

(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
2019年11月14日(14.11.2019)



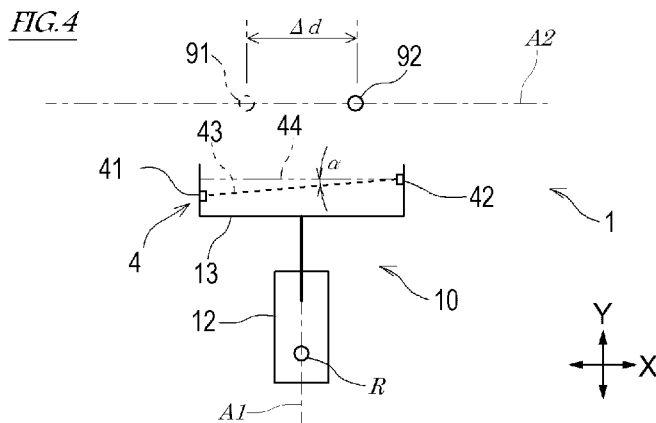
(10) 国際公開番号

WO 2019/216401 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 19/04 (2006.01) *H01L 21/677* (2006.01)
B25J 13/08 (2006.01) *H01L 21/68* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/018686
- (22) 国際出願日: 2019年5月10日(10.05.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-092423 2018年5月11日(11.05.2018) JP
- (71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (**KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 岡田 拓之 (**OKADA, Hiroyuki**). 吉田 雅也(**YOSHIDA, Masaya**).
- (74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所 (**PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE**); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1 貿易ビル3階 Hyogo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, 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,

(54) **Title:** SUBSTRATE TRANSPORT ROBOT, AND METHOD FOR DETECTING SHIFTING OF OPTICAL AXIS OF SUBSTRATE-HOLDING HAND

(54) 発明の名称: 基板搬送ロボット及び基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法



(57) **Abstract:** In this method for detecting shifting of an optical axis of a substrate-holding hand: a reference turning position of a hand, in which an ideal optical axis extends in a horizontal first direction, is acquired; a first target body is detected by a photoelectric sensor while the hand is caused to move, with reference to the reference turning position, in the radial direction about a turning axis to a prescribed first turning position; a first search process is performed to establish, as a detection position of the hand, a position in a horizontal second direction that is orthogonal to the first direction; a second search process similar to the first search process is performed with respect to a second target body; and the inclination of the optical axis from the ideal optical axis is detected on the basis of the difference between the detection positions established in the first search process and the second search process. The second-direction distances from the turning axis to the first target body and to the second target body are equal to each other, and the position of intersection between the optical axis and a first target on the hand and the position of intersection between the optical axis and a second target on the hand are different from each other.

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法は、理想光軸が水平な第1方向に延在するハンドの基準旋回位置を取得し、ハンドを基準旋回位置を基準とする所定の第1旋回位置で旋回軸を中心とする放射方向へ移動させながら光電センサで第1ターゲット体を検出し、そのときのハンドの第1方向と直交する水平な第2方向の位置を検出位置として求める第1探索処理を行い、第2ターゲット体に対して第1探索処理と同様の第2探索処理を行い、第1探索処理と第2探索処理で求めた検出位置の差に基づいて光軸の理想光軸からの傾きを検出する。旋回軸から第1ターゲット体及び第2ターゲット体までの第2方向の距離は等しく、ハンド上において光軸と第1ターゲットとの交差位置と光軸と第2ターゲットとの交差位置とが相違する。

明 細 書

発明の名称：

基板搬送ロボット及び基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、基板搬送ロボットにおいて、基板保持ハンドに設けられた光電センサの光軸のずれを検出する技術に関する。

背景技術

[0002] 従来、基板保持ハンドの先端部に透過型の光電センサを備えた基板搬送ロボットが知られている。この光電センサは、例えば、キャリアの各スロットに収容された基板のエッジを検出することにより、各スロットの基板の有無を検出するために利用される。

[0003] 透過型の光電センサは、投光器と受光器とを備え、それらが基板保持ハンドに精度よく取り付けられる。投光器と受光器とを結ぶ光軸の理想位置からの位置ずれは、専用の計測装置で計測され、コントローラに記憶され、コントローラでロボットの制御に利用されてきた。近年では、光電センサの光軸の理想位置からの位置ずれを、ロボット自身で計測する方法が提案されている。特許文献 1、2 では、この種の技術が開示されている。

[0004] 特許文献 1 及び特許文献 2 に記載のキャリブレーション方法は、基板の載置位置に小円板を含む教示治具を載置し、ハンドに設けた光電センサで小円板のエッジを検出して教示治具の位置を推定し、教示治具の教示位置と推定位置との差に基づいて、光軸の理想位置からのハンド軸方向の位置ずれや、光軸の理想位置からのハンド回転方向の位置ずれを求めるものである。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2005-118951 号公報

特許文献2：特開 2008-114348 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 1 及び特許文献 2 に記載のキャリブレーション方法では、小円板のエッジに対しハンドを異なる角度からアプローチさせて、ハンドに設けた光電センサで小円板のエッジを検出する。そのため、検出した位置から光軸の理想位置からの位置ずれを求めるために複雑な演算が必要となる。

[0007] 本発明は以上の事情に鑑みてされたものであり、その目的は、特許文献 1 及び特許文献 2 に記載された手法と比較して簡易且つ精確に光軸の理想位置からの位置ずれを求める技術を提案することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様に係る基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法は、基板を保持するハンド、前記ハンドの回転軸を含み当該ハンドを変位させるロボットアーム、及び、前記ハンドの先端部に設けられた光電センサを備えた基板搬送ロボットにおいて、前記光電センサの光軸の前記ハンドに規定された理想光軸からのずれを検出する方法であって、

前記理想光軸が水平な或る第 1 方向に延在するような、前記回転軸を回転中心とする前記ハンドの基準回転位置を取得すること、

前記ハンドを前記基準回転位置を基準とする所定の第 1 回転位置で前記回転軸を中心とする放射方向へ移動させながら前記光電センサで第 1 ターゲット体を検出し、前記第 1 ターゲット体を検出されたときの前記ハンドの前記第 1 方向と直交する水平な第 2 方向の位置を第 1 検出位置として求める、一連の第 1 探索処理を行うこと、

前記ハンドを前記基準回転位置を基準とする所定の第 2 回転位置で前記回転軸を中心とする放射方向へ移動させながら前記光電センサで第 2 ターゲット体を検出し、前記第 2 ターゲット体を検出されたときの前記ハンドの前記第 2 方向の位置を第 2 検出位置として求める、一連の第 2 探索処理を行うこと、及び、

前記第 1 検出位置と前記第 2 検出位置との差に基づいて前記光軸の前記理想光軸からの傾きを検出することを含み、

前記旋回軸から前記第 1 ターゲット体までの前記第 2 方向の距離と前記旋回軸から前記第 2 ターゲット体までの前記第 2 方向の距離とが等しく、
前記ハンド上における前記光軸と前記第 1 ターゲット体との交差位置と前記光軸と前記第 2 ターゲット体との交差位置とが相違する。

[0009] 本発明の更に別の一態様に係る基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法は、基板を保持するハンド、前記ハンドを変位させるロボットアーム、及び、前記ハンドの先端部に設けられた光電センサとを備えた基板搬送ロボットにおいて、前記光電センサの光軸の前記ハンドに規定された理想光軸からのずれを検出する方法であって、

前記ハンドを前記理想光軸が水平な第 1 方向に延在する姿勢で前記第 1 方向と直交する水平な第 2 方向へ進出させることにより所定の基板載置位置へ移動させ、前記ハンドから当該基板載置位置に設けられた基板載置部へ前記基板を移載すること、

前記ハンドにおいて当該ハンドに保持された前記基板の中心と垂直方向に重複する位置をハンド中心と規定し、前記ハンドを前記基板載置位置から前記ハンド中心と前記理想光軸との距離に前記基板の半径を加えた距離だけ前記第 2 方向へ後退させ、当該ハンドの前記第 2 方向の位置を基準位置として求めること、

前記ハンドを前記第 2 方向へ進退移動させながら前記光電センサで前記基板のエッジを探索し、前記探索で前記基板のエッジが検出されたときの前記ハンドの前記第 2 方向の位置を検出位置として求めること、及び、

前記基準位置と前記検出位置との差に基づいて前記光軸の前記理想光軸からの位置ずれを検出することを含む。

[0010] 本発明の更に別の一態様に係る基板搬送ロボットは、
基板を保持するハンド、前記ハンドの旋回軸を含み当該ハンドを変位させるロボットアーム、及び、前記ハンドの先端部に設けられた光電センサを有し、
前記ハンドに理想光軸が規定されたロボット本体と、
第 1 ターゲット体及び第 2 ターゲット体を有する較正治具と、

コントローラとを備える。

前記コントローラは、

前記理想光軸が水平な或る第 1 方向に延在するような、前記旋回軸を旋回中心とする前記ハンドの基準旋回位置を取得し、前記ハンドを前記基準旋回位置を基準とする所定の第 1 旋回位置で前記旋回軸を中心とする放射方向へ移動させながら前記光電センサで第 1 ターゲット体を検出する第 1 探索を行い、前記ハンドを前記基準旋回位置を基準とする所定の第 2 旋回位置で前記旋回軸を中心とする放射方向へ移動させながら前記光電センサで第 2 ターゲット体を検出する第 2 探索を行うように、前記ロボット本体を動作させるロボット制御部と、

前記第 1 探索で前記第 1 ターゲット体を検出されたときの前記ハンドの前記第 1 方向と直交する水平な第 2 方向の位置を第 1 検出位置として求め、前記第 2 探索で前記第 2 ターゲット体を検出されたときの前記ハンドの前記第 2 方向の位置を第 2 検出位置として求め、前記第 1 検出位置と前記第 2 検出位置との差に基づいて前記光軸の前記理想光軸からの傾きを検出する光軸傾き検出部とを、含む。

上記において、前記旋回軸から前記第 1 ターゲット体までの前記第 2 方向の距離と前記旋回軸から前記第 2 ターゲット体までの前記第 2 方向の距離とが等しく、前記ハンド上における前記光軸と前記第 1 ターゲット体との交差位置と前記光軸と前記第 2 ターゲット体との交差位置とが相違する。

[0011] 本発明の更に別の一態様に係る基板搬送ロボットは、基板を保持するハンド、前記ハンドを変位させるロボットアーム、及び、前記ハンドの先端部に設けられた光電センサを有するロボット本体と、所定の基板載置位置に設けられた基板載置部と、コントローラとを備える。

そして、前記コントローラは、

前記ハンドに理想光軸を規定し、前記ハンドにおいて当該ハンドに保持された前記基板の中心と垂直方向に重複する位置をハンド中心と規定し、

前記ハンドを前記理想光軸が水平な第 1 方向に延在する姿勢で前記第 1 方向

と直交する水平な第2方向へ前記基板載置位置まで進出させ、前記ハンドから前記基板載置部へ前記基板を移載し、前記ハンドを前記基板載置位置から前記ハンド中心と前記理想光軸との距離に前記基板の半径を加えた距離だけ前記第2方向へ後退した位置へ移動させ、前記ハンドを前記第2方向へ進退移動させながら前記光電センサで前記基板のエッジの探索を行うように前記ロボット本体を動作させるロボット制御部と、
前記ハンドが前記後退した位置にあるときの前記第2方向の位置を基準位置として求め、前記探索で前記基板のエッジが検出されたときの前記ハンドの前記第2方向の位置を検出位置として求め、前記基準位置と前記検出位置との差に基づいて前記光軸の前記理想光軸からの位置ずれを検出する光軸位置ずれ検出部とを含む。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、従来と比較して簡易且つ精確に基板保持ハンドの光軸の理想位置からのずれを検出することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る基板搬送ロボットの概略側面図である。

[図2]図2は、図1に示す基板搬送ロボットの概略平面図である。

[図3]図3は、基板搬送ロボットの制御系統の構成を示す図である。

[図4]図4は、光軸の傾きの検出方法を説明する図である。

[図5]図5は、光軸の傾きの検出処理のフローチャートである。

[図6]図6は、光軸の位置ずれの検出方法を説明する図である。

[図7]図7は、光軸の位置ずれの検出方法を説明する図である。

[図8]図8は、光軸の位置ずれの検出処理のフローチャートである。

[図9]図9は、変形例1に係る基板搬送ロボットを示す平面図である。

[図10]図10は、図9に示す基板搬送ロボットの制御系統の構成を示す図である。

[図11]図11は、変形例1に係る基板搬送ロボットによる光軸の傾きの検出

方法を説明する図である。

[図12]図 1 2 は、変形例 2 に係る基板搬送ロボットを示す平面図である。

[図13]図 1 3 は、変形例 2 に係る基板搬送ロボットによる光軸の傾きの検出処理を説明する図である。

[図14]図 1 4 は、変形例 2 に係る基板搬送ロボットによる光軸の傾きの検出処理を説明する図である。

[図15]図 1 5 は、変形例 2 に係る基板搬送ロボットによる光軸の傾きの検出処理を説明する図である。

[図16]図 1 6 は、位置決め用治具としての機能を備える較正治具の構成を示す側面図である。

[図17]図 1 7 は、変形例 3 に係る基板搬送ロボットの基準旋回位置の自動教示処理のフローチャートである。

[図18]図 1 8 は、変形例 3 に係る基板搬送ロボットによる基準旋回位置の自動教示処理を説明する図である。

[図19]図 1 9 は、変形例 3 に係る基板搬送ロボットによる基準旋回位置の自動教示処理を説明する図である。

[図20]図 2 0 は、変形例 3 に係る基板搬送ロボットによる基準旋回位置の自動教示処理を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0014] 次に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

[0015] [基板搬送ロボット 1 の概略構成]

図 1 は本発明の一実施形態に係る基板搬送ロボット 1 の概略側面図、図 2 は図 1 に示す基板搬送ロボット 1 の概略平面図である。図 1 及び図 2 に示す基板搬送ロボット 1 は、ロボット本体 1 0 と、ロボット本体 1 0 の動作を制御するコントローラ 1 5 と、較正治具 9 とを備える。基板搬送ロボット 1 は、図示されない基板載置部に対し基板 W の搬入（積載）及び搬出を行うものである。基板搬送ロボット 1 は、例えば、E F E M (Equipment Front End Module)、ソータ、基板処理システムなどの、各種の基板 W を搬送するシ

ステムに備えられてよい。

[0016] 〔ロボット本体 10 の構成〕

ロボット本体 10 は、基台 11 と、基台 11 に支持されたロボットアーム（以下、「アーム 12」と称する）と、アーム 12 の遠位端部に連設された基板保持ハンド（以下、「ハンド 13」と称する）と、ハンド 13 に設けられた透過型の光電センサ 4 とを有する。なお、本実施形態では光電センサ 4 として透過型の光電センサが採用されているが、これに代えて回帰反射型の光電センサが採用されてもよい。

[0017] 本実施形態に係るアーム 12 は、水平方向に延びる第 1 リンク 21 と、第 1 リンク 21 に並進関節を介して接続された第 2 リンク 22 とから成る。第 1 リンク 21 には並進装置 63 が設けられており、並進装置 63 の動作により第 2 リンク 22 は第 1 リンク 21 に対して当該第 1 リンク 21 の長手方向と平行に並進移動する。並進装置 63 は、例えば、レール&スライダ、ラック&ピニオン、ボールねじ、又は、シリンダなどの直動機構（図示略）と、駆動部としてのサーボモータ M3（図 3、参照）とを含む。但し、並進装置 63 の構成は上記に限定されない。

[0018] アーム 12 の近位端部は、昇降及び旋回可能に基台 11 に支持されている。昇降装置 61 の動作により、アーム 12 の近位端部と連結された昇降軸 23 が伸縮して、アーム 12 は基台 11 に対し昇降移動する。昇降装置 61 は、例えば、昇降軸 23 を基台 11 から伸縮させる直動機構（図示略）と、駆動部としてのサーボモータ M1（図 3、参照）とを含む。また、旋回装置 62 の動作により、アーム 12 は基台 11 に対し旋回軸 R を中心として旋回する。アーム 12 の旋回軸 R は昇降軸 23 の軸心と実質的に一致する。旋回装置 62 は、例えば、第 1 リンク 21 を旋回軸 R の周りに回転させるギア機構（図示略）と、駆動部としてのサーボモータ M2（図 3、参照）とを含む。但し、昇降装置 61 及び旋回装置 62 の構成は上記に限定されない。

[0019] ハンド 13 は、アーム 12 の遠位端部に連結されたベース部 31 と、ベース部 31 に固定されたブレード 32 とを備える。ブレード 32 は、先端部が

二股に分かれたY字状（又は、U字状）を呈する薄板部材である。

[0020] ブレード32の主面は水平であって、基板Wを支持する複数の支持パッド33がブレード32上に設けられている。複数の支持パッド33は、ブレード32に載置された基板Wのエッジと接触するように配置されている。更に、ハンド13においてブレード32の基端側には、プッシャ34が設けられている。このプッシャ34とブレード32の先端部に配置された支持パッド33との間で、ブレード32に載置された基板Wが把持される。

[0021] なお、本実施形態に係るハンド13は、基板Wを水平な姿勢で保持しながら、搬送するものであるが、ハンド13は基板Wを垂直な姿勢で保持可能なものであってもよい。また、本実施形態に係るハンド13の基板Wの保持方式は、エッジ把持式であるが、エッジ把持式に代えて、吸着式、落とし込み式、載置式などの公知の基板Wの保持方式が採用されてもよい。

[0022] ハンド13には、少なくとも1組の光電センサ4が設けられている。光電センサ4は、ブレード32の二股に分かれた先端部の裏面に設けられている。図1及び図4を参照して、光電センサ4は、ブレード32の二股に分かれた先端部の一方に設けられた投光器41と他方に設けられた受光器42とを含む。投光器41と受光器42とは、ブレード32の主面と平行な方向（即ち、水平方向）に離れている。

[0023] 投光器41は、検出媒体となる光を投射する光源を備える。受光器42は、投光器41の投射光を受けて電気信号に変換する受光素子を備える。投光器41と受光器42は対向配置されており投光器41を出た光は、直線状に進んで、受光器42の受光器の入光窓に入射する。図4において、投光器41を出た光の光軸43が鎖線で示されている。光電センサ4は、光軸43上を物体が通過して、受光器42に入射する光量が減少したことを検出すると、検出信号をコントローラ15へ出力する。

[0024] [較正治具9の構成]

本実施形態に係る較正治具9は、2本のターゲット体91、92と、これらのターゲット体91、92を個別に移動させるターゲット移動装置93、

94とを備える。ターゲット体91, 92は、光電センサ4で検出される高さに幅を確保し、且つ、検出位置誤差をより小さくするために、垂直方向に延びるピン、軸、又は柱形状を呈することが望ましい。但し、ターゲット体91, 92の形状はこれに限定されない。

[0025] ターゲット移動装置93, 94は、ターゲット体91, 92を、光電センサ4で検出できる領域（検出可能領域）と、それよりも低く且つ光電センサ4で検出できない領域（検出不可領域）との間で移動させるものであればよい。ターゲット移動装置93, 94は、例えば、ラックアンドピニオンなどの直動機構と、直動機構の駆動部としての電動モータとを含む。但し、ターゲット移動装置93, 94はこれに限定されない。ターゲット移動装置93, 94はコントローラ15と通信可能に接続されており、ターゲット移動装置93, 94の動作はコントローラ15の治具制御部152に制御される。

[0026] 平面視において、2本のターゲット体91, 92が通る直線をターゲット基準線A2と規定する（図2、参照）。2本のターゲット体91, 92のターゲット基準線A2と平行な離間距離 Δd は既知であり、 Δd は光軸43の長さより短い。

[0027] [コントローラ15の構成]

図3は、基板搬送ロボット1の制御系統の構成を示す図である。図3に示すコントローラ15は、ロボット本体10の動作を制御するロボット制御部151と、治具制御部152と、光軸傾き検出部153と、光軸位置ずれ検出部154と、基準旋回位置取得部156との各機能部を有する。また、コントローラ15は、光軸43のずれに関する情報を記憶する光軸ずれ記憶部155を有する。

[0028] コントローラ15は、いわゆるコンピュータであって、例えば、マイクロコントローラ、CPU、MPU、PLC、DSP、ASIC又はFPGA等の演算処理装置（プロセッサ）と、ROM、RAM等の記憶装置とを有する（いずれも図示せず）。記憶装置には、演算処理装置が実行するプログラム、各種固定データ等が記憶されている。記憶装置に記憶されたプログラムに

は、本実施形態に係る回転軸探索プログラムが含まれている。また、記憶装置には、アーム 12 の動作を制御するための教示データ、アーム 12 やハンド 13 の形状・寸法に関するデータ、ハンド 13 に保持された基板 W の形状・寸法に関するデータなどが格納されている。

[0029] コントローラ 15 では、記憶装置に記憶されたプログラム等のソフトウェアを演算処理装置が読み出して実行することにより、前述の機能部を実現するための処理が行われる。なお、コントローラ 15 は単一のコンピュータによる集中制御により各処理を実行してもよいし、複数のコンピュータの協働による分散制御により各処理を実行してもよい。

[0030] コントローラ 15 には、アーム 12 の昇降装置 61 のサーボモータ M1、旋回装置 62 のサーボモータ M2、及び、並進装置 63 のサーボモータ M3 が接続されている。各サーボモータ M1～3 には、その出力軸の回転角を検出する位置検出器 E1～3 が設けられており、各位置検出器 E1～3 の検出信号はコントローラ 15 へ出力される。更に、コントローラ 15 には、ハンド 13 のプッシャ 34 も接続されている。そして、コントローラ 15 のロボット制御部 151 は、位置検出器 E1～3 の各々で検出された回転位置から特定されるハンド 13 のポーズ（即ち、空間における位置及び姿勢）と記憶部に記憶された教示データとに基づいて所定の制御時間後の目標ポーズを演算し、所定の制御時間後にハンド 13 が目標ポーズとなるように各サーボモータ M1～3 を動作させる。

[0031] 〔光軸のずれ検出方法〕

以下、上記構成の基板搬送ロボット 1 によって実行されるハンド 13 に設けられた光電センサ 4 の光軸ずれ検出方法について説明する。

[0032] 図 2 に示すように、ハンド 13 には、ハンド軸 A1 とハンド中心 C とが規定されている。ハンド軸 A1 は、ハンド 13 の長手方向と平行に直線状に延びる軸線であり、ブレード 32 は平面視においてハンド軸 A1 を対称軸として線対称に形成されている。本実施形態においては、ハンド軸 A1 はアーム 12 の伸縮方向と平行であり、ハンド 13 はハンド軸 A1 と平行に移動する

。ハンド中心Cは、ハンド13において当該ハンド13に保持された基板Wの中心と重複する垂線である。

[0033] 光電センサ4の投光器41と受光器42とは、ハンド13に精度よく取り付けられている。それであっても、投光器41と受光器42との取付誤差や個体差によって、設計された理想光軸44から実際の光軸43がずれることがある。光軸43のずれには、光軸43の理想光軸44からの傾きと、光軸43の理想光軸44からのハンド軸A1方向の位置ずれとがある。そこで、本実施形態に係る基板搬送ロボット1では、コントローラ15の光軸傾き検出部153が光軸43の理想光軸44からの傾きを検出し、コントローラ15の光軸位置ずれ検出部154が光軸43の理想光軸44からのハンド軸A1と平行な方向の位置ずれを検出し、ロボット制御部151はこれらの光軸43のずれを加味してロボット本体10を動作させる。

[0034] [光軸43の傾きの検出方法]

先ず、光軸43の理想光軸44からの傾きを検出する方法から説明する。図4は、光軸43の傾きの検出方法を説明する図であり、図5は、基板搬送ロボット1による光軸43の傾きの検出処理のフローチャートである。

[0035] 図4に示すように、或る水平方向を第1方向Xとし、第1方向Xと直交する水平方向を第2方向Yとする。較正治具9は、ターゲット基準線A2が第1方向Xと平行となるように位置決めされる。つまり、ハンド13の旋回軸Rから第1ターゲット体91までの第2方向Yの距離と旋回軸Rから第2ターゲット体92までの第2方向Yの距離とは等しい。

[0036] 図5に示すように、コントローラ15は、先ず、ハンド13の基準旋回位置を取得する（ステップS1）。図4に示すように、所定の待機位置にあるハンド13は、理想光軸44の延伸方向が第1方向Xであり、且つ、ハンド軸A1の延伸方向が第2方向Yである基準旋回位置にあり、ターゲット体91、92から第2方向Yへ離れている。なお、較正治具9とロボット本体10との位置関係が既知であれば、ハンド13の基準旋回位置は既知である。基準旋回位置取得部156は、予め記憶された基準旋回位置又は教示された

基準旋回位置を取得し、ロボット制御部 151 はハンド 13 が基準旋回位置となるようにロボット本体 10 を動作させる。

[0037] 次に、コントローラ 15 は、第 1 探索処理を行う（ステップ S 2）。第 1 探索処理において、コントローラ 15 は、光電センサ 4 で第 1 ターゲット体 91 が検出されるまでハンド 13 を基準旋回位置で旋回軸 R を中心とする放射方向へ移動するように、ロボット本体 10 を動作させる。ここで、ハンド 13 は第 2 方向 Y へ移動する。コントローラ 15 は、第 1 探索処理の間、第 1 ターゲット体 91 が検出可能領域に位置し、第 2 ターゲット体 92 が検出不可領域に位置するようにターゲット移動装置 93, 94 を動作させる。

[0038] コントローラ 15 は、第 1 探索処理で第 1 ターゲット体 91 が検出されたときのハンド 13 の第 2 方向 Y の位置を求めて、それを第 1 検出位置として記憶する（ステップ S 3）。コントローラ 15 は、ハンド 13 が待機位置まで移動するように、ロボット本体 10 を動作させる。

[0039] 次に、コントローラ 15 は、第 2 探索処理を行う（ステップ S 4）。第 2 探索処理において、コントローラ 15 は、光電センサ 4 で第 2 ターゲット体 92 が検出されるまでハンド 13 を基準旋回位置で旋回軸 R を中心とする放射方向へ移動するように、ロボット本体 10 を動作させる。ここで、ハンド 13 は第 2 方向 Y へ移動する。コントローラ 15 は、第 2 探索処理の間、第 1 ターゲット体 91 が検出不可領域に位置し、第 2 ターゲット体 92 が検出可能領域に位置するようにターゲット移動装置 93, 94 を動作させる。

[0040] コントローラ 15 は、第 2 探索処理で第 2 ターゲット体 92 が検出されたときのハンド 13 の第 2 方向 Y の位置を求めて、それを第 2 検出位置として記憶する（ステップ S 5）。コントローラ 15 は、ハンド 13 が待機位置まで移動するように、ロボット本体 10 を動作させる。

[0041] 続いて、コントローラ 15 は、第 1 検出位置と第 2 検出位置とから光軸 43 の理想光軸 44 からの傾き角 α を求める（ステップ S 6）。光軸 43 の傾き角 α と、第 1 検出位置と第 2 検出位置との差 ΔL （図示略）と、ターゲット体 91, 92 の離間距離 Δd との間には、次式の関係が成立する。

$$\tan \alpha = \Delta L / \Delta d$$

そこで、コントローラ 15 は、第 1 検出位置と第 2 検出位置との差 ΔL を求め、上記式を利用して差 ΔL とターゲット体 91, 92 の離間距離 Δd とに基づいて、光軸 43 の理想光軸 44 からの傾き角 α を求める。ここで、コントローラ 15 は、傾き角 α が実質的に 0 であれば光軸 43 の傾きが無いと判定し、傾き角 α が実質的に 0 でなければ光軸 43 の傾きが有る（即ち、光軸 43 の傾きを検出した）と判定してよい。なお、「実質的に 0」は、厳密に 0 に限定されるものではなく、0 からプラス側とマイナス側とのそれぞれにおいて所定の調整範囲の値も含まれ得る。コントローラ 15 は、求めた傾き角 α を光軸ずれ記憶部 155 に記憶して（ステップ S7）、処理を終了する。

[0042] [光軸 43 の位置ずれの検出方法]

続いて、光軸 43 の理想光軸 44 からのハンド軸 A1 と平行な方向の位置ずれを検出する方法を説明する。図 6 及び図 7 は、光軸 43 の位置ずれを検出方法を説明する図であり、図 8 は、基板搬送ロボット 1 による光軸 43 の位置ずれの検出処理のフローチャートである。

[0043] ロボット本体 10 のハンド 13 は、基板 W を保持し、理想光軸 44 の延伸方向が第 1 方向 X であり、且つ、ハンド軸 A1 の延伸方向が第 2 方向 Y である姿勢で、任意の基板載置部から第 2 方向 Y へ退避した位置にある。基板載置部は、例えば、基板ポート、基板キャリア、基板トレイ、基板処理装置のステージ、アライナなど、基板 W を載置できればその態様を問わない。

[0044] 図 8 に示すように、コントローラ 15 は、先ず、基板 W をハンド 13 から基板載置部へ移載するように、ロボット本体 10 を動作させる（ステップ S11）。ここで、コントローラ 15 は、アーム 12 を伸長させて、ハンド 13 を第 2 方向 Y へ進出させることによりブレード 32 を基板載置部の上方へ移動させ、次いで、アーム 12 を降下させて、ブレード 32 を基板載置部の下方へ移動させる。これにより、基板 W がハンド 13 から基板載置部へ移載される。基板 W が基板載置部に載置されたときのハンド 13 の第 2 方向 Y の

位置を「基板載置位置」とする。

[0045] 図6に示すように、ハンド中心Cから理想光軸44までのハンド軸A1と平行な方向の距離 L_1 、及び、基板Wの半径 ϕW は、いずれも既知の値であり、予めコントローラ15に記憶されている。図6及び図7に示すように、コントローラ15は、ハンド13が基板載置位置から距離 L_1 と半径 ϕW との和($L_1 + \phi W$)だけ第2方向Yへ後退するように、ロボット本体10を動作させる(ステップS12)。コントローラ15は、ハンド13の第2方向Yの位置を基準位置として記憶する(ステップS13)。

[0046] 続いて、コントローラ15は、光電センサ4をオンとし、理想光軸44が基板Wの下から基板Wの上へ移動するまでハンド13を基準位置から上昇させるように、ロボット本体10を動作させる(ステップS14)。コントローラ15は、基板Wが検出されなければ(ステップS15でNO)、光軸43は理想光軸44よりハンド中心C側へずれていると判定する(ステップS16)。コントローラ15は、基板Wが検出されれば(ステップS15でYES)、光軸43は理想光軸44と一致する又はハンド中心Cと反対側へずれていると判定する(ステップS17)。

[0047] コントローラ15は、ステップS16、S17の判定結果に基づいて、ハンド13を第2方向Yへ進出又は後退させながら光電センサ4で基板Wのエッジを探索するように、ロボット本体10を動作させる(ステップS18)。ここで、ステップS16で光軸43が理想光軸44よりハンド中心C側へずれていると判定した場合には、基板Wのエッジの探索に際し、光電センサ4をオンにした状態で、アーム12の微量な伸張と、アーム12の昇降とが繰り返される。一方、ステップS17で光軸43が理想光軸44と一致する又はハンド中心Cと反対側へずれていると判定した場合には、基板Wのエッジの探索に際し、光電センサ4をオンにした状態で、アーム12の微量な短縮と、アーム12の昇降とが繰り返される。

[0048] コントローラ15は、基板Wのエッジが検出されたときのハンド13の第2方向Yの位置を検出位置として記憶する(ステップS19)。コントロー

ラ 15 は、基準位置と検出位置との差を、光軸 43 の理想光軸 44 からのハンド軸 A1 と平行な方向の位置ずれ量として求める（ステップ S20）。ここで、コントローラ 15 は、位置ずれ量が実質的に 0 であれば光軸 43 の位置ずれが無いと判定し、位置ずれ量が実質的に 0 でなければ光軸 43 の位置ずれが有る（即ち、光軸 43 の位置ずれを検出した）と判定してよい。コントローラ 15 は、位置ずれ量を光軸ずれ記憶部 155 に記憶し（ステップ S21）、処理を終了する。

[0049] コントローラ 15 は、光軸ずれ記憶部 155 に記憶された光軸 43 の傾き角 α 及び光軸 43 の位置ずれ量を、ロボット本体 10 の動作の制御に利用する。つまり、コントローラ 15 は、光軸 43 の傾き角 α 及び光軸 43 の位置ずれ量が較正されるように、ロボット本体 10 の動作指令を生成する。

[0050] 以上に説明したように、本実施形態の基板搬送ロボット 1 は、基板 W を保持するハンド 13、ハンド 13 の回転軸 R を含みハンド 13 を変位させるアーム 12、及び、ハンド 13 の先端部に設けられた光電センサ 4 を有するロボット本体 10 と、第 1 ターゲット体 91 及び第 2 ターゲット体 92 を有する較正治具 9 と、コントローラ 15 とを備える。本実施形態に係る較正治具 9 は、第 1 ターゲット体 91 を光電センサ 4 の検出可能範囲から検出不可範囲へ移動させる第 1 ターゲット移動装置 93、及び、第 2 ターゲット体 92 を光電センサ 4 の検出可能範囲から検出不可範囲へ移動させる第 2 ターゲット移動装置 94 を更に有する。第 1 ターゲット体 91 と第 2 ターゲット体 92 とは第 1 方向 X に並び、且つ、第 1 ターゲット体 91 と第 2 ターゲット体 92 とは第 2 方向 Y と垂直な同一平面内にある。また、回転軸 R から第 1 ターゲット体 91 までの第 2 方向 Y の距離と回転軸 R から第 2 ターゲット体 92 までの第 2 方向 Y の距離とが等しい。ハンド 13 には、理想光軸 44 が規定されている。

[0051] そして、上記コントローラ 15 は、ロボット制御部 151 と、治具制御部 152 と、光軸傾き検出部 153 とを含む。ロボット制御部 151 は、理想光軸 44 が水平な或る第 1 方向 X に延在するような、回転軸 R を回転中心と

するハンド13の基準旋回位置を取得し、ハンド13を基準旋回位置を基準とする所定の第1旋回位置（本実施形態では基準旋回位置）で旋回軸Rを中心とする放射方向へ移動させながら光電センサ4で第1ターゲット体91を検出する第1探索を行い、ハンド13を基準旋回位置を基準とする所定の第2旋回位置（本実施形態では基準旋回位置）で旋回軸Rを中心とする放射方向へ移動させながら光電センサ4で第2ターゲット体92を検出する第2探索を行うように、ロボット本体10を動作させる。治具制御部152は、第1探索の間、第1ターゲット体91が検出可能範囲にあり且つ第2ターゲット体92が検出不可範囲にあり、第2探索の間、第1ターゲット体91が検出不可範囲にあり且つ第2ターゲット体92が検出可能範囲にあるように、第1ターゲット移動装置93及び第2ターゲット移動装置94を動作させる。光軸傾き検出部153は、第1探索で第1ターゲット体91が検出されたときのハンド13の第1方向Xと直交する水平な第2方向Yの位置を第1検出位置として求め、第2探索で第2ターゲット体92が検出されたときのハンド13の第2方向Yの位置を第2検出位置として求め、第1検出位置と第2検出位置との差に基づいて光軸43の理想光軸44からの傾きを検出する。上記において、ハンド13上における光軸43と第1ターゲット体91との交差位置と光軸43と第2ターゲット体92との交差位置とが相違する。

[0052] 同様に、本実施形態に係る基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法は、理想光軸44が水平な或る第1方向Xに延在するような、旋回軸Rを旋回中心とするハンド13の基準旋回位置を取得すること、ハンド13を基準旋回位置を基準とする所定の第1旋回位置（本実施形態では基準旋回位置）で旋回軸Rを中心とする放射方向へ移動させながら光電センサ4で第1ターゲット体91を検出し、第1ターゲット体91が検出されたときのハンド13の第1方向Xと直交する水平な第2方向Yの位置を第1検出位置として求める、一連の第1探索処理を行うこと、ハンド13を基準旋回位置を基準とする所定の第2旋回位置（本実施形態では基準旋回位置）で旋回軸Rを中心とする放射方向へ移動させながら光電センサ4で第2ターゲット体92を検出し、第2

ターゲット体 9 2 が検出されたときのハンド 1 3 の第 2 方向 Y の位置を第 2 検出位置として求める、一連の第 2 探索処理を行うこと、及び、第 1 検出位置と第 2 検出位置との差に基づいて光軸 4 3 の理想光軸 4 4 からの傾きを検出することを含む。この光軸ずれ検出方法において、旋回軸 R から第 1 ターゲット体 9 1 までの第 2 方向 Y の距離と旋回軸 R から第 2 ターゲット体 9 2 までの第 2 方向 Y の距離とが等しく、ハンド 1 3 上における光軸 4 3 と第 1 ターゲット体 9 1 との交差位置と光軸 4 3 と第 2 ターゲット体 9 2 との交差位置とが相違する。

[0053] 上記基板搬送ロボット 1 及び光軸ずれ検出方法によれば、ターゲット体 9 1, 9 2 を検出した 2 つの位置（即ち、第 1 検出位置と第 2 検出位置）との差から単純な計算で光軸 4 3 のずれ（傾き）を検出することができる。しかも、第 1 探索及び第 2 探索の双方において、ハンド 1 3 を光軸 4 3 とともに第 2 方向 Y へ移動させながらターゲット体 9 1, 9 2 を探索するので、バックラッシュなどによるロボット本体 1 0 の動作誤差や、ターゲット体 9 1, 9 2 上の被検出位置誤差を排除することができる。よって、より確実に光軸 4 3 のずれ（傾き）を求めることができる。

[0054] また、上記実施形態に係る基板搬送ロボット 1 において、コントローラ 1 5 のロボット制御部 1 5 1 は、ハンド 1 3 を理想光軸 4 4 が第 1 方向 X に延在する姿勢で第 1 方向 X と直交する水平な第 2 方向 Y へ基板載置位置まで進出させ、基板 W をハンド 1 3 から基板載置部へ移載し、ハンド 1 3 を基板載置位置からハンド中心 C と理想光軸 4 4 との距離 L_1 に基板 W の半径 ϕW を加えた距離だけ第 2 方向 Y へ後退した位置へ移動させ、ハンド 1 3 を第 2 方向 Y へ進退移動させながら光電センサ 4 で基板 W のエッジの探索を行うようにロボット本体 1 0 を動作させる。そして、コントローラ 1 5 は、ハンド 1 3 が後退した位置にあるときの第 2 方向 Y の位置を基準位置として求め、探索で基板 W のエッジが検出されたときのハンド 1 3 の第 2 方向 Y の位置を検出位置（第 3 検出位置）として求め、基準位置と検出位置との差に基づいて光軸 4 3 の理想光軸 4 4 からの位置ずれを検出する光軸位置ずれ検出部 1 5

4を含む。

[0055] 同様に、上記基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法は、ハンド13を理想光軸44が水平な第1方向Xに延在する姿勢で第1方向Xと直交する水平な第2方向Yへ進出させることにより所定の基板載置位置へ移動させ、基板Wをハンド13から基板載置位置に設けられた基板載置部へ移載すること、ハンド13において当該ハンド13に保持された基板Wの中心と垂直方向に重複する位置をハンド中心Cと規定し、ハンド13を基板載置位置からハンド中心Cと理想光軸44との距離L1に基板Wの半径 ϕW を加えた距離だけ第2方向Yへ後退させ、当該ハンド13の第2方向Yの位置を基準位置として求めること、ハンド13を第2方向Yへ進退移動させながら光電センサ4で基板Wのエッジを探索し、探索で基板Wのエッジが検出されたときのハンド13の第2方向Yの位置を検出位置（第3検出位置）として求めること、及び、基準位置と検出位置との差に基づいて光軸43の理想光軸44からの位置ずれを検出することを含む。

[0056] 上記基板搬送ロボット1及び光軸ずれ検出方法によれば、特別な治具を用いることなく、光軸43の理想光軸44からの位置ずれを検出することができる。

[0057] 〔変形例1〕

上記実施形態の変形例1を説明する。変形例1に係る基板搬送ロボット1Aは、ロボット本体10Aの構成が前述の実施形態に係るロボット本体10と相違し、較正治具9Aの構成も前述の実施形態に係る較正治具9と相違する。図9は、変形例1に係る基板搬送ロボット1Aを示す平面図であり、図10は、図9に示す基板搬送ロボット1Aの制御系統の構成を示す図である。変形例1の説明においては、前述の実施形態と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、説明を省略する。

[0058] 図9及び図10に示すロボット本体10Aは、前述の実施形態に係るロボット本体10と比較して、基台11に代えて台車11Aを備える点で相違し、余の構成は実質的に同じである。台車11Aはコントローラ15によって

制御される走行装置 64 を備え、走行装置 64 の動作によって台車 11A は床に敷設されたレール 18 上を走行する。走行装置 64 は、例えば、レール 18 上を摺動するスライダと、レール 18 に設けられたラックと噛合するピニオンと、ピニオンを回転駆動する電動モータとを含む（いずれも図示略）。但し、走行装置 64 の構成はこれに限定されない。

[0059] このロボット本体 10A と対応付けられる較正治具 9A は、1 本のピン状のターゲット体 90 を備える。つまり、ターゲット体 90 は、前述の実施形態に係る第 1 ターゲット体 91 と第 2 ターゲット体 92 とが一致したものと考えてよい。なお、ターゲット体 90 は、ターゲット体 91, 92 のように移動するものでなくてよい。

[0060] 変形例 1 に係る基板搬送ロボット 1A で行われる光軸 43 の位置ずれの検出処理は前述の実施形態と実質的に同じである。変形例 1 に係る基板搬送ロボット 1A で行われる光軸 43 の傾きの検出処理は、前述の実施形態と若干異なる。図 11 は、変形例 1 に係る基板搬送ロボット 1A による光軸 43 の傾きの検出処理を説明する図である。

[0061] 光軸 43 の傾きの検出を開始するに際し、図 11 に示すように、台車 11A の走行方向 A4（即ち、レール 18 の延伸方向）と第 1 方向 X とが平行となるようにロボット本体 10 が位置決めされる。ロボット本体 10 のハンド 13 は、理想光軸 44 の延伸方向が第 1 方向 X であり、且つ、ハンド軸 A1 の延伸方向が第 2 方向 Y である姿勢で、ターゲット体 90 から第 2 方向 Y に離れた所定の待機位置にある。

[0062] そして、コントローラ 15 によって、前述のステップ S1 からステップ S7（図 5、参照）の処理が行われる。但し、ステップ S3 の第 2 探索処理の具体的な処理の内容と、ステップ S5 の光軸 43 の傾き角 α を求める具体的な処理の内容とが、前述の実施形態から異なる。

[0063] 第 2 探索処理（ステップ S4）において、図 11 に示すように、コントローラ 15 は走行装置 64 に台車 11A を所定の走行距離 $\Delta d'$ だけ第 1 方向 X へ移動させてから、ロボット本体 10 に第 1 探索処理と同じターゲット体

90を探索させる。

[0064] また、光軸43の傾き角 α を求める処理（ステップS6）において、コントローラ15は、ターゲット体91、92の離間距離 Δd に代えて走行距離 $\Delta d'$ を用いる。

[0065] 以上に説明した通り、本変形例に係る基板搬送ロボット1Aは、基板Wを保持するハンド13、ハンド13を変位させるアーム12、及び、ハンド13の先端部に設けられた透過型光電センサ4を有するロボット本体10Aと、ターゲット体90と、コントローラ15とを備える。ハンド13には、理想光軸44が規定されている。このコントローラ15は、ロボット制御部151及び光軸傾き検出部153を含む。ロボット制御部151は、前述の実施形態と同様に、基準旋回位置を取得し、第1探索を行い、第2探索を行うように、ロボット本体10を動作させる。但し、第1旋回位置及び第2旋回位置がいずれも基準旋回位置であり、ロボット制御部151は、第1探索のあとでハンド13を第1方向Xへシフトさせてから第2探索を行うように、ロボット本体10を動作させる。

[0066] また、本変形例に係る基板搬送ロボット1Aによる基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法は、前述の実施形態と同様に、基準旋回位置を取得すること、一連の第1探索処理を行うこと、一連の第2探索処理を行うこと、及び、光軸43の理想光軸44からの傾きを検出することを含む。但し、第1旋回位置及び第2旋回位置がいずれも基準旋回位置であり、第1探索処理中のハンド13の軌跡と第2探索処理中のハンド13の軌跡とが第1方向Yに離間している。

[0067] 〔変形例2〕

上記実施形態の変形例2を説明する。図12は、変形例2に係る基板搬送ロボット1Bの平面図である。変形例2の説明においては、前述の実施形態と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、説明を省略する。

[0068] 図12に示すように、変形例2に係る基板搬送ロボット1Bでは、ロボット本体10の構成は前述の実施形態に係るロボット本体10と同一であり、

光軸 4 3 の傾きの検出に使用する較正治具 9 A の構成が前述の実施形態に係る較正治具 9 と相違する。変形例 2 に係る基板搬送ロボット 1 B の較正治具 9 A は、変形例 1 で使用した較正治具 9 A と実質的に同一の構成を有する。

[0069] 変形例 2 に係る基板搬送ロボット 1 B で行われる光軸 4 3 の位置ずれの検出処理は前述の実施形態と実質的に同じである。変形例 2 に係る基板搬送ロボット 1 B で行われる光軸 4 3 の傾きの検出処理は、前述の実施形態と若干異なる。図 1 3 は、変形例 2 に係る基板搬送ロボット 1 B による光軸 4 3 の傾きの検出処理を説明する図である。

[0070] コントローラ 1 5 による光軸 4 3 の傾きの検出処理では、前述のステップ S 1 からステップ S 7 (図 5、参照) の処理が行われる。但し、ステップ S 2 の第 1 探索処理の具体的な処理の内容と、ステップ S 4 の第 2 探索処理の具体的な処理の内容と、ステップ S 6 の光軸 4 3 の傾き角 α を求める具体的な処理の内容とが、前述の実施形態から異なる。

[0071] 図 1 3 に示すように、ハンド 1 3 の回転軸 R とそれと平行に延びるターゲット体 9 0 とを含む垂直な平面を基準垂直面 A 3 と規定する。そして、ハンド軸 A 1 が基準垂直面 A 3 内に存在する (即ち、平面視においてハンド軸 A 1 と基準垂直面 A 3 とが重複する) ハンド 1 3 の位置を基準旋回位置とする。基準旋回位置にあるハンド 1 3 では、理想光軸 4 4 は基準垂直面 A 3 と直交する。

[0072] 第 1 探索処理 (ステップ S 2) において、コントローラ 1 5 は、まず、アーム 1 2 を回転軸 R を中心として基準旋回位置から微小角度 ($-\beta$) だけ旋回させる (図 1 4、参照)。このようにハンド 1 3 を基準垂直面 A 3 と理想光軸 4 4 とが交わる第 1 旋回位置 ($-\beta$) としたうえで、アーム 1 2 を伸縮させることによりハンド 1 3 を回転軸 R を中心とする放射方向へ移動させながら、光電センサ 4 でターゲット体 9 0 の探索を行う。なお、ハンド 1 3 が第 1 検出位置にあるとき、ターゲット体 9 0 から回転軸 R までの距離、旋回位置、及び、回転軸 R から理想光軸 4 4 までの距離を用いて、平面視におけるハンド軸 A 1 とターゲット体 9 0 との距離 d_5 を求めることができる。

[0073] 第2探索処理（ステップS4）において、コントローラ15は、先ず、アーム12を所定の微小角度（ $+2\beta$ ）だけ旋回軸Rを中心として旋回させる（図15、参照）。このようにして、ハンド13を第1旋回位置（ $-\beta$ ）と基準垂直面A3に対して面对称な第2旋回位置（ $+\beta$ ）としたうえで、アーム12を伸縮させることによりハンド13を旋回軸Rを中心とする放射方向へ移動させながら、光電センサ4でターゲット体90の探索を行う。なお、ハンド13が第2検出位置にあるとき、ターゲット体90から旋回軸Rまでの距離、旋回位置、及び、旋回軸Rから理想光軸44までの距離を用いて、平面視におけるハンド軸A1とターゲット体90との距離d6を求めることができる。距離d5と距離d6とは理想的には同一となる。

[0074] 光軸43の傾き角 α を求める処理（ステップS6）において、コントローラ15は、距離d5及び距離d6の和と、第1検出位置と第2検出位置との差とに基づいて、光軸43の理想光軸44からの傾き角 α を求める。

[0075] 以上に説明した通り、本変形例に係る基板搬送ロボット1Bは、基板Wを保持するハンド13、ハンド13を変位させるアーム12、及び、ハンド13の先端部に設けられた透過型光電センサ4を有するロボット本体10と、ターゲット体90と、コントローラ15とを備える。コントローラ15は、ロボット制御部151と、光軸傾き検出部153とを含む。ロボット制御部151は、前述の実施形態と同様に、基準旋回位置を取得し、第1探索を行い、第2探索を行うように、ロボット本体10を動作させる。但し、第1旋回位置が基準旋回位置から旋回方向の一方へ所定角度だけ旋回させた位置であり、第2旋回位置が基準旋回位置から旋回方向の他方へ所定角度だけ旋回させた位置である。

[0076] また、本変形例に係る基板搬送ロボット1Bによる基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法は、前述の実施形態と同様に、基準旋回位置を取得すること、一連の第1探索処理を行うこと、一連の第2探索処理を行うこと、及び、光軸43の理想光軸44からの傾きを検出することを含む。但し、第1旋回位置が基準旋回位置から旋回方向の一方へ所定角度だけ旋回させた位置であり

、第2旋回位置が基準旋回位置から旋回方向の他方へ所定角度だけ旋回させた位置である。

[0077] 〔変形例3〕

上記実施形態の変形例3を説明する。上記の実施形態に係る基板搬送ロボット1では、予め記憶された又は教示された基準旋回位置が利用されるが、基準旋回位置が基板搬送ロボット1に自動教示されてもよい。そこで、本変形例に係る基板搬送ロボット1Cでは、基準旋回位置を位置決めするための位置決め用治具としての機能を併せ備えた較正治具9Cを用いて、基準旋回位置が自動教示される。変形例3の説明においては、前述の実施形態と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、説明を省略する。

[0078] 図16は、較正治具9Cの構成を示す側面図である。図16に示す較正治具9Cは、上下の支持板98u、98bと、上支持板98uに垂設されたピン状のターゲット体90と、第1及び第2の物体検出センサ95、96とを含む。上下の支持板98u、98bの間は、図示されない支柱で結合されている。

[0079] 第1及び第2の物体検出センサ95、96は、上支持板98uと下支持板98bとの間に進入した物体を検出する非接触式のセンサである。第1及び第2の物体検出センサ95、96はコントローラ15と接続されており、これらの物体検出センサ95、96で物体が検出されると、その検出信号がコントローラ15へ送信される。第1及び第2の物体検出センサ95、96は、例えば、回帰反射型の光電センサであってよい。この場合、第1及び第2の物体検出センサ95、96として投受光器が上支持板98uに設けられ、投受光器から出射した光を反射するリフレクタが下支持板98bに設けられる。

[0080] 第1物体検出センサ95の第1センサ軸95cと第2物体検出センサ96の第2センサ軸96cとの間にターゲット体90が配置されている。平面視において、第1物体検出センサ95の第1センサ軸95c、ターゲット体90、及び第2物体検出センサ96の第2センサ軸96cが1本の直線A6上

に位置する（図 18、参照）。第 1 物体検出センサ 95 の第 1 センサ軸 95 c とターゲット体 90 との距離と、第 2 物体検出センサ 96 の第 2 センサ軸 96 c とターゲット体 90 との距離とは等しい。また、第 1 物体検出センサ 95 の第 1 センサ軸 95 c と第 2 物体検出センサ 96 の第 2 センサ軸 96 c の離間距離はハンド 13 のハンド軸 A1 と直交する方向の寸法（つまり、ハンド 13 の幅方向の寸法）より若干大きい。

[0081] 続いて、上記構成の較正治具 9C を用いて、基板搬送ロボット 1C に基準旋回位置を自動教示する方法について説明する。なお、基準旋回位置の自動教示処理は、主にコントローラ 15 の基準旋回位置取得部 156 によって行われる。図 17 は、変形例 3 に係る基板搬送ロボット 1C の基準旋回位置の自動教示処理のフローチャートである。図 18～20 は、変形例 3 に係る基板搬送ロボット 1C による基準旋回位置の自動教示処理を説明する図である。

[0082] 先ず、コントローラ 15 は、図 18 に示すように、第 1 物体検出センサ 95 の第 1 センサ軸 95 c と第 2 物体検出センサ 96 の第 2 センサ軸 96 c との間にハンド 13 の先端部を進入させる（ステップ S31）。ここで、説明の便宜を図って、ハンド 13 の 2 股に分かれた先端部の一方を第 1 先端部と称し、他方を第 2 先端部と称する。ハンド 13 には、第 1 先端部と第 2 先端部とを繋ぐように理想光軸 44 が規定され、ハンド 13 の基板載置面と平行な面内において理想光軸 44 と直交するハンド軸 A1 とが規定されている。

[0083] 次に、コントローラ 15 は、図 19 に示すように、第 1 物体検出センサ 95 でハンド 13 の第 1 先端部が検出されるまでハンド 13 が移動するように、ロボット本体 10 を動作させる（ステップ S32）。コントローラ 15 は、第 1 物体検出センサ 95 でハンド 13 の第 1 先端部が検出されたときの第 1 先端部の平面座標を、第 1 センサ座標として求め、それを記憶する（ステップ S33）。なお、コントローラ 15 は、ハンド 13 の位置と、既知のハンド 13 の形状とから、ロボット座標系におけるハンド 13 の第 1 先端部の平面座標を求めることができる。

[0084] 続いて、コントローラ15は、図20に示すように、第2物体検出センサ96でハンド13の第2先端部が検出されるまでハンド13が移動するように、ロボット本体10を動作させる（ステップS34）。コントローラ15は、第2物体検出センサ96でハンド13の第2先端部が検出されたときの第2先端部の平面座標を、第2センサ座標として求め、それを記憶する（ステップS35）。コントローラ15は、ハンド13の位置と、既知のハンド13の形状とから、ロボット座標系におけるハンド13の第2先端部の平面座標を求めることができる。

[0085] コントローラ15は、第1センサ座標と第2センサ座標との中間位置をターゲット座標として求める（ステップS36）。ターゲット座標と回転軸Rの平面座標を結ぶ直線を含む垂直面は、基準垂直面A3と規定される。コントローラ15は、ハンド軸A1が基準垂直面A3内にある位置までハンド13が回転するように、ロボット本体10を動作させる（ステップS37）。そして、コントローラ15は、ハンド軸A1が基準垂直面A3内にあるときのハンド13の回転位置を基準回転位置として取得する（ステップS38）。

[0086] 上記のように、基板搬送ロボット1Cに基準回転位置が教示されたあと、前述の実施形態（又は、変形例1，2）の通り、光軸ずれ検出処理が行われる。この光軸ずれ検出処理では、較正治具9Cの第1物体検出センサ95及び第2物体検出センサ96はオフとされる。

[0087] 以上に説明した通り、本変形例に係る基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法において、基準回転位置を取得することが、第1センサ軸95cと第2センサ軸96cとの間にハンド13の第1先端部及び第2先端部を進入させること、第1先端部が第1物体検出センサ95で検出されるまでハンド13を移動させて、第1先端部が第1物体検出センサ95で検出されたときの第1先端部の平面座標を第1センサ座標として求めること、第2先端部が第2物体検出センサ96で検出されるまでハンドを移動させて、第2先端部が第2物体検出センサで検出されたときの第2先端部の平面座標を第2センサ座標と

して求めること、第1センサ座標と第2センサ座標の中間座標と旋回軸Rの平面座標とを結ぶ直線とハンド軸A1とが同一の垂直面A3内に入るまでハンド13を移動させること、及び、ハンド13の旋回位置を基準旋回位置として取得すること、を含む。

[0088] 同様に、本変形例に係る基板搬送ロボット1Cは、基板Wを保持するハンド13、ハンド13を変位させるアーム12、及び、ハンド13の先端部に設けられた透過型光電センサ4を有するロボット本体10と、校正治具9Cと、コントローラ15とを備える。校正治具9Cは、第1物体検出センサ95及び第2物体検出センサ96を有し、第1物体検出センサ95の第1センサ軸95cと、ターゲット体90（第1ターゲット体91又は第2ターゲット体92）と、第2物体検出センサ96の第2センサ軸96cとが、平面視において同一直線上にこの順番で等間隔に並んでいる。コントローラ15は、ロボット制御部151と基準旋回位置取得部156とを含む。ロボット制御部151は、第1センサ軸95cと第2センサ軸96cとの間にハンド13の第1先端部及び第2先端部を進入させ、第1先端部が第1物体検出センサ95で検出されるまでハンド13を移動させ、第2先端部が第2物体検出センサ96で検出されるまでハンド13を移動させ、第1ターゲット体又は第2ターゲット体の平面座標であるターゲット座標と旋回軸Rの平面座標とを結ぶ直線とハンド軸A1とが同一の基準垂直面A3内に入るまでハンド13を移動させるように、ロボット本体10を動作させる。基準旋回位置取得部156は、ハンド13の第1先端部が第1物体検出センサ95で検出されたときの第1先端部の平面座標を第1センサ座標として求め、ハンド13の第2先端部が第2物体検出センサで検出されたときの第2先端部の平面座標を第2センサ座標として求め、第1センサ座標と第2センサ座標の中間座標をターゲット座標として求め、ハンド軸A1が基準垂直面A3内にあるときのハンド13の旋回位置を基準旋回位置として取得する。

[0089] 以上に本発明の好適な実施の形態（及び変形例）を説明したが、本発明の思想を逸脱しない範囲で、上記実施形態の具体的な構造及び／又は機能の詳

細を変更したもののも本発明に含まれ得る。

符号の説明

- [0090] 1, 1 A, 1 B, 1 C : 基板搬送ロボット
- 4 : 光電センサ
- 9, 9 A, 9 C : 較正治具
- 10 : ロボット本体
- 11 : 基台
- 11 A : 台車
- 12 : アーム
- 13 : ハンド（基板保持ハンド）
- 15 : コントローラ
- 18 : レール
- 21 : 第1リンク
- 22 : 第2リンク
- 23 : 昇降軸
- 31 : ベース部
- 32 : ブレード
- 33 : 支持パッド
- 34 : プッシャ
- 41 : 投光器
- 42 : 受光器
- 43 : 光軸
- 44 : 理想光軸
- 61 : 昇降装置
- 62 : 旋回装置
- 63 : 並進装置
- 64 : 走行装置
- 90, 91, 92 : ターゲット体

- 93, 94 : ターゲット移動装置
- 95, 96 : 物体検出センサ
- 98a, 98b : 支持板
- 151 : ロボット制御部
- 152 : 治具制御部
- 153 : 光軸傾き検出部
- 154 : 光軸位置ずれ検出部
- 155 : 光軸ずれ記憶部
- 156 : 基準旋回位置取得部

請求の範囲

[請求項1]

基板を保持するハンド、前記ハンドの旋回軸を含み当該ハンドを変位させるロボットアーム、及び、前記ハンドの先端部に設けられた光電センサを備えた基板搬送ロボットにおいて、前記光電センサの光軸の前記ハンドに規定された理想光軸からのずれを検出する方法であって、

前記理想光軸が水平な或る第1方向に延在するような、前記旋回軸を旋回中心とする前記ハンドの基準旋回位置を取得すること、

前記ハンドを前記基準旋回位置を基準とする所定の第1旋回位置で前記旋回軸を中心とする放射方向へ移動させながら前記光電センサで第1ターゲット体を検出し、前記第1ターゲット体が発出されたときの前記ハンドの前記第1方向と直交する水平な第2方向の位置を第1検出位置として求める、一連の第1探索処理を行うこと、

前記ハンドを前記基準旋回位置を基準とする所定の第2旋回位置で前記旋回軸を中心とする放射方向へ移動させながら前記光電センサで第2ターゲット体を検出し、前記第2ターゲット体が発出されたときの前記ハンドの前記第2方向の位置を第2検出位置として求める、一連の第2探索処理を行うこと、及び、

前記第1検出位置と前記第2検出位置との差に基づいて前記光軸の前記理想光軸からの傾きを検出することを含み、

前記旋回軸から前記第1ターゲット体までの前記第2方向の距離と前記旋回軸から前記第2ターゲット体までの前記第2方向の距離とが等しく、

前記ハンド上における前記光軸と前記第1ターゲット体との交差位置と前記光軸と前記第2ターゲット体との交差位置とが相違する、基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法。

[請求項2]

前記第1ターゲット体と前記第2ターゲット体とが前記第1方向に並び、且つ、前記第1ターゲット体と前記第2ターゲット体とが前記

第2方向と垂直な同一平面内にあり、

前記第1旋回位置及び前記第2旋回位置がいずれも前記基準旋回位置である、

請求項1に記載の基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法。

[請求項3]

前記第1ターゲット体と前記第2ターゲット体とが一致し、

前記第1旋回位置及び前記第2旋回位置がいずれも前記基準旋回位置であり、

前記第1探索処理中の前記ハンドの軌跡と前記第2探索処理中の前記ハンドの軌跡とが前記第1方向に離間している、

請求項1に記載の基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法。

[請求項4]

前記第1ターゲット体と前記第2ターゲット体とが一致し、

前記第1旋回位置が前記基準旋回位置から旋回方向の一方へ所定角度だけ旋回させた位置であり、前記第2旋回位置が前記基準旋回位置から前記旋回方向の他方へ所定角度だけ旋回させた位置である、

請求項1に記載の基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法。

[請求項5]

前記ハンドを前記基準旋回位置で前記第2方向へ進出させることにより所定の基板載置位置へ移動させ、前記ハンドから当該基板載置位置に設けられた基板載置部へ前記基板を移載すること、

前記ハンドにおいて当該ハンドに保持された前記基板の中心と垂直方向に重複する位置をハンド中心と規定し、前記ハンドを前記基板載置位置から前記ハンド中心と前記理想光軸との距離に前記基板の半径を加えた距離だけ前記第2方向へ後退させ、当該ハンドの前記第2方向の位置を基準位置として求めること、

前記ハンドを前記第2方向へ進退移動させながら前記光電センサで前記基板のエッジを探索し、前記探索で前記基板のエッジが検出されたときの前記ハンドの前記第2方向の位置を第3検出位置として求めること、及び、

前記基準位置と前記第3検出位置との差に基づいて前記光軸の前記

理想光軸からの位置ずれを検出することを、更に含む、
請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の基板保持ハンドの光軸ずれ検出
方法。

[請求項6] 前記ハンドは、第 1 先端部及び第 2 先端部の 2 股に分かれた先端部
を有し、それらの先端部を繋ぐ前記理想光軸と、前記ハンドの基板載
置面と平行な面内において前記理想光軸と直交するハンド軸とが規定
されており、

第 1 物体検出センサの第 1 センサ軸と、前記第 1 ターゲット体又は
前記第 2 ターゲット体と、第 2 物体検出センサの第 2 センサ軸とが、
平面視において同一直線上にこの順番で等間隔に並んでおり、

前記基準旋回位置を取得することが、

前記第 1 センサ軸と前記第 2 センサ軸との間に前記第 1 先端部及び
前記第 2 先端部を進入させること、

前記第 1 先端部が前記第 1 物体検出センサで検出されるまで前記ハ
ンドを移動させて、前記第 1 先端部が前記第 1 物体検出センサで検出
されたときの前記第 1 先端部の平面座標を第 1 センサ座標として求め
ること、

前記第 2 先端部が前記第 2 物体検出センサで検出されるまで前記ハ
ンドを移動させて、前記第 2 先端部が前記第 2 物体検出センサで検出
されたときの前記第 2 先端部の平面座標を第 2 センサ座標として求め
ること、

前記第 1 センサ座標と前記第 2 センサ座標の中間座標と前記旋回軸
の平面座標とを結ぶ直線と前記ハンド軸とが同一の垂直面内に入るま
で前記ハンドを移動させること、及び、

前記ハンドの旋回位置を前記基準旋回位置として取得すること、を
含む、

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の基板保持ハンドの光軸ずれ検出
方法。

[請求項7]

基板を保持するハンド、前記ハンドを変位させるロボットアーム、及び、前記ハンドの先端部に設けられた光電センサとを備えた基板搬送ロボットにおいて、前記光電センサの光軸の前記ハンドに規定された理想光軸からのずれを検出する方法であって、

前記ハンドを前記理想光軸が水平な第1方向に延在する姿勢で前記第1方向と直交する水平な第2方向へ進出させることにより所定の基板載置位置へ移動させ、前記ハンドから当該基板載置位置に設けられた基板載置部へ前記基板を移載すること、

前記ハンドにおいて当該ハンドに保持された前記基板の中心と垂直方向に重複する位置をハンド中心と規定し、前記ハンドを前記基板載置位置から前記ハンド中心と前記理想光軸との距離に前記基板の半径を加えた距離だけ前記第2方向へ後退させ、当該ハンドの前記第2方向の位置を基準位置として求めること、

前記ハンドを前記第2方向へ進退移動させながら前記光電センサで前記基板のエッジを探索し、前記探索で前記基板のエッジが検出されたときの前記ハンドの前記第2方向の位置を検出位置として求めること、及び、

前記基準位置と前記検出位置との差に基づいて前記光軸の前記理想光軸からの位置ずれを検出することを含む、
基板保持ハンドの光軸ずれ検出方法。

[請求項8]

基板を保持するハンド、前記ハンドの回転軸を含み当該ハンドを変位させるロボットアーム、及び、前記ハンドの先端部に設けられた光電センサを有し、前記ハンドに理想光軸が規定されたロボット本体と、

第1ターゲット体及び第2ターゲット体を有する較正治具と、

コントローラとを備え、

前記コントローラは、

前記理想光軸が水平な或る第1方向に延在するような、前記回転軸を

旋回中心とする前記ハンドの基準旋回位置を取得し、前記ハンドを前記基準旋回位置を基準とする所定の第1旋回位置で前記旋回軸を中心とする放射方向へ移動させながら前記光電センサで第1ターゲット体を検出する第1探索を行い、前記ハンドを前記基準旋回位置を基準とする所定の第2旋回位置で前記旋回軸を中心とする放射方向へ移動させながら前記光電センサで第2ターゲット体を検出する第2探索を行うように、前記ロボット本体を動作させるロボット制御部と、前記第1探索で前記第1ターゲット体が発見されたときの前記ハンドの前記第1方向と直交する水平な第2方向の位置を第1検出位置として求め、前記第2探索で前記第2ターゲット体が発見されたときの前記ハンドの前記第2方向の位置を第2検出位置として求め、前記第1検出位置と前記第2検出位置との差に基づいて前記光軸の前記理想光軸からの傾きを検出する光軸傾き検出部とを、含み、

前記旋回軸から前記第1ターゲット体までの前記第2方向の距離と前記旋回軸から前記第2ターゲット体までの前記第2方向の距離とが等しく、

前記ハンド上における前記光軸と前記第1ターゲット体との交差位置と前記光軸と前記第2ターゲット体との交差位置とが相違する、基板搬送ロボット。

[請求項9] 前記校正治具は、前記第1方向に並んだ前記第1ターゲット体及び前記第2ターゲット体、前記第1ターゲット体を前記光電センサの検出可能範囲から検出不可範囲へ移動させる第1ターゲット移動装置、並びに、前記第2ターゲット体を前記光電センサの検出可能範囲から検出不可範囲へ移動させる第2ターゲット移動装置を有し、

前記コントローラは、前記第1探索の間、前記第1ターゲット体が発見可能範囲にあり且つ前記第2ターゲット体が発見不可範囲にあり、前記第2探索の間、前記第1ターゲット体が発見不可範囲にあり且つ前記第2ターゲット体が発見可能範囲にあるように、前記第1ター

ゲット移動装置及び前記第2ターゲット移動装置を動作させる治具制御部を更に含む、

請求項8に記載の基板搬送ロボット。

[請求項10] 前記第1ターゲット体と前記第2ターゲット体とが一致し、
前記第1旋回位置及び前記第2旋回位置がいずれも前記基準旋回位置であり、

前記ロボット制御部は、前記第1探索のあとで前記ハンドを前記第1方向へシフトさせてから前記第2探索を行うように、前記ロボット本体を動作させる、

請求項8に記載の基板搬送ロボット。

[請求項11] 前記第1ターゲット体と前記第2ターゲット体とが一致し、
前記第1旋回位置が前記基準旋回位置から旋回方向の一方へ所定角度だけ旋回させた位置であり、前記第2旋回位置が前記基準旋回位置から前記旋回方向の他方へ所定角度だけ旋回させた位置である、
請求項8に記載の基板搬送ロボット。

[請求項12] 前記ハンドにおいて当該ハンドに保持された前記基板の中心と垂直方向に重複する位置をハンド中心と規定し、

前記コントローラは、

前記ハンドを前記理想光軸が前記第1方向に延在する姿勢で前記第2方向へ所定の基板載置位置まで進出させ、前記ハンドから前記基板載置位置に設けられた基板載置部へ前記基板を移載し、前記ハンドを前記基板載置位置から前記ハンド中心と前記理想光軸との距離に前記基板の半径を加えた距離だけ前記第2方向へ後退した位置へ移動させ、
前記ハンドを前記第2方向へ進退移動させながら前記光電センサで前記基板のエッジの探索を行うように前記ロボット本体を動作させる前記ロボット制御部と、

前記ハンドが前記後退した位置にあるときの前記第2方向の位置を基準位置として求め、前記探索で前記基板のエッジが検出されたときの

前記ハンドの前記第2方向の位置を第3検出位置として求め、前記基準位置と前記第3検出位置との差に基づいて前記光軸の前記理想光軸からの位置ずれを検出する光軸位置ずれ検出部とを含む、
請求項8～11のいずれか一項に記載の基板搬送ロボット。

[請求項13]

前記ハンドは、第1先端部及び第2先端部の2股に分かれた先端部を有し、それらの先端部を繋ぐ前記理想光軸と、前記ハンドの基板載置面と平行な面内において前記理想光軸と直交するハンド軸とが規定されており、

前記較正治具は、第1物体検出センサ及び第2物体検出センサを更に有し、前記第1物体検出センサの第1センサ軸と、前記第1ターゲット体又は前記第2ターゲット体と、前記第2物体検出センサの第2センサ軸とが、平面視において同一直線上にこの順番で等間隔に並んでおり、

前記コントローラは、

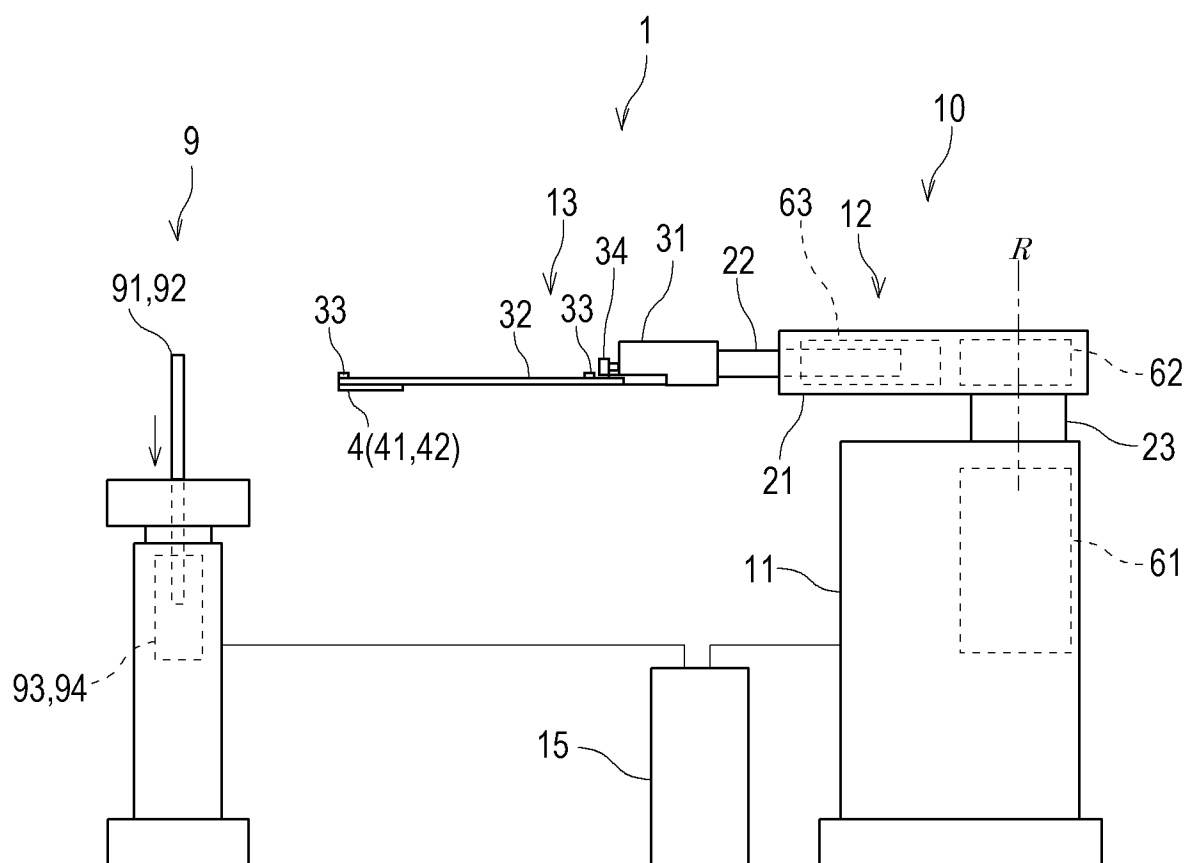
前記第1センサ軸と前記第2センサ軸との間に前記第1先端部及び前記第2先端部を進入させ、前記第1先端部が前記第1物体検出センサで検出されるまで前記ハンドを移動させ、前記第2先端部が前記第2物体検出センサで検出されるまで前記ハンドを移動させ、前記第1ターゲット体又は前記第2ターゲット体の平面座標であるターゲット座標と前記旋回軸の平面座標とを結ぶ直線と前記ハンド軸とが同一の基準垂直面内に入るまで前記ハンドを移動させるように、前記ロボット本体を動作させる前記ロボット制御部と、

前記第1先端部が前記第1物体検出センサで検出されたときの前記第1先端部の平面座標を第1センサ座標として求め、前記第2先端部が前記第2物体検出センサで検出されたときの前記第2先端部の平面座標を第2センサ座標として求め、前記第1センサ座標と前記第2センサ座標の中間座標を前記ターゲット座標として求め、前記ハンド軸が前記基準垂直面内にあるときの前記ハンドの旋回位置を前記基準旋

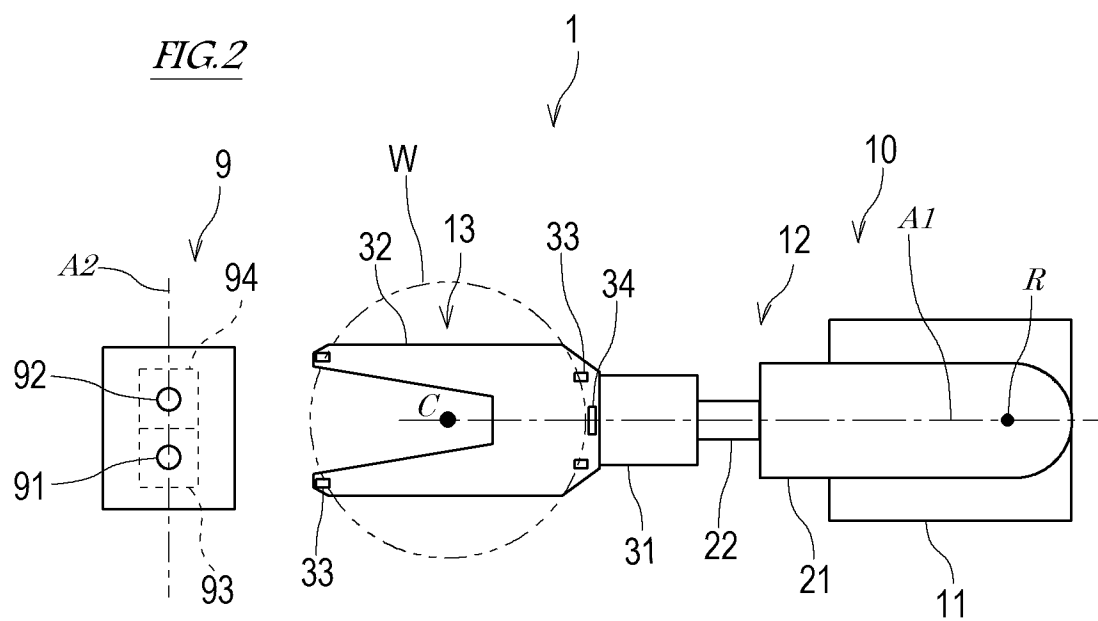
回位置として取得する基準旋回位置取得部とを含む、
請求項 8 ～ 12 のいずれか一項に記載の基板搬送ロボット。

[請求項14] 基板を保持するハンド、前記ハンドを変位させるロボットアーム、
及び、前記ハンドの先端部に設けられた光電センサを有するロボット
本体と、
 所定の基板載置位置に設けられた基板載置部と、
 コントローラとを備え、
 前記コントローラは、
前記ハンドに理想光軸を規定し、前記ハンドにおいて当該ハンドに保
持された前記基板の中心と垂直方向に重複する位置をハンド中心と規
定し、
前記ハンドを前記理想光軸が水平な第 1 方向に延在する姿勢で前記第
1 方向と直交する水平な第 2 方向へ前記基板載置位置まで進出させ、
前記ハンドから前記基板載置部へ前記基板を移載し、前記ハンドを前
記基板載置位置から前記ハンド中心と前記理想光軸との距離に前記基
板の半径を加えた距離だけ前記第 2 方向へ後退した位置へ移動させ、
前記ハンドを前記第 2 方向へ進退移動させながら前記光電センサで前
記基板のエッジの探索を行うように前記ロボット本体を動作させるロ
ボット制御部と、
前記ハンドが前記後退した位置にあるときの前記第 2 方向の位置を基
準位置として求め、前記探索で前記基板のエッジが検出されたときの
前記ハンドの前記第 2 方向の位置を検出位置として求め、前記基準位
置と前記検出位置との差に基づいて前記光軸の前記理想光軸からの位
置ずれを検出する光軸位置ずれ検出部とを含む、
基板搬送ロボット。

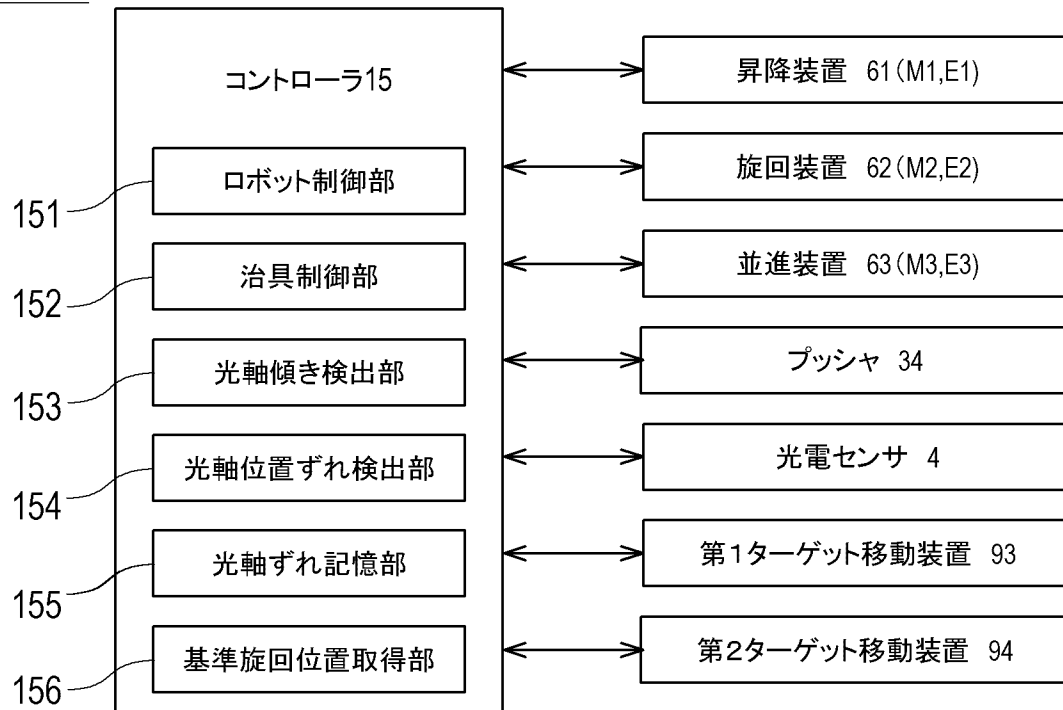
[図1]

FIG. 1

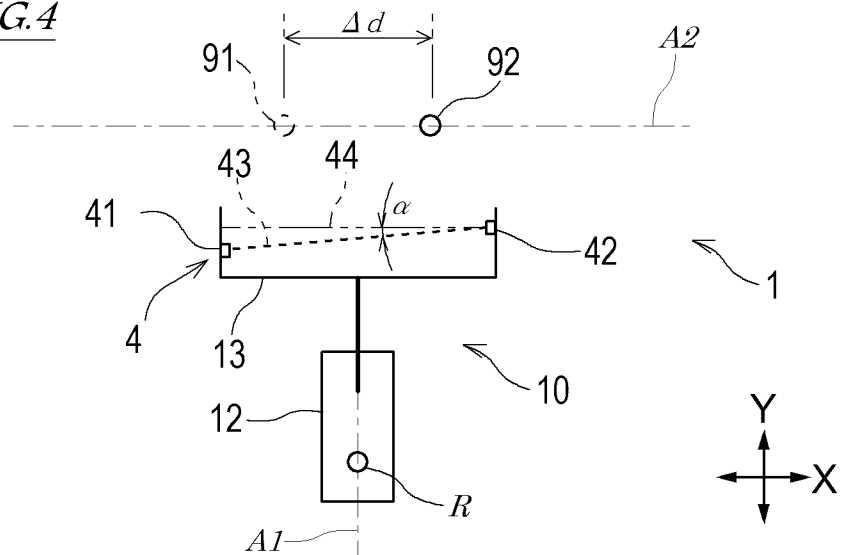
[図2]

FIG. 2

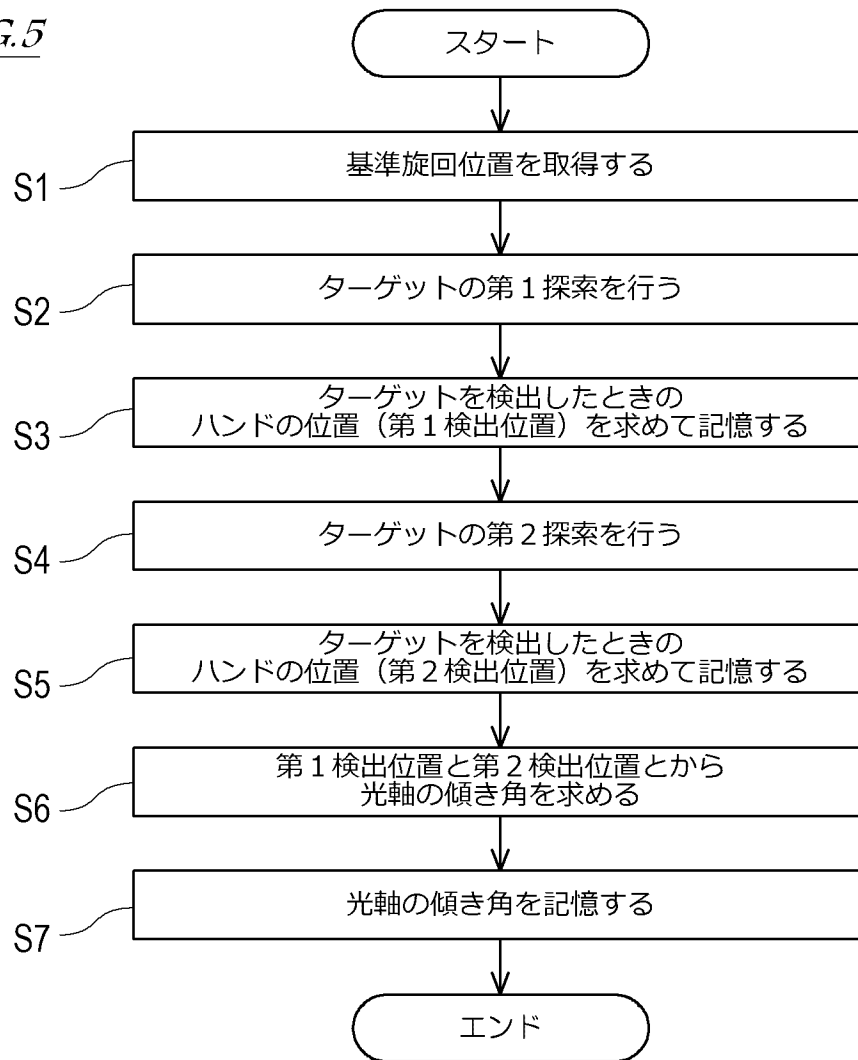
[図3]

FIG. 3

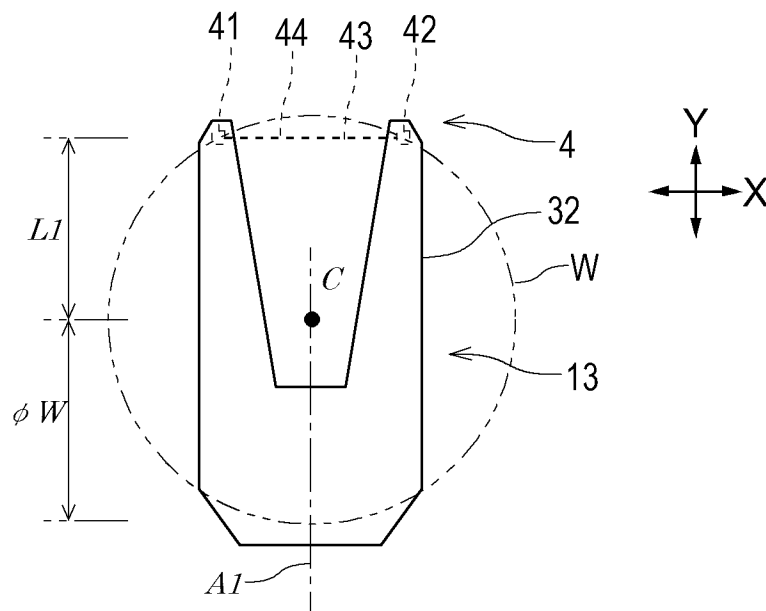
[図4]

FIG. 4

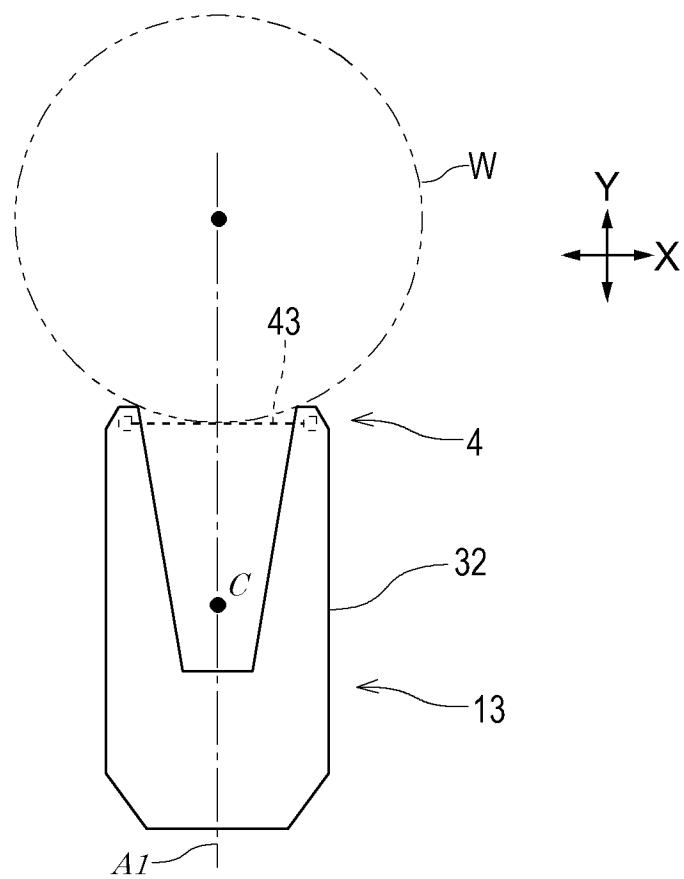
[図5]

FIG. 5

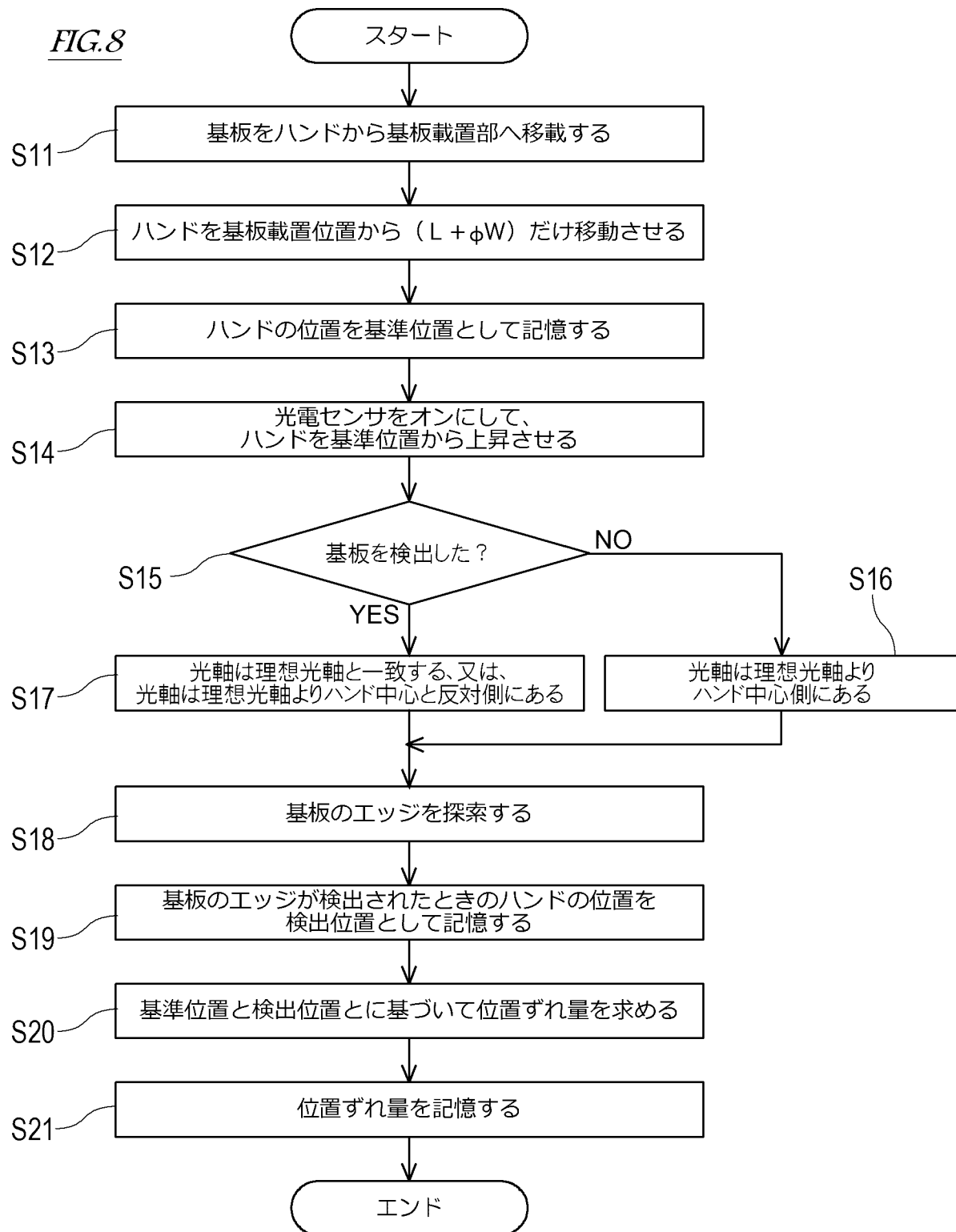
[図6]

FIG. 6

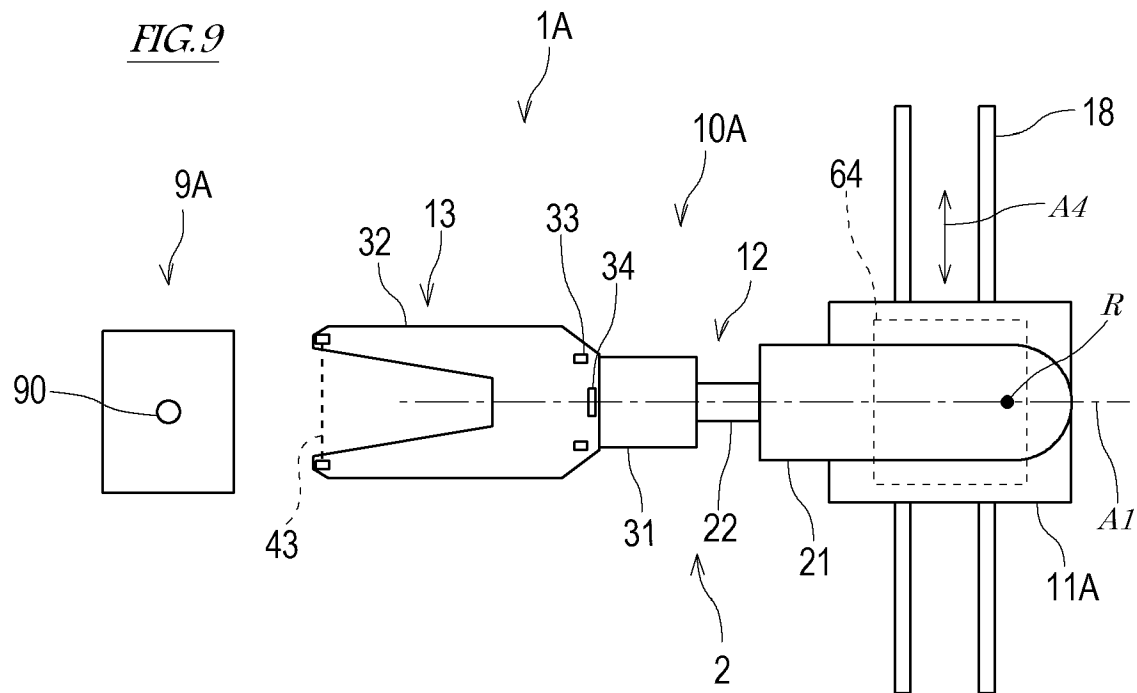
[図7]

FIG. 7

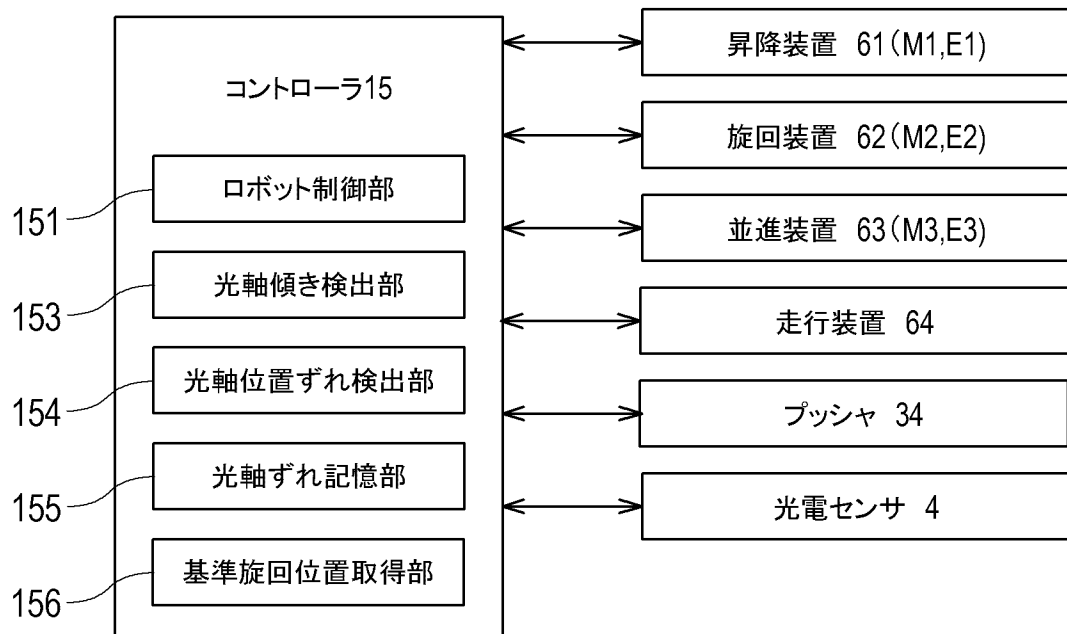
[図8]



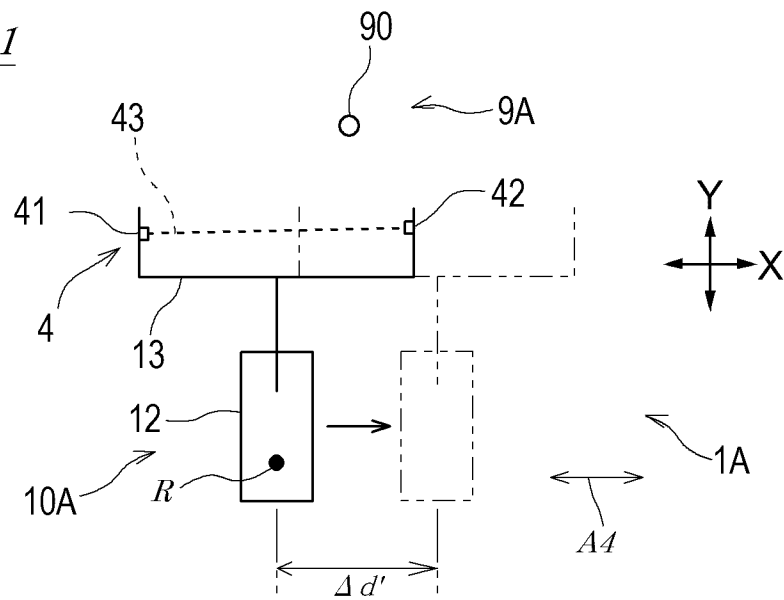
[図9]



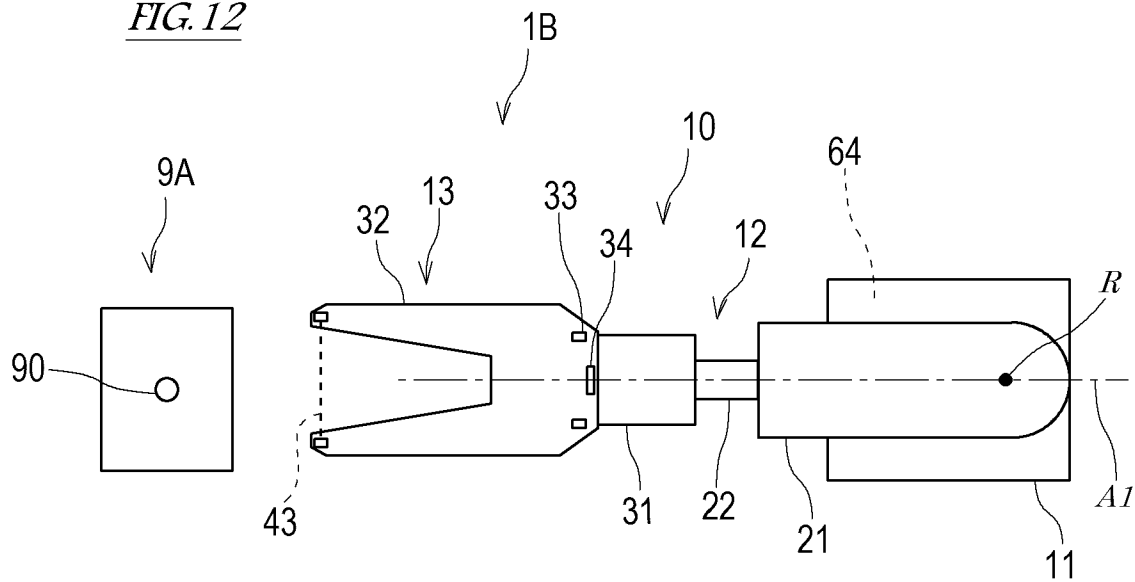
[図10]

FIG. 10

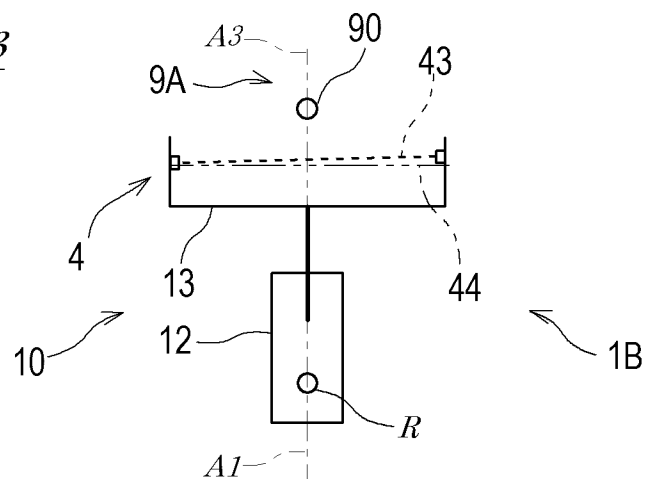
[図11]

FIG. 11

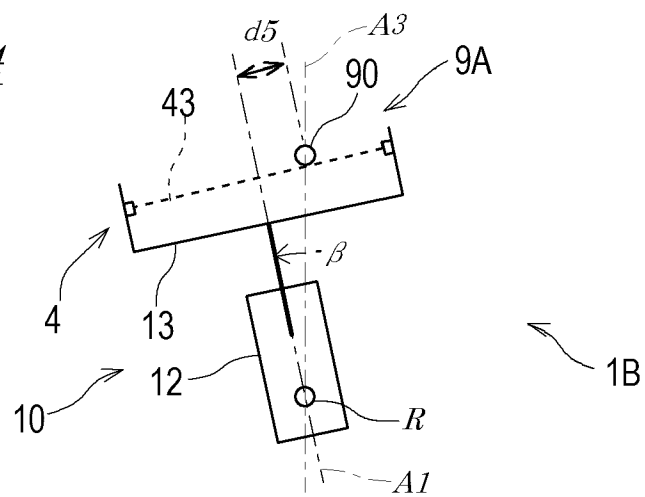
[図12]

FIG. 12

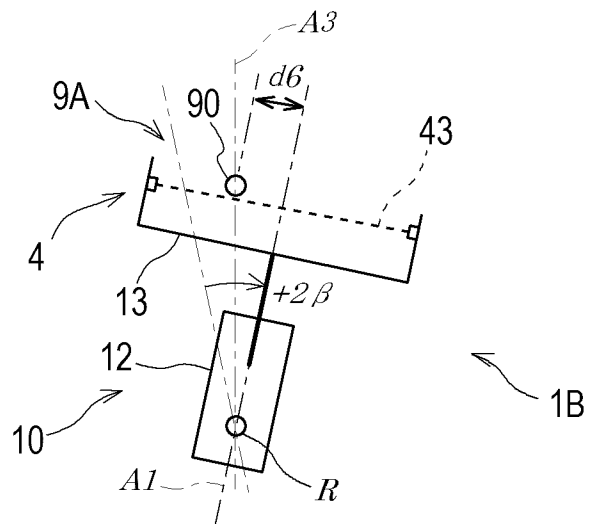
[図13]

FIG. 13

[図14]

FIG. 14

[図15]

FIG. 15

[図16]

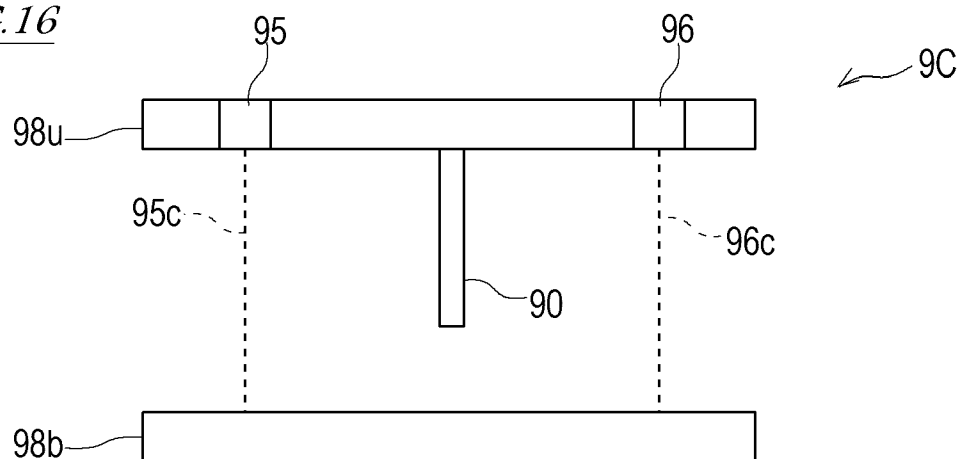
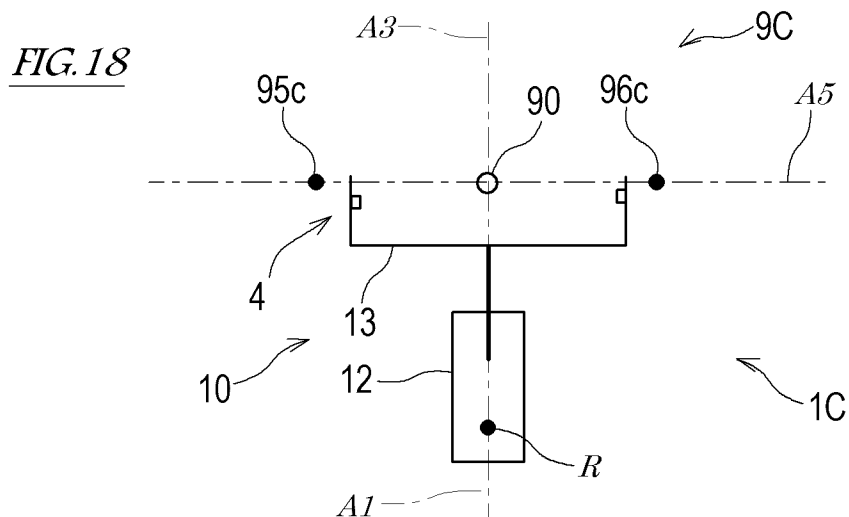
FIG. 16

FIG. 17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/018686

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B25J19/04 (2006.01) i, B25J13/08 (2006.01) i, H01L21/677 (2006.01) i,
H01L21/68 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. B25J19/04, B25J13/08, H01L21/677, H01L21/68

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-114348 A (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 22 May 2008, paragraphs [0002], [0008]-[0026] (Family: none)	1-14
A	WO 2011/061912 A1 (ULVAC, INC.) 26 May 2011, paragraphs [0055]-[0059] & TW 201145437 A	1-14



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

"I" 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
03 July 2019 (03.07.2019)

Date of mailing of the international search report
16 July 2019 (16.07.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/018686

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/178300 A1 (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 10 November 2016, paragraphs [0021]-[0053], fig. 1-11 & US 2016/0318182 A1 paragraphs [0031]-[0074], fig. 1-11 & CN 107530877 A & KR 10-2017-0140362 A & TW 201706096 A	1-14
A	WO 03/022534 A1 (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 20 March 2003, page 2, line 34 to page 7, line 30, fig. 1-13 & JP 4305652 B2 & US 2005/0034288 A1 paragraphs [0020]-[0067], fig. 1-13 & KR 10-2004-0044860 A & CN 1553844 A	1-14
A	WO 2009/145082 A1 (RORZE CORPORATION) 03 December 2009, paragraphs [0055]-[0155], fig. 1-23 & US 2011/0130864 A1 paragraphs [0115]-[0222], fig. 1-24 & EP 2298509 A1 & CN 102046338 A & KR 10-2011-0021941 A & TW 201008731 A	1-14
A	JP 2004-214462 A (TOKYO ELECTRON LTD.) 29 July 2004, paragraphs [0026]-[0037], fig. 1 & US 2005/0242305 A1 paragraphs [0037]-[0056], fig. 1A-1B & WO 2004/061942 A1 & KR 10-2005-0088150 A & CN 1692487 A	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B25J19/04(2006.01)i, B25J13/08(2006.01)i, H01L21/677(2006.01)i, H01L21/68(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B25J19/04, B25J13/08, H01L21/677, H01L21/68

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 9 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-114348 A（株式会社安川電機） 2008.05.22, 段落 [0 0 0 2], [0 0 0 8] - [0 0 2 6] (ファミリーなし)	1-14
A	WO 2011/061912 A1（株式会社アルバック） 2011.05.26, 段落 [0 0 5 5] - [0 0 5 9] & TW 201145437 A	1-14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

0 3 . 0 7 . 2 0 1 9

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 7 . 2 0 1 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

松井 裕典

3 U

4 6 5 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 4

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2016/178300 A1 (川崎重工業株式会社) 2016.11.10, 段落 [0021] – [0053], [図1] – [図11] & US 2016/0318182 A1 段落 [0031] – [0074], 第1 – 11図 & CN 107530877 A & KR 10-2017-0140362 A & TW 201706096 A	1-14
A	WO 03/022534 A1 (株式会社安川電機) 2003.03.20, 第2頁第34行 – 第7頁第30行, 図1 – 13 & JP 4305652 B2 & US 2005/0034288 A1 段落 [0020] – [0067], 第1 – 13図 & KR 10-2004-0044860 A & CN 1553844 A	1-14
A	WO 2009/145082 A1 (ローツェ株式会社) 2009.12.03, 段落 [0055] – [0155], [図1] – [図23] & US 2011/0130864 A1 段落 [0115] – [0222], 第1 – 24図 & EP 2298509 A1 & CN 102046338 A & KR 10-2011-0021941 A & TW 201008731 A	1-14
A	JP 2004-214462 A (東京エレクトロン株式会社) 2004.07.29, 段落 [0026] – [0037], [図1] & US 2005/0242305 A1 段落 [0037] – [0056], 第1A – 1B図 & WO 2004/061942 A1 & KR 10-2005-0088150 A & CN 1692487 A	1-14