0024] 図2(B)は図2(A)を-Y方向に見た正面図であり、図2(B)において、作動部32は、回転モータを含むフィンガー駆動部13C(図3参照)と、フィンガー駆動部13Cの回転量を減速して直線運動に変換してフィンガー38A,38Bを開閉する変換部(不図示)と、フィンガー駆動部13Cの回転角からフィンガー38A,38Bの位置及び間隔を検出する間隔検出部13B(図3参照)と、を有する。作動部32によって、1対のフィンガー38A,38Bが、ツール8b,8cを開閉方向(ここではX方向)に開閉する。

[0025] また、本実施形態では作動部32によって、フィンガー38A,38Bはツール8b,8cの開閉方向の間隔が変化するように駆動される。なお、作動部32は、ツール8b,8cが互いに独立にX方向に移動するようにフィンガー38A,38Bを作動させてもよい。

また、対象物を把持又は支持していない状態では、一例として-X方向のフィンガー38A(ツール8b)はX方向の可動範囲内で最も外側(-X方向)の位置(以下、待機位置ともいう)に待機しており、+X方向のフィンガー38B(ツール8c)はX方向の可動範囲内で最も外側(+X方向)の位置(以下、待機位置ともいう)に待機している。ツール8b,8cで対象

物を把持する際にはフィンガー 38 A, 38 B は待機位置からツール 8 b, 8 c を閉じるように移動し、対象物からツール 8 b, 8 c を離す際にはフィンガー 38 A, 38 B は待機位置側に移動する。

[0026] 次に、図 3 はロボット装置 2 の制御装置 10 及びロボットハンド 6 の制御装置 12 を示す。図 3 において、制御装置 10 は、例えばオペレータとの間で制御情報（使用するツールの種類、処理対象の対象物の位置等）の入出力を行う制御情報入出力部 11 A、ロボットハンド 6 の制御装置 12 との間での制御情報の送受、及び装置全体の動作の制御を行う主制御部 11 B と、ロボットアーム 18 A～18 C 等の動きを検出する少なくとも 5 軸のエンコーダの検出結果を処理して第 3 のロボットアーム 18 C の先端のロボットハンド 6 で保持されているツール 8 b, 8 c の先端部の座標及び回転角を算出する座標算出部 11 C とを有する。

[0027] さらに、制御装置 10 は、ロボットハンド 6 に装着されている撮像装置 22 の撮像信号を処理して例えばロボットハンド 6 で保持されているツール 8 b, 8 c の先端部と対象物との位置関係等を求める画像処理部 11 D と、座標算出部 11 C 及び画像処理部 11 D の処理結果に基づいて回転部 16 及びロボットアーム 18 A～18 C の動きを制御するアーム制御部 11 E と、各種データを記憶する記憶部 11 F とを有する。なお、画像処理部 11 D はロボットハンド 6 側の制御装置 12 に設けてもよい。記憶部 11 F は、例えば HDD (Hard Disk Drive) や SSD (Solid State Drive) 等の記憶装置、及び USB (Universal Serial Bus) メモリ等の不揮発性メモリのいずれかを含んでもよい。記憶部 11 F は、制御装置 10 のプログラム及び各種設定値等を記憶する。

[0028] また、制御装置 12 は、制御装置 10 の主制御部 11 B 及びアーム制御部 11 E との間での制御情報の送受、及びロボットハンド 6 全体の動作の制御を行うハンド制御部 13 A と、フィンガー 38 A, 38 B の開閉を行うフィンガー駆動部 13 C と、フィンガー 38 A, 38 B の位置及び間隔を検出する間隔検出部 13 B と、を有する。また、制御装置 12 は、フィンガー 38

A, 38Bに対するツール8b, 8cからの反力（フィンガー38A, 38Bによる力）をフィンガー把持力FFとして検出するフィンガー把持力検出部13Dと、図2の近接センサ56の検出信号を処理してロボットハンド6で保持しているツール8b, 8cが載置面FLに接触したかどうかを検出する接触検出部13Eと、記憶部13Fとを有する。記憶部13Fの構成は記憶部11Fと同様であり、記憶部13Fは制御装置12のプログラム及び各種設定値等を記憶する。

[0029] 一例として、フィンガー把持力検出部13Dは、フィンガー駆動部13Cの回転モータ部に流れる電流からフィンガー把持力FFを検出し、ハンド制御部13Aはその検出されるフィンガー把持力FFが予め設定されているレベル（規格値）以下になるようにフィンガー38A, 38B（フィンガー駆動部13C）の動作を制御する。これによって、ツール8b, 8c、フィンガー38A, 38B、及び／又は対象物の破損等を防止できる。なお、フィンガー把持力検出部13Dの代わりに、例えばフィンガー38A, 38Bに設けた歪みゲージ、又は圧力センサ等のフィンガー把持力FFを検出可能なセンサを使用できる。ハンド制御部13Aに入力される制御情報は、例えばツール8b, 8cによる対象物の把持開始命令及び把持解除命令を含み、ハンド制御部13Aから主制御部11Bに出力される制御情報は、例えばツール8b, 8cによる対象物の把持完了を示す情報、及びツール8b, 8cによる対象物の把持の解除の完了（対象物からのツールの離脱の完了）を示す情報を含む。

[0030] 次に、本実施形態のロボット装置2の基本的な動作の一例につき説明する。まず、図4（A）は、図2（A）のロボットハンド6の作動部32側から見たフィンガー38A, 38B、ツール8b, 8c、及び把持対象のワーク48等を示す。ワーク48は直径の小さい軸部48a及び直径の大きいヘッド部48bを有する。ロボット装置2では、一例としてツール8b, 8cの先端をワーク48の載置面FLに接触させた状態（又は載置面FLから僅かに高い位置に設定した状態）でロボットハンド6（ツール8b, 8c）をX

方向、Y方向に移動させて、ツール8b、8cの先端の間にワーク48の軸部48aを収めた後、フィンガー38A、38Bを閉じてツール8b、8cの間にワーク48の軸部48aを把持する。

- [0031] 図4(A)において、ツール8b及び8cの先端部（撮像装置22の画像22G内で撮像可能な部分）に、それぞれマークMA、MBが形成された小さい金属等の平板状のマーク部材62A及び62Bが固定されている。一例として、マークMA、MBの中心を結ぶ線分上の中点をツール8b、8cの把持中心58Cとみなすこととする。把持中心58Cはツール8b及び8cの先端の中心（中間点）からわずかに内側に設定されている。マーク部材62A、62Bはツール8b及び8cの開閉の障害にならない状態で、ツール8b及び8cの上面に例えば接着又は粘着等で固定されている。本実施形態では、マークMA、MBは互いに同じ円形の形状であるが、マークMA、MBは互いに異なる形状でもよい。さらに、例えばツール8b及び8cの一部の形状に識別性があるような場合には、その形状の部分を、マークMA、MB又はマーク部材62A、62Bの代わりに使用することも可能である。
- [0032] また、マークMA、MBとしては例えば円形以外の十字型若しくは多角形等の記号、アルファベット若しくは数字、又はバーコード等の所定の情報を含む記号などの任意のマーク又はマーカが使用できる。なお、マークMA、MBとしては、エイプリルタグ(AprilTag又はApril Tag)、又はQRコード（登録商標）（2次元バーコード）のような識別コードを使用することもできる。そのような識別コード又は認識コードによって、把持対象物（ワーク）に対して使用しているツール8b、8cが正しい形状であるかどうかを認識して管理することもできる。なお、エイプリルタグは、3次元上の物体の位置及び姿勢を検出するアプリケーション用の視覚的マーク（マーカ）である。また、エイプリルタグは、AR（Augmented Reality）マーカ、即ち拡張現実マーカの一例でもある。

- [0033] 本実施形態では、ツール8b、8cは、Y軸及びZ軸を含む面にほぼ平行な面内の中心線8c1に関してほぼ線対称であり、マークMA、MBはツ

ル 8 b, 8 c に対して中心線 8 c l に関してほぼ線対称な位置に固定されている。また、ツール 8 b, 8 c は撮像装置 2 2 の光軸に垂直な面に対して傾斜しているため（図 2 (A) 参照）、ツール 8 b, 8 c に固定されるマーク部材 6 2 A, 6 2 B のマーク MA, MB は、撮像装置 2 2 で撮像した場合に撮像装置 2 2 の画像から良好に識別できる形状でマーク部材 6 2 A, 6 2 B に形成されている。

[0034] 図 4 (B) は、図 4 (A) の状態のツール 8 b, 8 c 及びワーク 4 8 を図 2 (A) の撮像装置 2 2 で撮像して得られる画像 2 2 G を示す。図 4 (B) において、画像 2 2 G 内にツール 8 b, 8 c の像 8 b l, 8 c l、マーク部材 6 2 A, 6 2 B の像 6 2 A l, 6 2 B l、マーク MA, MB の像 MA l, MB l、及びワーク 4 8 の像 4 8 l が表示されている。画像 2 2 G の情報が図 3 の画像処理部 1 1 D に供給され、画像処理部 1 1 D では、2 つのマークの像 MA l, MB l の中心をツール 8 の把持中心 5 8 C の像 5 8 C l とみなす。また、画像処理部 1 1 D では、一例としてワーク 4 8 の像 4 8 l の中で、軸部 4 8 a の像の中心をワーク 4 8 の中心の像 4 8 c l とみなす。さらに、画像処理部 1 1 D では、ワーク 4 8 の中心の像 4 8 c l と、ツール 8 b, 8 c の把持中心の像 5 8 C l との画像 2 2 G 上での x 方向の間隔 δx 、及び y 方向の間隔 δy を求め、さらにこれらの間隔（距離）を撮像装置 2 2 の倍率で割って、その間隔をロボット座標系 (X, Y, Z) 上での X 方向、Y 方向の間隔に変換した間隔を求め、求めた間隔を主制御部 1 1 B を介してアーム制御部 1 1 E に供給する。

[0035] これに応じて、アーム制御部 1 1 E がその間隔を相殺するように回転部 1 6 及びロボットアーム 1 8 A ~ 1 8 C を駆動することによって、図 4 (C) の撮像装置 2 2 の画像 2 2 G で示すように、ワーク 4 8 の中心の像がツール 8 b, 8 c の把持中心の像 5 8 C l にほぼ一致する。なお、この状態で、ワーク 4 8 の中心の像とツール 8 b, 8 c の把持中心の像 5 8 C l とが大きく位置ずれしている場合には、再度、ワーク 4 8 の中心の像と把持中心の像 5 8 C l とが一致するようにロボットアーム 1 8 A ~ 1 8 C 等を駆動すればよ

い。その後、ツール 8 b, 8 c を閉じることによって、図 4 (D) の画像 2 2 G 内でツールの像 8 b l, 8 c l によってワークの像 4 8 l が挟み込まれるように、ツール 8 b, 8 c の間にワーク 4 8 の軸部が把持される。また、図 4 (C) に示すように、ワーク 4 8 の中心線（軸部 4 8 a の中心を通る直線）とツール 8 b, 8 c の中心線とがある程度傾斜していても、ツール 8 b, 8 c を閉じることによって、ワーク 4 8 の中心線とツール 8 b, 8 c の中心線とがほぼ平行になり、ツール 8 b, 8 c 間にワーク 4 8 を把持できる。この後、ロボットアーム 1 8 A ~ 1 8 C 等を駆動して、ロボットハンド 6 のツール 8 b, 8 c で把持するワーク 4 8 をワークの保管箱（不図示）等に搬送し、フィンガー 3 8 A, 3 8 B（ツール 8 b, 8 c）を開いてワーク 4 8 から離脱させることで、ワーク 4 8 の移動が完了する。

なお、ワーク 4 8 を把持する位置は、必ずしもワークの中心 4 8 c である必要はない。個々のワーク毎に適切な把持位置がツール 8 b, 8 c の把持中心に一致するように、ツール 8 b, 8 c を位置決めしてもよい。例えばワークの重心位置がツール 8 b, 8 c の把持中心に一致するようにしてもよい。

[0036] 次に、本実施形態のロボット装置 2 の制御方法の一例につき図 6 (A) ~ (C) のフローチャートを参照して説明する。まず、準備工程として図 6 (A) のステップ 1 0 2 において、図 4 (A) に示すようにロボットハンド 6 のフィンガー 3 8 A, 3 8 B にツール 8 b, 8 c を固定（装着）する。さらに、ステップ 1 0 4 において、ツール 8 b, 8 c の先端部に、マーク M A, M B が形成されたマーク部材 6 2 A, 6 2 B を取り付け。なお、ステップ 1 0 4 を先に実行した後、ステップ 1 0 2 を実行してもよい。その後、ステップ 1 0 6 において、図 4 (A) に示すように（ツール 8 b, 8 c の先端の Z 位置は任意でよい）、撮像装置 2 2 でツール 8 b, 8 c の先端のマーク部材 6 2 A, 6 2 B のマーク M A, M B の像を撮像する。

[0037] さらにステップ 1 0 8 において、画像処理部 1 1 D は、得られた画像 2 2 G からマーク M A, M B の像の中心（把持中心 5 8 C の像又は把持位置）の撮像装置 2 2 の座標系 (x, y) 上での位置 (x m, y m) を算出し、得ら

れた位置 (x_m , y_m) を記憶部 11F に記憶する。なお、撮像装置 22 に対するツール 8b, 8c の相対位置がほとんど変化しない場合には、その後、撮像装置 22 によるマーク MA, MB の撮像を省略して、その記憶した位置 (x_m , y_m) を把持位置として使用できる。ただし、振動又は短期の経時変化等で撮像装置 22 に対するツール 8b, 8c の相対位置が変動する可能性がある場合には、ステップ 106, 108 を繰り返して実行してもよい。

[0038] その後、ロボット装置 2 で図 1 (A) の複数のワーク 48 をワークの保管箱 (不図示) 等に搬送する場合には、図 6 (B) のステップ 112 において、図 2 (A) に示すように、ロボットハンド 6 で保持するツール 8b, 8c の先端をワーク 48 の載置面 FL に接触させる。この際に、近接センサ 56 の検出信号からツール 8b, 8c の先端が載置面 FL に接触したことを検出できる。なお、予めツール 8b, 8c の先端が載置面 FL に接触したときに Z 位置を 0 にプリセットしておいた場合には、単にロボット座標系 (X, Y, Z) 上で Z 位置が 0 になるように、ロボットアーム 18A~18C 等を介してロボットハンド 6 を駆動してもよい。なお、ツール 8b, 8c の先端が載置面 FL に接触したことは、例えばロボットハンド 6 の側面方向から載置面 FL 付近の像を撮像している撮像装置 (不図示) の画像から画像処理で判断してもよい。さらに、オペレータが目視でツール 8b, 8c の先端が載置面 FL に接触したことを判断し、そのときの Z 位置を 0 に設定してもよい。また、ステップ 112 において、ツール 8b, 8c の先端の高さを載置面 FL から所定値 δZ (例えばワーク 48 に当たらない高さ) だけ高い位置に設定してもよい。

[0039] そして、ステップ 114 において、ロボットアーム 18A~18C 等を介してツール 8b, 8c の先端を載置面 FL から所定値 δZ だけ上昇させた状態で (ステップ 112 でツール 8b, 8c の高さをその所定値に設定したときには、そのままの高さで)、撮像装置 22 の画像 22G 内にワーク 48 が入る位置までロボットハンド 6 を X 方向、Y 方向に駆動し、撮像装置 22 で

ワーク４８を撮像する。

そして、ステップ１１６において、画像処理部１１Ｄでは図４（Ｂ）に示すように、ワークの像４８Ⅰの中心から把持中心の像５８ＣⅠ（把持中心）への画像２２Ｇ上でのｘ方向、ｙ方向の間隔 δx 、 δy を求め、この間隔からロボット座標系（Ｘ，Ｙ，Ｚ）上の間隔（位置ずれ量）を求める。

[0040] さらにステップ１１８において、その位置ずれ量を相殺するようにロボットアーム１８Ａ～１８Ｃ等によってロボットハンド６を移動した後、ツール８ｂ，８ｃの先端を載置面ＦＬに接触させるか、又はツール８ｂ，８ｃの先端を載置面ＦＬに近接させる。そして、ステップ１２０においてロボットハンド６のツール８ｂ，８ｃでワーク４８が把持される。そして、ステップ１２２において、ロボットアーム１８Ａ～１８Ｃ等を駆動してロボットハンド６を移動して、ロボットハンド６のツール８ｂ，８ｃで把持しているワーク４８を保管箱等に搬送し、ワーク４８からツール８ｂ，８ｃを離脱させる。その後、ステップ１２４において、残りのワーク４８がある場合には、ステップ１１２に移行して、次のワーク４８が載置面ＦＬから保管箱等に搬送される。ステップ１２４において、残りのワーク４８がなくなったときに、搬送工程が終了する。

[0041] なお、ステップ１１４の撮像結果から、ワーク４８とツール８ｂ，８ｃとの角度が大きい場合には、図６（Ｃ）の回転角補正工程を実行してもよい。図６（Ｃ）のステップ１２８において、画像処理部１１Ｄは図５（Ａ）に示すように、撮像装置２２の画像２２Ｇ上で、ワークの中心線の像４８ｃⅠⅠと、ツールの中心線の像８ｃⅠⅠとの角度 $\Delta\theta$ を算出する。角度 θ はほぼＺ軸に平行な軸の回りの角度である。そして、ステップ１３０において、その角度 $\Delta\theta$ が所定角度（例えば３０度等）より小さい場合には、ツール８ｂ，８ｃでワーク４８を把持可能であるため、回転角の補正を行うことなくステップ１１６に移動して、ツール８ｂ，８ｃでワーク４８を把持する。

[0042] 一方、ステップ１３０において、角度 θ がその所定角度以上の場合にはステップ１３２に移行して、その角度 θ を相殺するようにロボットアーム１８

A～18C等を駆動してロボットハンド6（ツール8b, 8c）をZ軸に平行な軸の回りに回転させる。この結果、図5（B）に示すように、ワーク48の中心線の像48c1は、ツール8b, 8cの中心線の像に平行になる。この後、動作はステップ116に移行する。なお、ワークの形状がほぼ円形のような角度補正なしで把持できる場合には、回転角補正の必要はないため、図6（C）の回転角補正工程は省略できる。そして、画像処理部11Dでは図5（B）において、ワークの像481の中心48c1から把持中心の像58C1へのx方向、y方向の間隔 δx , δy を求め、この間隔からロボット座標系（X, Y, Z）上の間隔（位置ずれ量）を求める。さらに、ステップ118において、その位置ずれ量を相殺するようにロボットハンド6を移動し、ステップ120において、図5（C）のツールの像8b1, 8c1で示すように、ツール8b, 8cを閉じることによってツール8b, 8cでワーク48を把持できる。

[0043] このように本実施形態によれば、ロボットハンド6のフィンガー38A, 38Bで開閉されるようにツール8b, 8cが固定されている。また、ツール8b, 8cに取り付けたマーク部材62A, 62BのマークMA, MBの像を検出し、この検出結果より例えばツールの把持中心58Cの像58C1を求め、この像58C1をワーク48の像481の中心に合わせるようにロボットハンド6を駆動することによって、ワーク48に対するロボットハンド6（ツール）の位置合わせを効率的に正確に行うことができる。なお、ツールの把持中心58Cに対しては、ワーク48の把持に適した任意の位置を合わせてもよい。この結果、ロボットハンド6のツール8b, 8cでワーク48を効率的に正確に把持できる。

[0044] また、ワーク48とツール8b, 8cとの角度が所定角度以上である場合に、ロボットハンド6（ツール）をその角度を相殺するように回転することによって、ワーク48とツール8b, 8cとの位置合わせを効率的に行うことができる。

また、ツール8b, 8cの先端をワーク48の載置面FLに接触させて、

ワーク４８に対してツール８ｂ，８ｃを位置合わせしているため、Ｚ方向の位置合わせを自動的に行うことができる。このため、通常の撮像装置２２で撮像される２次元の画像を用いてワーク４８に対してツール８ｂ，８ｃの位置合わせを効率的に行うことができる。

[0045] 上述のように本実施形態のロボット装置２は、複数のフィンガー３８Ａ，３８Ｂが設けられたロボットハンド６と、ロボットハンド６を駆動する回転部１６及びロボットアーム１８Ａ～１８Ｃ（アーム部）と、複数のフィンガー３８Ａ，３８Ｂに従動してワーク４８を把持可能な複数のツール８ｂ，８ｃ（把持部）と、複数のツール８ｂ，８ｃが有するマーク部材６２Ａ，６２Ｂ（識別部）と、マーク部材６２Ａ，６２Ｂの位置情報を用いて、そのアーム部を介してロボットハンド６を駆動して、ワーク４８に対して複数のツール８ｂ，８ｃを位置決めする主制御部１１Ｂ（制御部）と、を備えている。

[0046] また、ロボット装置２の制御方法は、複数のフィンガー３８Ａ，３８Ｂが設けられたロボットハンド６と、ロボットハンド６を駆動する回転部１６及びロボットアーム１８Ａ～１８Ｃ（アーム部）と、を備えるロボット装置２の制御方法であって、複数のフィンガー３８Ａ，３８Ｂに対して、ワーク４８を把持可能な複数のツール８ｂ，８ｃ（把持部）に従動させるステップ１０４，１１２と、複数のツール８ｂ，８ｃが有するマーク部材６２Ａ，６２Ｂの位置情報を記憶するステップ１０８と、マーク部材６２Ａ，６２Ｂの位置情報を用いて、そのアーム部を介してロボットハンド６を駆動して、ワーク４８に対して複数のツール８ｂ，８ｃを位置決めするステップ１１４，１１６，１１８とを含んでいる。

[0047] 本実施形態によれば、ツール８ｂ，８ｃが有するマーク部材６２Ａ，６２Ｂの位置情報からツール８ｂ，８ｃの位置（把持中心）を求めているため、ツール８ｂ，８ｃ又はフィンガー３８Ａ，３８Ｂの形状が識別困難な形状であるような場合でも、又はツール８ｂ，８ｃ若しくはフィンガー３８Ａ，３８Ｂの形状とワーク４８の形状との識別が困難な場合でも、ワーク４８とロボットハンド６との位置合わせを効率的に、かつ高精度に行うことができる。

。

また、処理対象物に応じた形状のツール 8 b, 8 c をフィンガー 3 8 A, 3 8 B に固定して、フィンガー 3 8 A, 3 8 B でツール 8 b, 8 c を開閉できるため、処理対象物に応じた形状のツールを用いて処理対象物を効率的に、又は処理対象物を損傷することなく把持して移動できる。

[0048] なお、上述の実施形態ではツール 8 b, 8 c で把持したワーク 4 8 を移動している。しかしながら、上述の実施形態のロボットハンド 6 で保持するツール 8 b, 8 c で把持又は支持した処理対象物を押え込んだり、捻りを与えたり、引き抜いたり、剥がしたり、又は貼り付けたりする等の種々の操作を行うことも可能である。

また、上述の実施形態では、2つのフィンガー 3 8 A, 3 8 B が可動であるが、例えば一方のツール 8 b のみを一方のフィンガー 3 8 A で可動として、他方のツール 8 c を固定してもよい。この場合、他方のフィンガー 3 8 B は固定してもよい。そして、ロボットハンド 6 では1つのフィンガー 3 8 A のみを作動させて、ツール 8 b, 8 c を開閉させることになる。この際にツール 8 b のみにマーク部材 6 2 A を取り付け、固定のツール 8 c にはマーク部材 6 2 B を設けなくともよい。このとき、1つのマーク部材 6 2 A のマーク M A の検出結果よりツール 8 b, 8 c の把持中心の位置を求めてもよい。

[0049] また、上述の実施形態では、マーク部材 6 2 A, 6 2 B (マーク M A, M B) を撮像装置 2 2 で撮像して検出しているが、他の任意の検出方式 (例えばギャップセンサ等を用いる方式) でマーク部材 6 2 A, 6 2 B の位置を検出してもよい。

また、上述の実施形態では、ロボットハンド 6 のフィンガー 3 8 A, 3 8 B でツール 8 b, 8 c を開閉してワークを把持しているが、ロボットハンド 6 のフィンガー 3 8 A, 3 8 B で直接ワークを把持してもよい。この場合、フィンガー 3 8 A, 3 8 B にマーク部材 6 2 A, 6 2 B (マーク M A, M B) を取り付け、マーク部材 6 2 A, 6 2 B の検出情報からフィンガー 3 8 A, 3 8 B の把持中心の位置を求め、この位置を用いてワークに対してフィン

ガー 38 A, 38 B を位置決めして、ワークをフィンガー 38 A, 38 B で把持してもよい。

[0050] 次に、上述の実施形態では以下のような変形が可能である。まず、上述の実施形態では、ツール 8 b, 8 c の上部（端部）にマーク部材 62 A, 62 B が取り付けられている。これに対して、図 5（D）に示すように、ツール 8 b, 8 c の外側の側面に断面が L 字型のマーク部材 62 C, 62 D を固定し、マーク部材 62 C, 62 D にマーク MA, MB を形成しておいてもよい。この構成では、マーク部材 62 C, 62 D があってもツール 8 b, 8 c でワークをより容易に把持できる。

[0051] 次に、上述の実施形態では、ロボットハンド 6 で保持するツール 8 b, 8 c の先端がワーク 48 の載置面 FL に接触したことを、近接センサ 56 を用いて検出し、この状態でワーク 48 とツールの先端との Z 方向の位置合わせが行われている。

別の方法として、図 7（A）に示すように、ロボット装置 2 のロボットアーム 18 A～18 C 等を駆動して、フィンガー 38 A, 38 B に固定されているツール 8 b, 8 c の先端をワーク 48 の載置面 FL に接触させて、ツール 8 b, 8 c をワーク 48 の軸部を挟む位置に移動する。この状態で、ロボットハンド 6 に設けた撮像装置 22 でツール 8 b, 8 c を撮像することで、図 7（C）に示す画像 22 G が得られる。図 7（C）の画像 22 G を処理して画像処理部 11 D では、ツール 8 b, 8 c の像 8 b I, 8 c I 内の把持中心の像 58 C I を通るワークの像 48 I の x 方向、y 方向の位置を求める。この状態で、ロボット座標系（X, Y, Z）の Z 位置を 0 とする。

[0052] この場合、図 7（A）、（B）に示すように、撮像装置 22 の高さが変化すると、撮像装置 22 の視差によって画像 22 G 上でのワーク 48 の像 48 I の位置が y 方向に移動する。そこで、図 7（A）の状態から図 7（B）に示すように、ロボットアーム 18 A～18 C 等を駆動して、ロボットハンド 6（撮像装置 22 及びツール 8 b, 8 c）の位置を +Z 方向に所定間隔 Z a だけ上昇させる。この状態で、撮像装置 22 でワーク 48 及びツール 8 b,

8 c を撮像することで、図 7 (D) に示す画像 2 2 G が得られる。図 7 (D) の画像 2 2 G を処理して画像処理部 1 1 D では、図 7 (C) の状態に対するワークの像 4 8 l の y 方向への移動量 Δy を求める。このときの Z 位置 Z_a 及び移動量 Δy を記憶しておく。

[0053] この後は、逆にロボットハンド 6 (ツール 8 b, 8 c) の Z 位置を Z_a に設定した状態で、画像 2 2 G 上でツールの像 8 b l, 8 c l の中心に対してワークの像 4 8 l の中心が y 方向に Δy だけずれるように、ロボットハンド 6 を位置決めする。その後、ロボットハンド 6 の Z 位置を 0 まで降下することで、図 7 (A) に示すように、ツール 8 b, 8 c の間にワーク 4 8 の軸部を位置決めでき、ツール 8 b, 8 c でワーク 4 8 を把持できる。

[0054] 次に、図 8 (A) に示すように、円錐台状の軸部 4 8 A a 及び円板状のヘッド部 4 8 A b を持つワーク 4 8 A を、軸部 4 8 A a を載置面 F L 上に立てた状態で、先端部が平板状のツール 8 B b, 8 B c で把持する場合を想定する。このとき、マーク部材 6 2 A, 6 2 B が取り付けられたツール 8 B b, 8 B c をワーク 4 8 A の軸部 4 8 A a の両側に移動する。この場合、図 8 (B) で示すように、撮像装置 2 2 で撮像される画像 2 2 G では、ワークの像 4 8 A l のうちのヘッド部の像 4 8 A b l によってマーク部材 6 2 A, 6 2 B 内のマークの像 M A l, M B l の一部が覆われている。これでは、マークの像 M A l, M B l からツール 8 B b, 8 B c の間の把持中心を正確に算出できない恐れがある。そこで、一例として、マーク部材 6 2 A, 6 2 B の下地の色をワーク 4 8 A の載置面 F L と異なる色に設定し、マーク部材 6 2 A, 6 2 B の外側のエッジ部の像 6 2 A a l, 6 2 B a l を位置の基準として、エッジ部の像 6 2 A a l, 6 2 B a l の位置からツール 8 B b, 8 B c の把持中心の位置を求めるようにしてもよい。

[0055] さらに、上述の実施形態のロボット装置 2 は、フィンガー把持力検出部 1 3 D 及びフィンガー 3 8 A, 3 8 B の間隔を検出する間隔検出部 1 3 B を備えている。このため、例えば図 4 (A) において、ツール 8 b, 8 c の間に何もない状態でフィンガー 3 8 A, 3 8 B でツール 8 b, 8 c を閉じていき

、ツール 8 b, 8 c が接触するとフィンガー把持力が増加することから、ハンド制御部 1 3 A はツール 8 b, 8 c が接触したことを認識できる。この状態でフィンガー 3 8 A, 3 8 B の間隔を初期値として記憶し、その後、フィンガー 3 8 A, 3 8 B を開いてツール 8 b, 8 c を開いたときには、フィンガー 3 8 A, 3 8 B の間隔からその初期値を減算することで、ツール 8 b, 8 c の間隔を求めることができる。

[0056] このため、図 8 (C) に示すように、ワーク 4 8 A の軸部 4 8 A a を載置面 F L から高さ Z 1 の位置でツール 8 B b, 8 B c で把持したときのツール 8 B b, 8 B c の間隔 d と、軸部 4 8 A a を載置面 F L から高さ Z 2 の位置でツール 8 B b, 8 B c で把持したときのツール 8 B b, 8 B c の間隔 d' 等とを検出できる。その間隔 d, d' 等からハンド制御部 1 3 A 又は主制御部 1 1 B では、ツール 8 B b, 8 B c で把持しているワークの軸部 4 8 A a の直径（大きさ）及び／又はその分布（形状）等を認識できる。

[0057] また、間隔検出部 1 3 B の検出値を用いることで、ツール 8 B b, 8 B c 等で把持したワーク 4 8 又は対象物の長さを測長することもできる。このとき、より正確な長さを測長するためには、予め長さが既知のワーク、例えばゲージブロックのようなものをツール 8 B b, 8 B c 等で把持することで、間隔検出部 1 3 B の検出値を校正しておいてもよい。このように本実施形態のツール 8 B b, 8 B c 等でワーク 4 8 を把持する方法によって、ワーク 4 8 などの対象物の測長機能を持つことができる。また、間隔検出部 1 3 B の検出値を用いることで、ツール 8 B b, 8 B c 等でワークを把持している把持状態と、ツール 8 B b, 8 B c 等でワークを把持していない非把持状態とを判定することもできる。

[0058] さらに、ツールの先端部でワークを把持するか、又はツールの先端部を閉じた状態で、撮像装置 2 2 で撮像されるマーク部材 6 2 A, 6 2 B のマークの像 M A I, M B I の間隔を使用してもよい。この場合、一例として予めツールでワークを 1 つ把持しているときのマーク像の間隔と、ツールの先端部を閉じているときのマーク像の間隔との中間の値を基準値として記憶しておく

。そして、主制御部 11 B では、そのマーク像の間隔がその基準値よりも狭いときにはツールでワークを把持していない非把持状態と判定し、そのマーク像の間隔がその基準値よりも広いときにはツールでワークを把持している把持状態と判定することもできる。

[0059] 次に、図 9 (A) に示すように、図 1 (A) のロボットハンド 6 で保持されているツール 8 C b, 8 C c の間に複数のワーク 4 8 がある場合を想定する。このとき、矢印で示すように、ツール 8 C b, 8 C c を閉じると、ツール 8 C b, 8 C c の間に例えば位置 P 1 及び P 2 の 2 つのワーク 4 8 が把持される恐れがある。図 9 (B) は図 9 (A) の 2 つの場合の側面図である。図 9 (B) より、2 つのワーク 4 8 は、互いに逆方向を向いて、ツール 8 C b, 8 C c の間に載置面に対して高さ方向に重なっていることが分かる。この場合には、ロボットハンド 6 でツール 8 C を移動しても、2 つのワーク 4 8 を保管箱（不図示）等に正確に配置することが困難である恐れがある。

[0060] このように誤ってツールで複数のワーク 4 8 を把持することを防止するためには、一例として図 9 (C) に示すように、ツール 8 C b, 8 C c の先端の一方にピン B 2 を設け、他方にピン B 2 を通すための案内用の貫通穴 8 C f を設けてもよい。図 9 (C) の側面図が図 9 (D) である。この場合、ツール 8 C b, 8 C c を閉じると、ピン B 2 が貫通穴 8 C f 内に収まり、ピン B 2 によって別のワーク 4 8 がツール 8 C b, 8 C c 間に挟まれることがなくなる。すなわちツール 8 C b, 8 C c の先端部の形状が複数のワーク 4 8 を把持できない形状であるため、ツール 8 C b, 8 C c 間には 1 つのワーク 4 8 のみを把持できる。

[0061] また、図 9 (E) 内に矢印 E 1 で示すように、ツール 8 D b, 8 D c の先端部を次第に幅が小さくなる円錐状、又は三角形の板状にしてもよい。この場合、ツール 8 D b, 8 D c に 1 つのワーク 4 8 が把持されている場合のツール 8 D b, 8 D c の間隔を d e 1 とする。これに対して、図 9 (E) 内に矢印 E 2 で示すように、ツール 8 D b, 8 D c 間に 2 つのワーク 4 8 が把持されている場合のツール 8 D b, 8 D c の間隔 d e 2 は間隔 d e 1 よりも大

きくなることから、ハンド制御部 13 F 等ではツール 8 D b, 8 D c 間に複数のワーク 48 が把持されていることを認識できる。

[0062] また、図 9 (E) 内に矢印 E 3 で示すように、ツール 8 E b, 8 E c の先端に 1 つのワーク 48 が収まるような切り欠き部 8 E d, 8 E e を設けてもよい。ツール 8 E を用いても複数のワーク 48 を把持することを防止できる。

また、図 1 (C) に示すように、例えば作動部 32 をフレーム部 32 b と、フレーム部 32 b 内でフィンガー 38 A, 38 B を開閉する作動本体部 32 a とから構成してもよい。さらに、フレーム部 32 b と作動本体部 32 a の底面との間に荷重センサ 32 d (例えばロードセル、圧力センサ、又は歪みゲージ等の重量計) を設け、フレーム部 32 b の上部から圧縮コイルばね等の弾性部材 32 c で、作動本体部 32 a に対して荷重センサ 32 d 側に予圧をかけてもよい。この場合、ツール 8 b, 8 c で把持するワークの重量によって荷重センサ 32 d で検出される荷重が変化するため、荷重センサ 32 d の検出値によってツール 8 b, 8 c で把持するワークの重量を求めてもよい。なお、荷重センサ 32 d は、例えばツール 8 b, 8 c の先端部等に設けてもよい。

[0063] [第 2 の実施形態]

第 2 の実施形態につき図 10、図 11 を参照して説明する。なお、図 10、図 11 において、図 1 (A)、図 4 (A)、図 4 (B) に対応する部分には同一の符号を付してその詳細な説明を省略する。

図 10 は本実施形態のロボット装置 2 A を示す。図 10 において、ロボット装置 2 A は、ロボット本体部 4 と、ロボット本体部 4 に接合されたロボットハンド 6 と、ロボット装置 2 A の動作を制御する制御装置 10 と、ロボットハンド 6 の動作を制御する制御装置 12 とを備えている。

[0064] ロボットハンド 6 は、図 1 (A) のロボットハンド 6 と同様の構成であるが、図 10 のロボットハンド 6 の側面には撮像装置 22 が設けられていない点が異なっている。すなわち、ロボットハンド 6 のフィンガー 38 A, 38

Bにはツール8 b, 8 cが固定され、フィンガー3 8 A, 3 8 Bでツール8 b, 8 cを開閉することによって、ツール8 b, 8 cでワーク4 8（ここではボルト）を把持する。また、ロボット装置2 Aが設置されている部屋の天井又は側壁等に、ロボットハンド6が保持しているツール8の先端部を含む領域を撮像するための撮像装置2 2 A, 2 2 Bが設置されている。図1 0では2つの撮像装置2 2 A, 2 2 Bが設置されているが、3台以上の撮像装置を設置してもよい。さらに、例えばロボットハンド6のツール8 b, 8 cの先端部が移動する範囲の全体を見渡すことができる位置がある場合には、その位置に1つの撮像装置のみを設置してもよい。

[0065] 一例として撮像装置2 2 A, 2 2 Bは通常のカメラであり、撮像装置2 2 A, 2 2 Bの焦点位置は例えばワーク4 8の載置面F Lの近傍に設定され、その焦点深度は比較的広く設定されている。なお、撮像装置2 2 A, 2 2 Bとして立体カメラ（ステレオカメラ）を使用してもよい。本実施形態の制御装置1 0の画像処理部1 1 D（図3参照）では、撮像装置2 2 A, 2 2 Bの撮像信号を処理してツール8 b, 8 cとワーク4 8との位置ずれ量を算出する。これ以外の構成は第1の実施形態と同様であり、ロボットハンド6で保持されるツール8 b, 8 cの先端部の上面にマーク部材6 2 A, 6 2 Bが固定され、マーク部材6 2 A, 6 2 BにマークMA, MBが形成されている。

[0066] 本実施形態のロボット装置2 Aにおいて、ロボットハンド6で保持しているツール8 b, 8 cで載置面F Lのワーク4 8を把持する場合には、把持対象のワーク4 8及びツール8 b, 8 cの先端部の像を撮像している撮像装置（ここでは撮像装置2 2 Bとする）の画像を使用する。図1 1は、撮像装置2 2 Bで撮像された画像2 2 B Gの一例を示す。図1 1において、画像2 2 B G内に、ロボットハンド6の像6 l、ツールの像8 b l, 8 c l、像8 b l, 8 c lの先端部にあるマーク部材6 2 A, 6 2 Bの像6 2 A l, 6 2 B l、把持対象の位置P 1のワークの像4 8 l、及び他のワークの像4 8 lが形成されている。この際に、一例としてツール8 b, 8 cの先端部はワーク4 8の載置面F Lに接触している。

[0067] 本実施形態においても、画像処理部11Dでは、マーク部材の像62A1, 62B1の中のマークの像MA1, MB1の、撮像装置22Bの座標系(x, y)上での位置を求め、この位置からツール8b, 8cの把持中心の像58C1の位置を求める。さらに、画像処理部11Dでは、把持対象のワークの像481の中心48c1の位置を求め、この中心48c1と把持中心の像58C1との x 方向、 y 方向の間隔 $\delta x, \delta y$ を求める。さらに、その間隔 $\delta x, \delta y$ を撮像装置22Bの既知の倍率で割ることによって、間隔 $\delta x, \delta y$ をロボット座標系(X, Y, Z)上での間隔に変換する。この後はその間隔を相殺するようにロボットアーム18A~18C等を用いてロボットハンド6を駆動することによって、ワーク48を挟むようにツール8b, 8cを移動でき、この状態でワーク48をツール8b, 8cで把持できる。

[0068] 本実施形態においても、ツール8b, 8cに設けたマーク部材62A, 62BのマークMA, MBを検出し、この検出結果からツール8b, 8cの把持中心を求めることによって、ワーク48とロボットハンド6A(ツール8b, 8c)との位置合わせを効率的に、かつ高精度に行うことができる。また、ワークの像481とツール8の像との回転角が大きい場合には、ロボットハンド6Aを回転させて回転角の補正を行うようにしてもよい。

また、本実施形態では、予め撮像装置22A, 22Bの座標系(x, y)とロボット座標系(X, Y, Z)との間のキャリブレーションを行っていてもよい。この場合、座標系(x, y)の x 軸及び y 軸がそれぞれロボット座標系の X 軸及び Y 軸に平行になるようにキャリブレーションを行っていてもよい。

[0069] 次に、上述の実施形態では、フィンガー38A, 38Bにツール8b, 8cが固定されているが、図12(A)の変形例のロボットハンド6Aで示すように、フィンガー38E, 38Fでピンセット9(ピンセット式工具)の可動部9b, 9cを開閉させてピンセット9でワーク48を把持してもよい。なお、図12(A)~(C)において図1、図2(A)~(C)に対応する部分には同一又は類似の符号を付してその詳細な説明を省略する。

ピンセット 9 は市販、特注、自作、又は市販品を加工したもの等の任意のものでよい。ピンセット 9 は、支点 9 a に関して開閉可能に製造された 1 対のそれぞれ可撓性を持つ細長い平板状の可動部（把持部、接触部又は開閉部とも称する）9 b 及び 9 c を有する。そして、ピンセット 9 の支点 9 a と可動部 9 b, 9 c の先端部（作用点）とのほぼ中間の力点をフィンガー 38 E, 38 F で内側に押すことによって、可動部 9 b, 9 c が閉じてその先端部にワーク 48 を把持又は支持できる。一例として、ロボットハンド 6 の後述の固定部 42 でピンセット 9 の支点 9 a が保持されている。

[0070] 図 12 (A) はこの変形例のロボットハンド 6 A を示し、図 12 (A) は、ロボットハンド 6 A が、ロボットアーム 18 C の先端部 20 A の下端に、保持しているピンセット 9 の可動部 9 b, 9 c の開閉方向が X 方向になるように接合された状態を示している。図 12 (A) において、ロボットハンド 6 は、先端部 20 A の下端に接合されたハンド本体部 28 と、ハンド本体部 28 の作動部 32 に連結されてピンセット 9 を保持するピンセット保持部 26 と、作動部 32 によって X 方向に開閉される一対のフィンガー 38 E, 38 F とを備えている。ピンセット保持部 26 に保持されたピンセット 9 の可動部 9 b, 9 c がフィンガー 38 E, 38 F によって X 方向に開閉される。言い替えると、ピンセット 9 の可動部 9 b, 9 c がフィンガー 38 E, 38 F に従動して開閉される。

[0071] また、ハンド本体部 28 の構成は第 1 の実施形態と同様であり、ハンド本体部 28 のフレーム 30 に支持部材 50 を介して撮像装置 22 が固定されている。ピンセット保持部 26 は、作動部 32 の Y 方向の側面に連結部 36 を介して連結された連結部 38 と、連結部 38 に対して Z 軸に平行な軸の回りに所定範囲（例えば数度）で回転可能に固定された回転部 40 と、回転部 40 の底面に固定された固定部 42 と、を有する。回転部 40 には回転角を規定するためのストッパ 54 が設けられている。固定部 42 は回転部 40 の底面に固定された固定板と、固定板に対してピンセット 9 の支点 9 a を挟み込む押さえ板とを有する。押さえ板を複数のボルト B1 で固定板に固定する

ことで、固定部42にピンセット9の支点9aを安定に保持できる。この際に、ピンセット9の可動部9b、9cの先端はフィンガー38E、38F間を通してフィンガー38E、38Fの+Y方向に突き出ている。なお、ピンセット9の保持方法は任意である。

[0072] また、撮像装置22は、ピンセット9の可動部9b、9cに対してわずかに斜め上方(+Y方向及び+Z方向)に配置されている。図12(C)に示すように、撮像装置22の画像22G内の原点58Bよりも-y方向側にピンセット9の可動部9b、9cの像9b1、9c1の先端部が収まるように設定されている。この変形例においても、リニアスライダ34及び弾性部材44を含んで、フレーム30に対して可動部(作動部32、フィンガー38E、38F、ピンセット保持部26、及びピンセット9を含む部分)をZ方向に弾性変位可能に支持するサスペンション機構46(緩衝機構)が構成されている。また、近接センサ56の検出結果より、フレーム30に対する可動部(作動部32及びピンセット9等)の相対変位を検出でき、この検出結果より、そのピンセット9の先端がワーク48の載置面FLに接触したかどうかを検出できる。

[0073] また、連結部36と連結部38とは、一例として内部に設けられた永久磁石等によって切り離し可能に連結されている。また、ピンセット保持部26の連結部38には溝部38Aaが設けられている。ツールスタンド(不図示)の架台に溝部38Aaを合わせて第2連結部38を架台に設置することで、ツールスタンドにピンセット保持部26を設置(格納)できる。この際に、予め固定部42に互いに形状の異なるピンセットを固定した複数のピンセット保持部26を用意して、ツールスタンドに設置しておいてもよい。そして、ロボットハンド6を移動して連結部36と連結部40との切り離し及び連結を行うだけで、ロボットハンド6で保持されているピンセット(ピンセット保持部26)を対象物に応じたピンセットに容易に交換できる。

[0074] 図12(B)は図12(A)を-Y方向に見た正面図であり、図12(B)において、作動部32によって、1対のフィンガー38E、38Fが、ピ

ンセット 9 の可動部 9 b, 9 c を開閉方向（ここでは X 方向）に開閉する。また、フィンガー 38 E, 38 F の内側には例えば半球体状の突部 38 E a, 38 F a が設けられ、突部 38 E a, 38 F a がピンセット 9 の可動部 9 b, 9 c の力点（又は支点 9 a と作用点 9 d, 9 e との間の点）に接触して可動部 9 b, 9 c を +X 方向及び -X 方向に押すことによって、可動部 9 b, 9 c が閉じて、可動部 9 b, 9 c の先端部に対象物を把持し、挟み、又は支持できる。その後、突部 38 E a, 38 F a を -X 方向及び +X 方向に移動させることによって、可動部 9 b, 9 c が開いて、ピンセット 9 を対象物から離脱させることができる。なお、作動部 32 はフィンガー 38 E, 38 F が互いに独立に X 方向に移動するようにフィンガー 38 E, 38 F を作動させてもよい。

[0075] また、フィンガー 38 E, 38 F の突部 38 E a, 38 F a は、一例として摩擦抵抗の小さい材料（例えばテフロン（登録商標）など）から形成されている。このため、ピンセット保持部 26 で保持されているピンセット 9 は、フィンガー 38 E, 38 F に対して Z 方向や Y 方向に微少量動く（滑る）ことができる。なお、本実施形態では、サスペンション機構 46 によって作動部 32 及びピンセット保持部 26 を含むツールが一体的に変位するため、突部 38 A a, 38 B a は摩擦抵抗の大きい材料でもよい。なお、フィンガー 38 E, 38 F の内側に必ずしも突部 38 E a, 38 F a を設ける必要はない。

[0076] この変形例においても、ピンセット 9 の可動部 9 b, 9 c の先端部に図 4 (A) の例と同様のマーク MA, MB が形成されたマーク部材 62 A, 62 B を取り付け、撮像装置 22 でマーク部材 62 A, 62 B の像を撮像し、その像を用いて可動部 9 b, 9 c の中心の把持位置を求めることができる。図 12 (C) の画像 22 G 内にはマーク部材の像 62 A I, 62 B I、及びマークの像 MA I, MB I が形成されており、例えば像 MA I, MB I の中心位置（又は所定量ずれた位置）を把持位置の像とみなすことができる。そして、その把持位置をワーク 48 の中心に合わせるようにロボットハンド 6 A

を位置決めしてフィンガー 38 E, 38 F を閉じることで、ピンセット 9 の可動部 9 b, 9 c でワーク 48 を効率的に正確に把持できる。なお、この変形例においても、例えばピンセット 9 の可動部 9 b, 9 c の形状の一部に識別性があるような場合には、その識別性がある部分を、マーク MA, MB 又はマーク部材 62 A, 62 B の代わりに使用することも可能である。

[0077] 次に、上述の実施形態のロボットハンド 6, 6 A は、垂直多関節型のロボット装置 2 の他に、水平多関節型（スカラ型）、パラレルリンク型、又は直交型等の任意の構成のロボット装置のロボットアームに接合可能である。また、ロボットハンド 6, 6 A は、上述のロボット装置に限定されず、他のロボットアームのような関節構造を備える各種ロボット装置（例えば組立ロボット、人間協調型ロボット等）にも適用できる。

[0078] また、本明細書には以下の発明の態様も記載されている。

1) ロボット装置であって、複数のフィンガー部が設けられたロボットハンドと、前記ロボットハンドを駆動するアーム部と、複数の前記フィンガー部に従動して対象物を把持可能な複数の把持部と、複数の前記把持部の少なくとも 1 つが有する少なくとも 1 つの識別部と、前記識別部の位置情報を用いて、前記アーム部を介して前記ロボットハンドを駆動して、前記対象物に対して複数の前記把持部を位置決めする制御部と、を備えるロボット装置。

2) 複数の前記把持部は、複数の前記フィンガー部が開閉する方向に交差する方向に突き出るように、複数の前記フィンガー部に連結された、1 に記載のロボット装置。

3) 複数の前記把持部は、複数の前記フィンガー部が開閉する方向に交差する方向に突き出るように支持されて、複数の前記フィンガー部の開閉動作によって開閉される複数の可動部である、1 に記載のロボット装置。

4) 前記識別部を撮像する撮像装置を備え、前記制御部は、前記撮像装置の撮像結果より前記識別部の位置情報を求め、前記位置情報より、複数の前記把持部の把持位置に関する位置情報を求める、1 ～ 3 のいずれか一項に記載のロボット装置。

5) 前記撮像装置の同一の視野内で前記識別部の少なくとも一部の像、及び前記対象物の少なくとも一部の像を撮像可能であ

り、前記制御部は、前記識別部の少なくとも一部の像、及び前記対象物の少なくとも一部の像の位置情報を用いて、複数の前記把持部の把持位置と、前記対象物の被把持位置との差分情報を求める、4に記載のロボット装置。6) 複数の前記把持部は2つの前記識別部を有し、前記撮像装置の同一の視野内で2つの前記識別部の像を撮像可能であり、前記制御部は、2つの前記識別部の像の位置情報から2つの前記識別部の距離情報を求め、前記距離情報を用いて、複数の前記把持部間に前記対象物が把持されている把持状態と、複数の前記把持部間に前記対象物が把持されていない非把持状態とを判別する、4又は5に記載のロボット装置。

[0079] 7) 複数の前記把持部は2つの前記識別部を有し、前記撮像装置の同一の視野内で2つの前記識別部の像を撮像可能であり、前記制御部は、2つの前記識別部の像の位置情報から2つの前記識別部の距離情報を求め、前記距離情報を用いて、複数の前記把持部間に把持されている前記対象物の被把持位置の大きさを求める、4～6のいずれか一項に記載のロボット装置。8) 複数の前記把持部は、前記対象物を1つだけ把持可能な形状である、1～7のいずれか一項に記載のロボット装置。9) 複数の前記フィンガー部、及び複数の前記把持部はそれぞれ2つである1～8のいずれか一項に記載のロボット装置。10) 複数の前記把持部で把持されている前記対象物の重量情報を求める重量計を備える1～9のいずれか一項に記載のロボット装置。11) 前記識別部は、識別マークが形成された部材である、1～10のいずれか一項に記載のロボット装置。12) 前記識別マークが形成された前記部材の色は、前記対象物が載置されている載置面の色と異なる、11に記載のロボット装置。13) 前記識別部は、前記把持部の一部の形状である、1～10のいずれか一項に記載のロボット装置。14) 複数のフィンガー部が設けられたロボットハンドと、前記ロボットハンドを駆動するアーム部と、を備えるロボット装置の制御方法であって、複数の前記フィンガー部に対して、対象物を把持可能な複数の把持部を従動させることと、複数の前記把持部の少なくとも1つが有する少なくとも1つの識別部の位置情報を記憶することと、

前記識別部の前記位置情報を用いて、前記アーム部を介して前記ロボットハンドを駆動して、前記対象物に対して複数の前記把持部を位置決めすることと、を含むロボット装置の制御方法。 15) 複数の前記把持部は、複数の前記フィンガー部が開閉する方向に交差する方向に突き出るように、複数の前記フィンガー部に連結された、14に記載のロボット装置の制御方法。 16) 複数の前記把持部は、複数の前記フィンガー部が開閉する方向に交差する方向に突き出るように支持されて、複数の前記フィンガー部の開閉動作によって開閉される複数の可動部である、14に記載のロボット装置の制御方法。

[0080] 17) 撮像装置で前記識別部を撮像することと、前記撮像装置の撮像結果より前記識別部の位置情報を求めることと、前記位置情報より、複数の前記把持部の把持位置に関する位置情報を求めることと、を含む14～16のいずれか一項に記載のロボット装置の制御方法。 18) 前記撮像装置で前記識別部を撮像することは、前記撮像装置の同一の視野内で前記識別部の少なくとも一部の像、及び前記対象物の少なくとも一部の像を撮像することを含み、前記識別部の少なくとも一部の像、及び前記対象物の少なくとも一部の像の位置情報を用いて、複数の前記把持部の把持位置と、前記対象物の被把持位置との差分情報を求めることを含む、17に記載のロボット装置の制御方法。 19) 複数の前記把持部は2つの前記識別部を有し、前記撮像装置で前記識別部を撮像することは、前記撮像装置の同一の視野内で2つの前記識別部の像を撮像することを含み、2つの前記識別部の像の位置情報から2つの前記識別部の距離情報を求め、前記距離情報を用いて、複数の前記把持部間に前記対象物が把持されている把持状態と、複数の前記把持部間に前記対象物が把持されていない非把持状態とを判別することを含む、17又は18に記載のロボット装置の制御方法。 20) 複数の前記把持部は2つの前記識別部を有し、前記撮像装置で前記識別部を撮像することは、前記撮像装置の同一の視野内で2つの前記識別部の像を撮像することを含み、2つの前記識別部の像の位置情報から2つの前記識別部の距離情報を求め、前記距離情報を

用いて、複数の前記把持部間に把持されている前記対象物の被把持位置の大きさを求めることを含む、１７～１９のいずれか一項に記載のロボット装置の制御方法。２１）複数の前記把持部は、前記対象物を１つだけ把持可能な形状である、１４～２０のいずれか一項に記載のロボット装置の制御方法。２２）複数の前記フィンガー部、及び複数の前記把持部はそれぞれ２つである１４～２１のいずれか一項に記載のロボット装置の制御方法。２３）複数の前記把持部で把持されている前記対象物の重量情報を求めることを含む、１４～２２のいずれか一項に記載のロボット装置の制御方法。２４）前記識別部は、識別マークが形成された部材である、１４～２３のいずれか一項に記載のロボット装置の制御方法。２５）前記識別マークが形成された前記部材の色は、前記対象物が載置されている載置面の色と異なる、２４に記載のロボット装置の制御方法。２６）前記識別部は、前記把持部の一部の形状である、１４～２３のいずれか一項に記載のロボット装置の制御方法。

符号の説明

[0081] ２，２Ａ…ロボット装置、６，６Ａ…ロボットハンド、８ｂ，８ｃ…ツール、９…ピンセット、１０…ロボット装置の制御装置、１２…ロボットハンドの制御装置、１８Ａ～１８Ｃ…ロボットアーム、１６…回転部、２２，２２Ａ，２２Ｂ…撮像装置、２８…ハンド本体部、３２…作動部、３８Ａ，３８Ｂ…フィンガー、４６…サスペンション機構、４８…ワーク

請求の範囲

- [請求項1] 複数のフィンガー部が設けられたロボットハンドと、
前記ロボットハンドを駆動するアーム部と、
複数の前記フィンガー部に従動して対象物を把持可能な複数の把持部と、
複数の前記把持部の少なくとも1つが有する少なくとも1つの識別部と、
前記識別部の位置情報を用いて、前記アーム部を介して前記ロボットハンドを駆動して、前記対象物に対して複数の前記把持部を位置決めする制御部と、
を備えるロボット装置。
- [請求項2] 複数の前記把持部は、複数の前記フィンガー部が開閉する方向に交差する方向に突き出るように、複数の前記フィンガー部に連結された、請求項1に記載のロボット装置。
- [請求項3] 複数の前記把持部は、複数の前記フィンガー部が開閉する方向に交差する方向に突き出るように支持されて、複数の前記フィンガー部の開閉動作によって開閉される複数の可動部である、請求項1に記載のロボット装置。
- [請求項4] 前記識別部を撮像する撮像装置を備え、
前記制御部は、前記撮像装置の撮像結果より前記識別部の位置情報を求め、前記位置情報より、複数の前記把持部の把持位置に関する位置情報を求める、請求項1に記載のロボット装置。
- [請求項5] 前記撮像装置の同一の視野内で前記識別部の少なくとも一部の像、及び前記対象物の少なくとも一部の像を撮像可能であり、
前記制御部は、前記識別部の少なくとも一部の像、及び前記対象物の少なくとも一部の像の位置情報を用いて、複数の前記把持部の把持位置と、前記対象物の被把持位置との差分情報を求める、請求項4に記載のロボット装置。

- [請求項6] 複数の前記把持部は2つの前記識別部を有し、
前記撮像装置の同一の視野内で2つの前記識別部の像を撮像可能であり、
前記制御部は、2つの前記識別部の像の位置情報から2つの前記識別部の距離情報を求め、前記距離情報を用いて、複数の前記把持部間に前記対象物が把持されている把持状態と、複数の前記把持部間に前記対象物が把持されていない非把持状態とを判別する、請求項4に記載のロボット装置。
- [請求項7] 複数の前記把持部は2つの前記識別部を有し、
前記撮像装置の同一の視野内で2つの前記識別部の像を撮像可能であり、
前記制御部は、2つの前記識別部の像の位置情報から2つの前記識別部の距離情報を求め、前記距離情報を用いて、複数の前記把持部間に把持されている前記対象物の被把持位置の大きさを求める、請求項4に記載のロボット装置。
- [請求項8] 複数の前記把持部は、前記対象物を1つだけ把持可能な形状である、請求項1に記載のロボット装置。
- [請求項9] 複数の前記フィンガー部、及び複数の前記把持部はそれぞれ2つである請求項1に記載のロボット装置。
- [請求項10] 複数の前記把持部で把持されている前記対象物の重量情報を求める重量計を備える請求項1に記載のロボット装置。
- [請求項11] 前記識別部は、識別マークが形成された部材である、請求項1～10のいずれか一項に記載のロボット装置。
- [請求項12] 前記識別マークが形成された前記部材の色は、前記対象物が載置されている載置面の色と異なる、請求項11に記載のロボット装置。
- [請求項13] 前記識別部は、前記把持部の一部の形状である、請求項1～10のいずれか一項に記載のロボット装置。
- [請求項14] 複数のフィンガー部が設けられたロボットハンドと、前記ロボット

ハンドを駆動するアーム部と、を備えるロボット装置の制御方法であって、

複数の前記フィンガー部に対して、対象物を把持可能な複数の把持部を従動させることと、

複数の前記把持部の少なくとも1つが有する少なくとも1つの識別部の位置情報を記憶することと、

前記識別部の前記位置情報を用いて、前記アーム部を介して前記ロボットハンドを駆動して、前記対象物に対して複数の前記把持部を位置決めすることと、

を含むロボット装置の制御方法。

[請求項15] 複数の前記把持部は、複数の前記フィンガー部が開閉する方向に交差する方向に突き出るように、複数の前記フィンガー部に連結された、請求項14に記載のロボット装置の制御方法。

[請求項16] 複数の前記把持部は、複数の前記フィンガー部が開閉する方向に交差する方向に突き出るように支持されて、複数の前記フィンガー部の開閉動作によって開閉される複数の可動部である、請求項14に記載のロボット装置の制御方法。

[請求項17] 撮像装置で前記識別部を撮像することと、
前記撮像装置の撮像結果より前記識別部の位置情報を求めることと、
前記位置情報より、複数の前記把持部の把持位置に関する位置情報を求めることと、を含む請求項14に記載のロボット装置の制御方法。

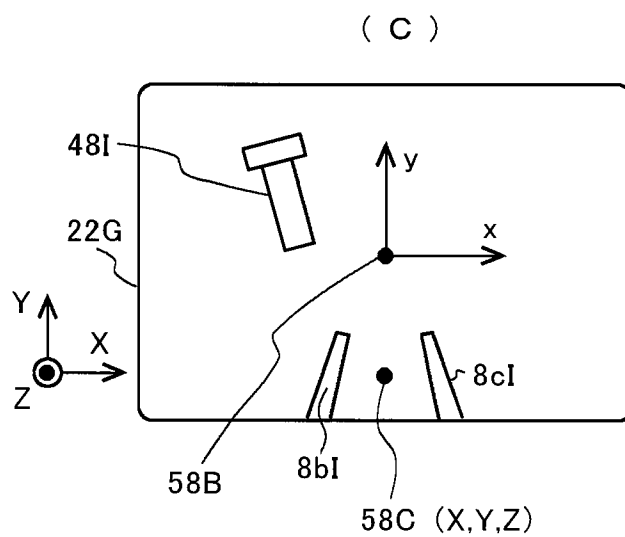
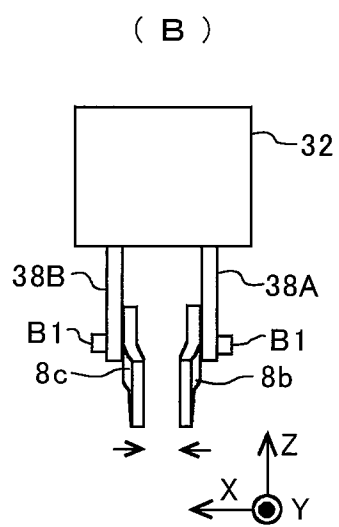
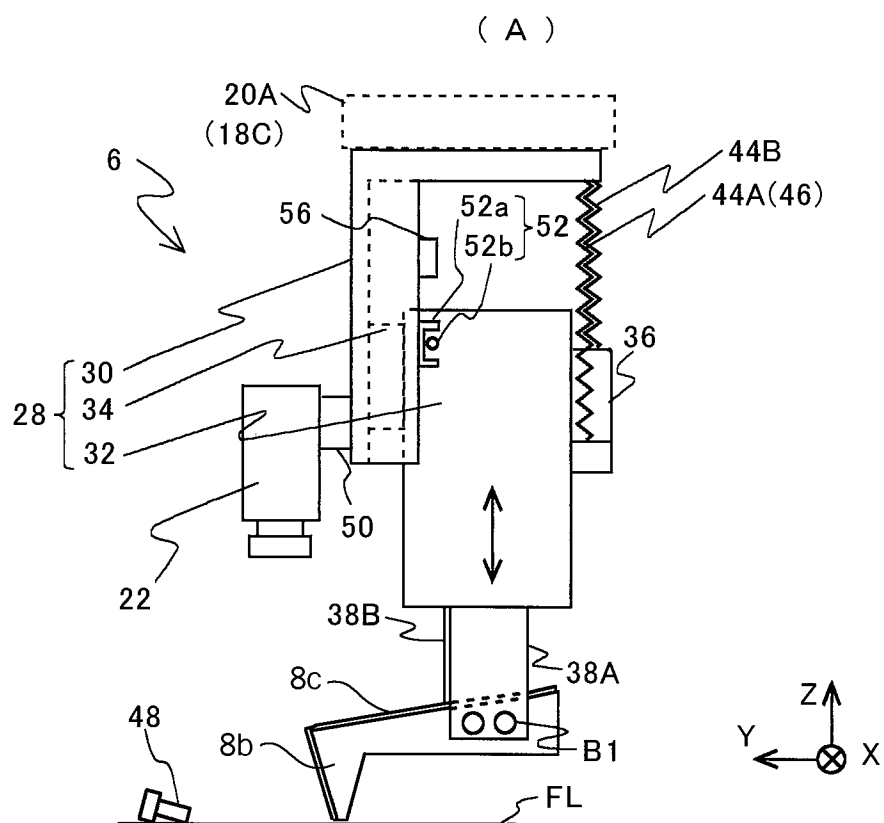
[請求項18] 前記撮像装置で前記識別部を撮像することは、
前記撮像装置の同一の視野内で前記識別部の少なくとも一部の像、及び前記対象物の少なくとも一部の像を撮像することを含み、
前記識別部の少なくとも一部の像、及び前記対象物の少なくとも一部の像の位置情報を用いて、複数の前記把持部の把持位置と、前記対

象物の被把持位置との差分情報を求めることを含む、請求項 17 に記載のロボット装置の制御方法。

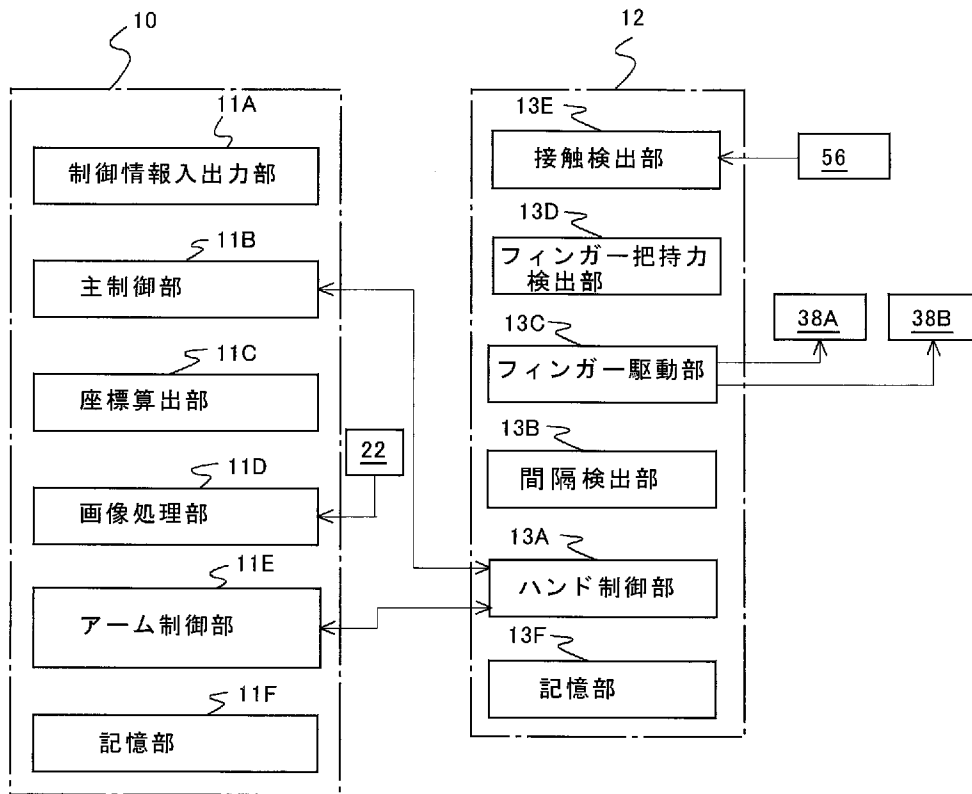
- [請求項19] 複数の前記把持部は 2 つの前記識別部を有し、
 前記撮像装置で前記識別部を撮像することは、前記撮像装置の同一の視野内で 2 つの前記識別部の像を撮像することを含み、
 2 つの前記識別部の像の位置情報から 2 つの前記識別部の距離情報を求め、前記距離情報を用いて、複数の前記把持部間に前記対象物が把持されている把持状態と、複数の前記把持部間に前記対象物が把持されていない非把持状態とを判別することを含む、請求項 17 に記載のロボット装置の制御方法。
- [請求項20] 複数の前記把持部は 2 つの前記識別部を有し、
 前記撮像装置で前記識別部を撮像することは、前記撮像装置の同一の視野内で 2 つの前記識別部の像を撮像することを含み、
 2 つの前記識別部の像の位置情報から 2 つの前記識別部の距離情報を求め、前記距離情報を用いて、複数の前記把持部間に把持されている前記対象物の被把持位置の大きさを求めることを含む、請求項 17 に記載のロボット装置の制御方法。
- [請求項21] 複数の前記把持部は、前記対象物を 1 つだけ把持可能な形状である、請求項 14 に記載のロボット装置の制御方法。
- [請求項22] 複数の前記フィンガー部、及び複数の前記把持部はそれぞれ 2 つである請求項 14 に記載のロボット装置の制御方法。
- [請求項23] 複数の前記把持部で把持されている前記対象物の重量情報を求めることを含む、請求項 14 に記載のロボット装置の制御方法。
- [請求項24] 前記識別部は、識別マークが形成された部材である、請求項 14 ～ 23 のいずれか一項に記載のロボット装置の制御方法。
- [請求項25] 前記識別マークが形成された前記部材の色は、前記対象物が載置されている載置面の色と異なる、請求項 24 に記載のロボット装置の制御方法。

[請求項26] 前記識別部は、前記把持部の一部の形状である、請求項 1 4 ～ 2 3
のいずれか一項に記載のロボット装置の制御方法。

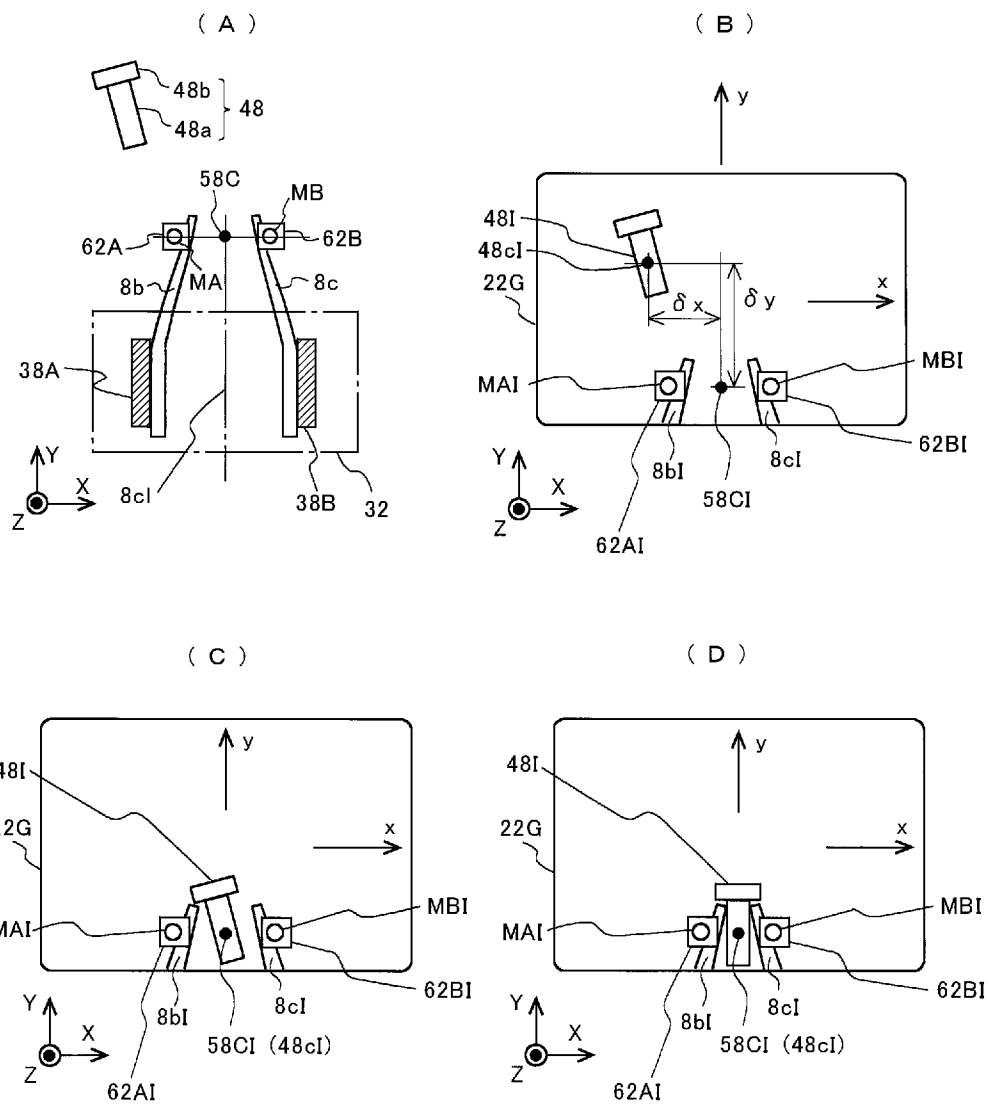
[図2]



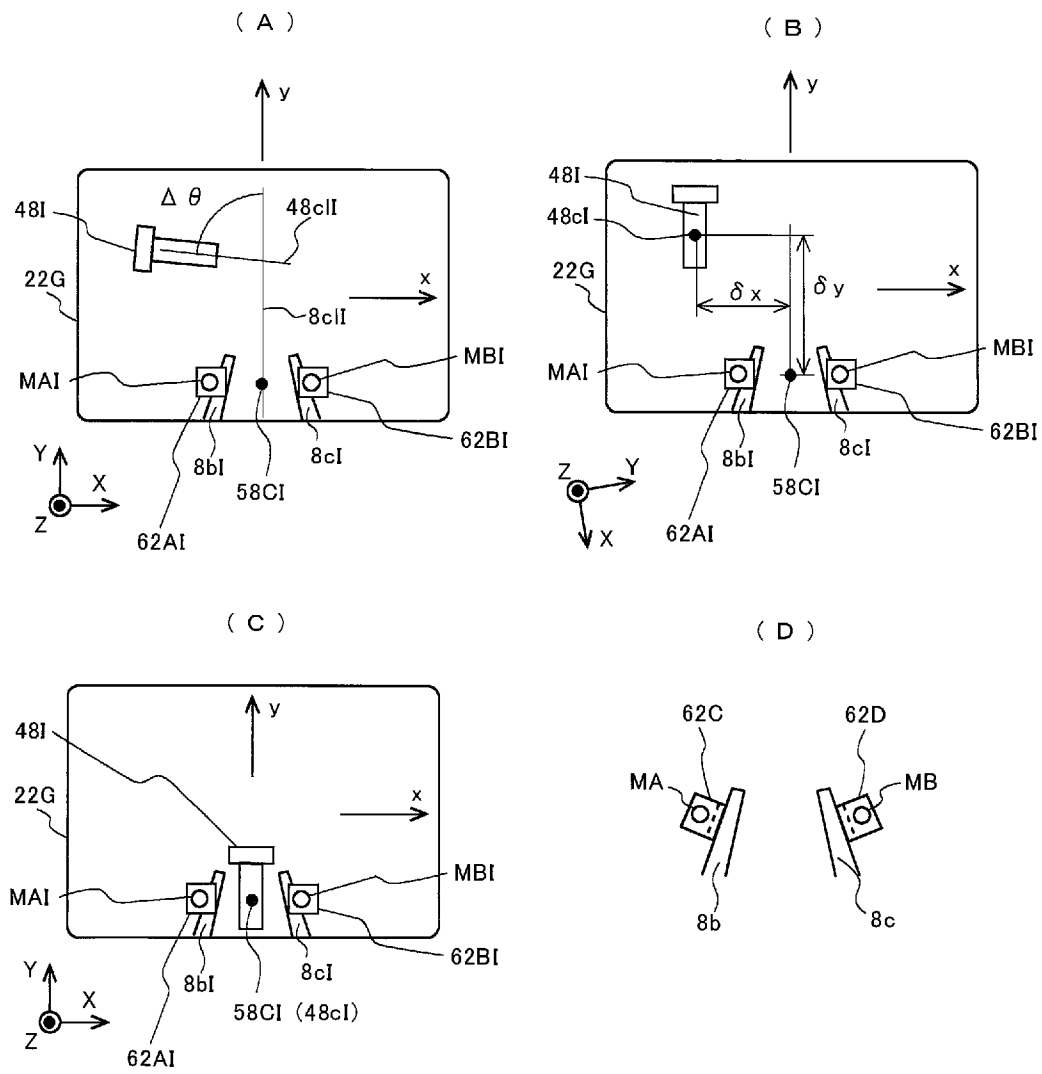
[図3]



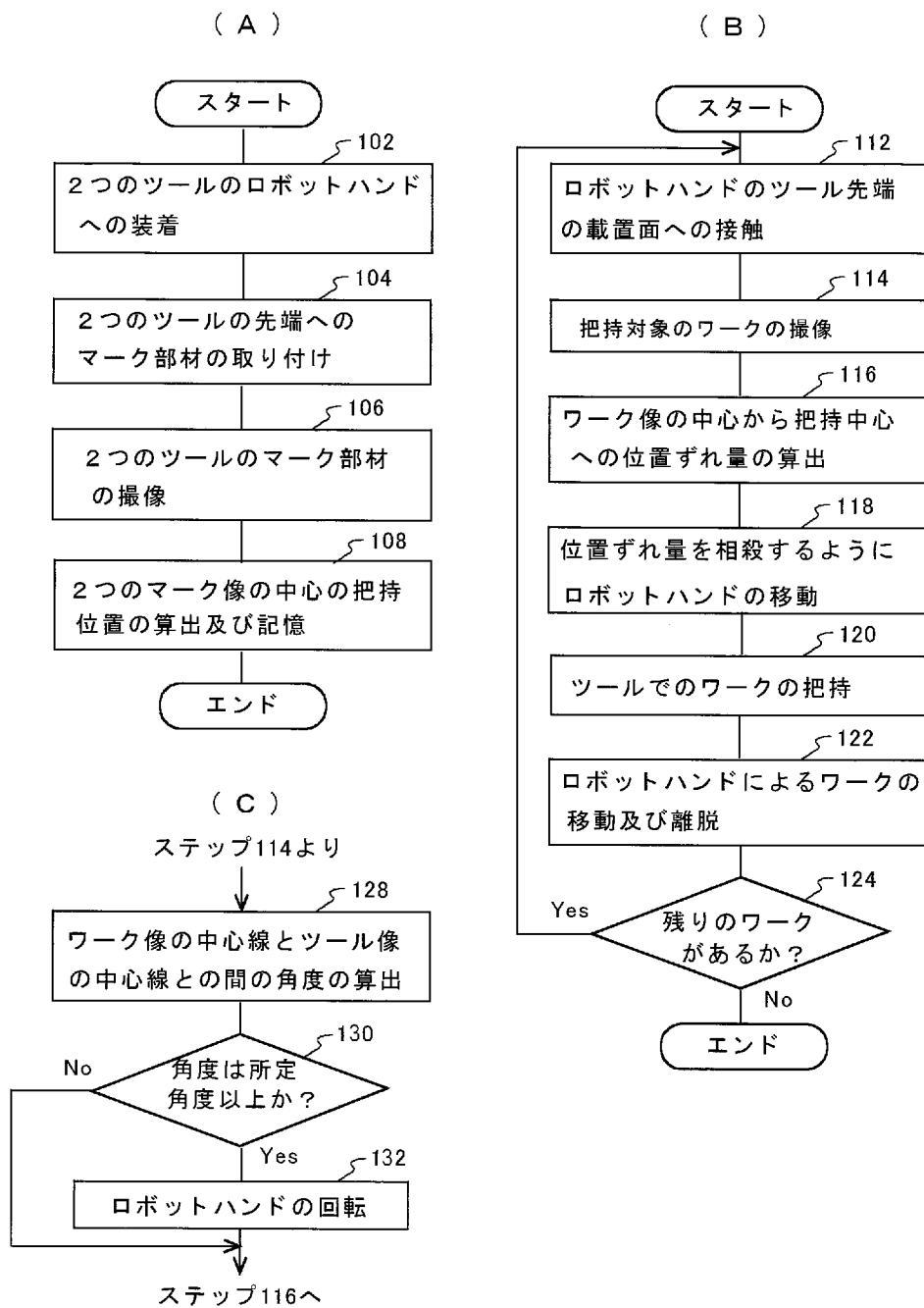
[図4]



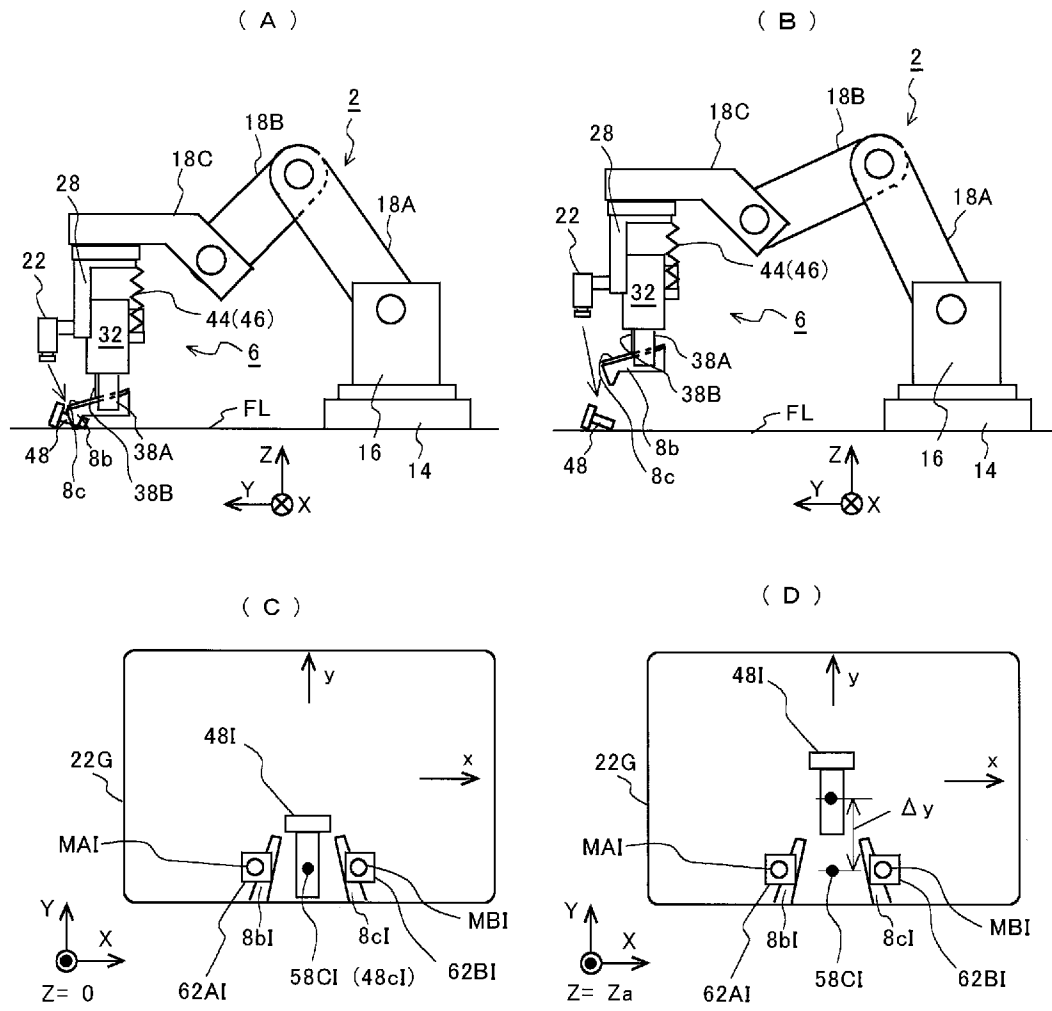
[図5]



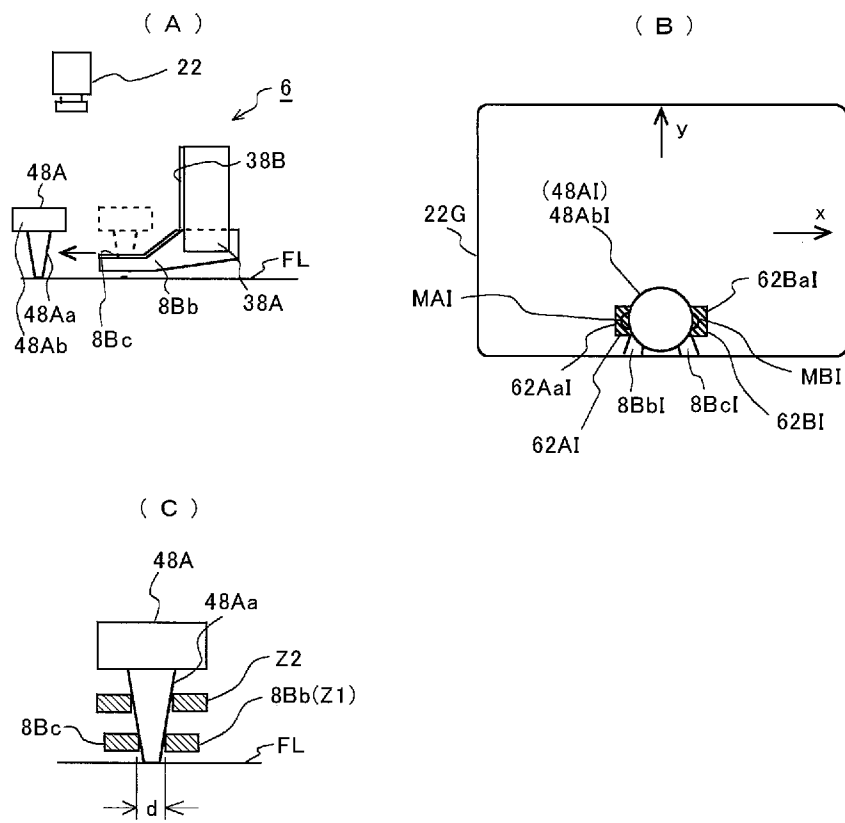
[図6]



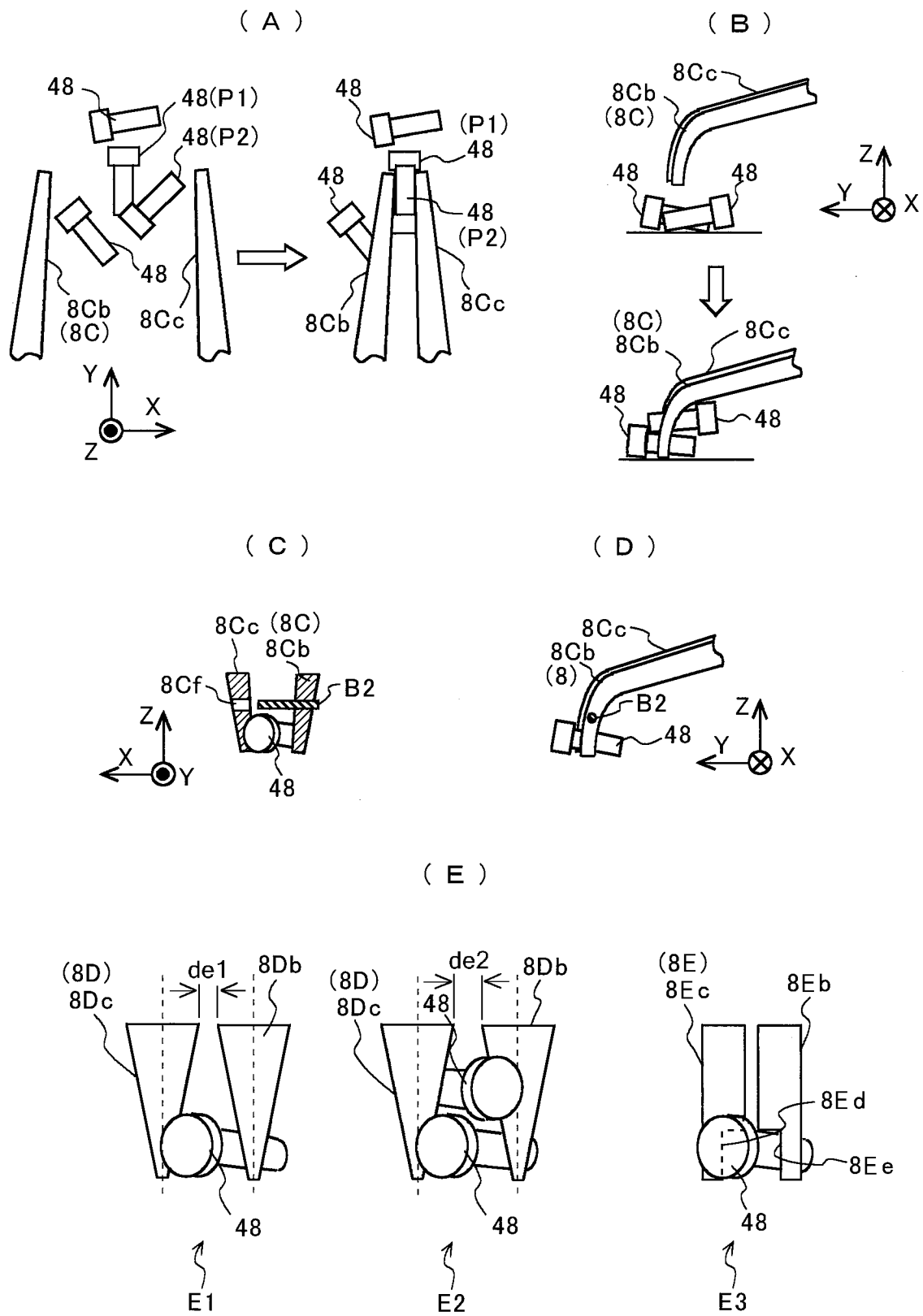
[図7]



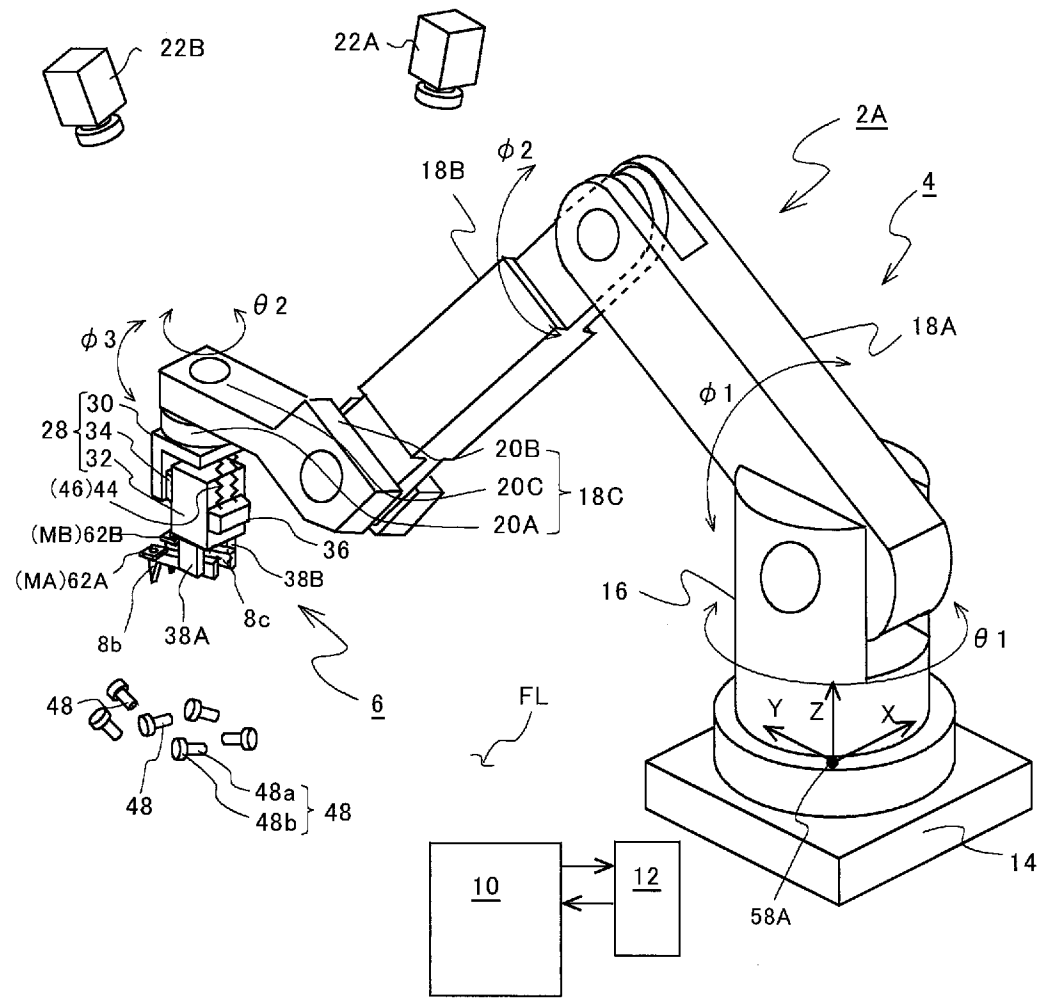
[図8]



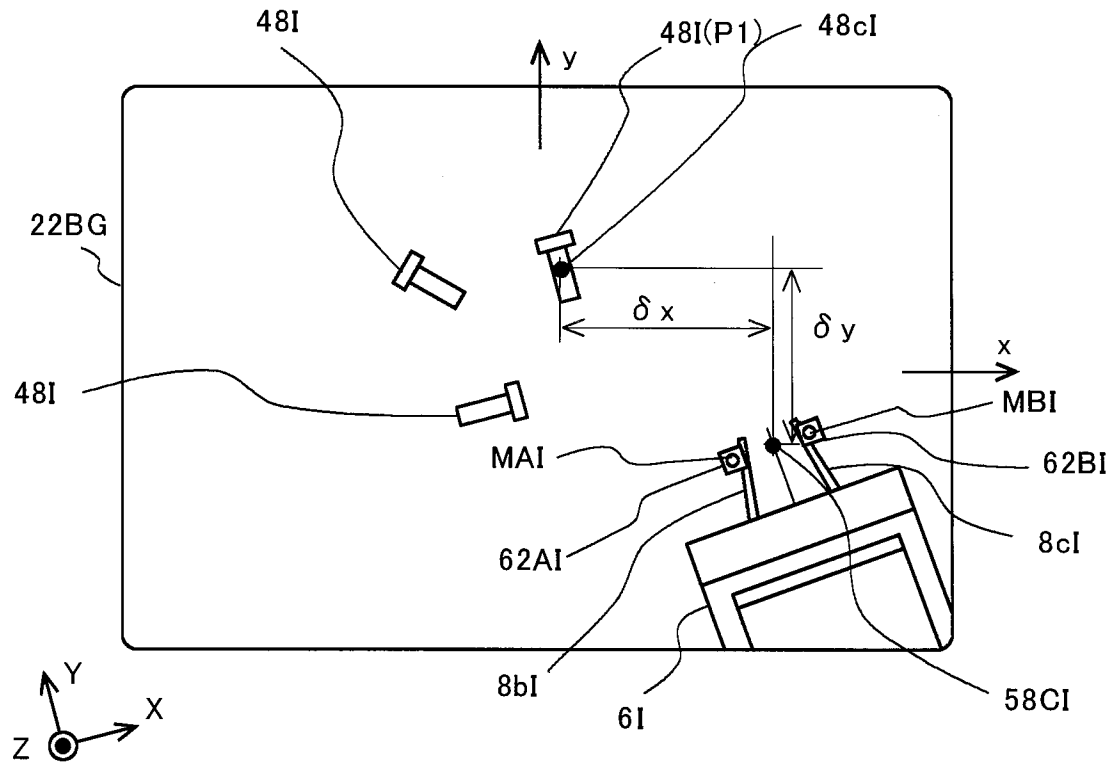
[図9]



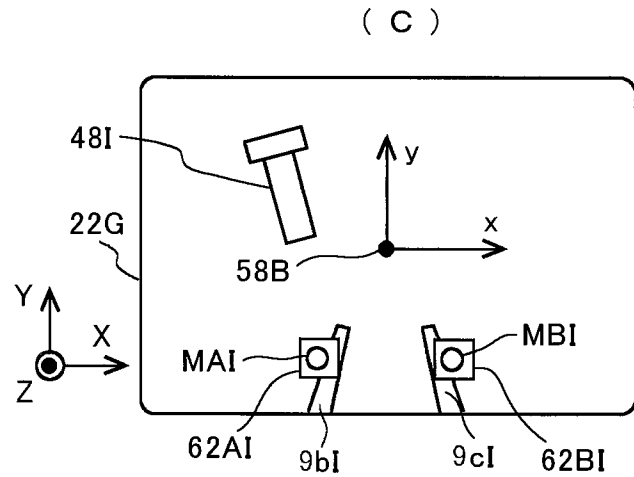
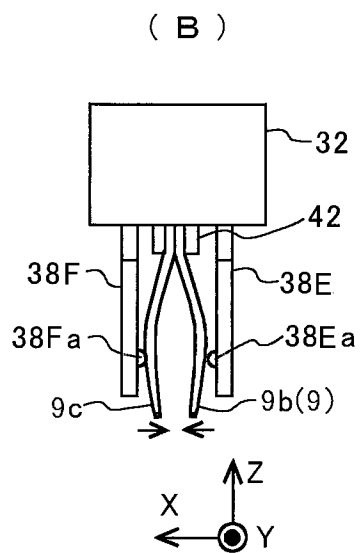
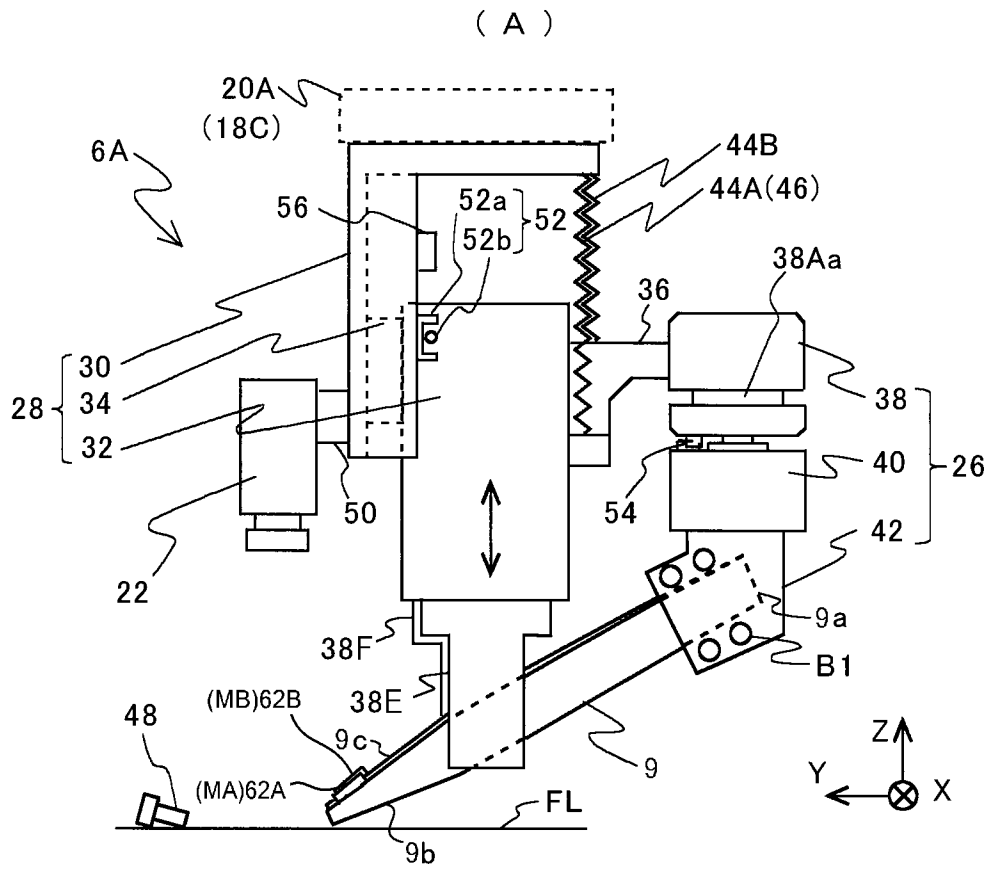
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/021644

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B25J 13/08**(2006.01)i

FI: B25J13/08 A

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)

B25J13/08

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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 2009-190111 A (OLYMPUS CORPORATION) 27 August 2009 (2009-08-27)	1-5, 8-18, 21-26
A	see fig. 1-9, paragraph [0059]	6-7, 19-20
Y	JP 2014-8579 A (DAIHEN CORP.) 20 January 2014 (2014-01-20)	1-5, 8-18, 21-26
	see fig. 1, 4	
Y	WO 2019/167652 A1 (NITTA CORPORATION) 06 September 2019 (2019-09-06)	10-13, 23-26
	see paragraph [0081]	

☐ 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 2023

Date of mailing of the international search report

29 August 2023

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/JP2023/021644

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2009-190111	A	27 August 2009	(Family: none)	
JP	2014-8579	A	20 January 2014	(Family: none)	
WO	2019/167652	A1	06 September 2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B25J 13/08(2006.01)i FI: B25J13/08 A										
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）） B25J13/08 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 <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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023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 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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 A	JP 2009-190111 A（オリンパス株式会社）27.08.2009（2009 - 08 - 27） 第1～9図、段落 [0059] 参照。	1-5, 8-18, 21-26 6-7, 19-20								
Y	JP 2014-8579 A（株式会社ダイヘン）20.01.2014（2014 - 01 - 20） 第1, 4図参照。	1-5, 8-18, 21-26								
Y	WO 2019/167652 A1（ニッタ株式会社）06.09.2019（2019 - 09 - 06） 段落 [0081] 参照。	10-13, 23-26								
☐ 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 “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 </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 “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 </td> </tr> </table>			* 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 “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						
* 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 “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 14. 08. 2023		国際調査報告の発送日 29. 08. 2023								
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） 杉山 悟史 3U 3322 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/JP2023/021644

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2009-190111	A	27.08.2009	(ファミリーなし)	
JP	2014-8579	A	20.01.2014	(ファミリーなし)	
WO	2019/167652	A1	06.09.2019	(ファミリーなし)	