

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6234091号
(P6234091)

(45) 発行日 平成29年11月22日(2017.11.22)

(24) 登録日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.

B25J 9/22 (2006.01)

F 1

B25J 9/22

A

請求項の数 13 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2013-145307 (P2013-145307)
 (22) 出願日 平成25年7月11日 (2013.7.11)
 (65) 公開番号 特開2015-16527 (P2015-16527A)
 (43) 公開日 平成27年1月29日 (2015.1.29)
 審査請求日 平成28年7月8日 (2016.7.8)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100082337
 弁理士 近島 一夫
 (74) 代理人 100141508
 弁理士 大田 隆史
 (72) 発明者 大里 俊明
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内
 審査官 中田 善邦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ロボット装置及び教示点設定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

非接触式変位センサを有する検出用治具を持て可能で、かつ教示点に移動可能な多関節ロボットと、

教示用治具と前記多関節ロボットとの基準となる相対位置情報を記憶可能な記憶部と、制御部と、を備え、

前記教示用治具は、前記非接触式変位センサが検知可能な3個以上のエッジを有し、

前記制御部は、前記多関節ロボットが前記検出用治具を持てした状態で関節を駆動することにより前記非接触式変位センサで前記教示用治具を走査して、前記3個以上のエッジの各々を検知したときの回転角度と検出距離を含む相対位置情報を取得し、取得した前記相対位置情報と、前記記憶部に記憶された前記基準となる相対位置情報と、の差分から、前記多関節ロボットの教示点を演算し、演算した教示点を前記記憶部に記憶させる、

ことを特徴とするロボット装置。

【請求項2】

前記多関節ロボットは、多軸多関節のロボットアームと、前記ロボットアームの先端に接続され、前記検出用治具を持て可能なエンドエフェクタと、を有し、

前記制御部は、前記ロボットアームの先端の回転軸を駆動して、前記エンドエフェクタが持てする前記非接触式変位センサを回転させながら前記教示用治具を走査し、前記3個以上のエッジの各々を検知したときの回転角度と検出距離を含む相対位置情報を取得する、

10

20

ことを特徴とする請求項 1 に記載のロボット装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記演算した教示点に前記多関節ロボットを移動させた後、前記教示用治具を再走査して、前記演算した教示点での前記 3 個以上のエッジの各々を検知したときの回転角度と検出距離を含む相対位置情報を再取得し、再取得した前記相対位置情報と、前記基準となる相対位置情報との差分を演算し、演算した差分が所定の範囲内でなければ、前記演算した差分に基づき前記多関節ロボットを移動させて前記 3 個以上のエッジの各々を検知したときの回転角度と検出距離を含む相対位置情報の再取得を繰り返し、前記演算した差分が所定の範囲内であれば、前記演算した教示点を、前記多関節ロボットの教示点として前記記憶部に記憶させる、

10

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のロボット装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記多関節ロボットが把持する検出用治具を前記教示用治具の上まで移動させる教示点に前記多関節ロボットを移動させた後、前記教示用治具を走査して、前記記憶部に入力された教示点での前記 3 個以上のエッジの各々を検知したときの回転角度と検出距離を含む相対位置情報を取得し、取得した前記相対位置情報と、前記基準となる相対位置情報との差分から、教示点の補正量を演算し、演算した補正量で補正した教示点を、前記多関節ロボットの教示点として前記記憶部に記憶させる、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちのいずれか 1 項に記載のロボット装置。

【請求項 5】

前記基準となる相対位置情報は、予め設定された基準位置に配置された前記教示用治具の上で、前記教示用治具と位置合わせされた前記多関節ロボットが把持する前記検出用治具で前記教示用治具を走査して取得した前記 3 個以上のエッジの各々を検知したときの回転角度と検出距離である、

20

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちのいずれか 1 項に記載のロボット装置。

【請求項 6】

教示点に移動可能な多関節ロボットに非接触式変位センサを有する検出用治具を把持させて、教示用治具を走査して前記多関節ロボットの教示点を設定する教示点設定方法において、

前記多関節ロボットが把持する前記検出用治具で、前記非接触式変位センサが検知可能な 3 個以上のエッジを有する教示用治具を走査し、前記 3 個以上のエッジの各々を検知したときの回転角度と検出距離を含む相対位置情報を取得する相対位置情報取得工程と、

30

前記相対位置情報取得工程で取得した前記相対位置情報と、基準となる相対位置情報との差分から、前記多関節ロボットの教示点を演算し、演算した教示点を、記憶部に記憶させる教示点設定工程と、を備えた、

ことを特徴とする教示点設定方法。

【請求項 7】

前記相対位置情報取得工程は、多軸多関節のロボットアームと、前記ロボットアームの先端に接続され、前記検出用治具を把持可能なエンドエフェクタと、を有する前記多関節ロボットの先端の回転軸を駆動して、前記エンドエフェクタが把持する前記検出用治具の前記非接触式変位センサを回転させながら前記教示用治具を走査し、前記 3 個以上のエッジの各々を検知したときの回転角度と検出距離を含む相対位置情報を取得する工程である、

40

ことを特徴とする請求項 6 に記載の教示点設定方法。

【請求項 8】

前記演算した教示点での前記 3 個以上のエッジの各々を検知したときの回転角度と検出距離を含む相対位置情報を再取得する相対位置情報再取得工程と、

前記相対位置情報再取得工程で再取得した前記相対位置情報と、前記基準となる相対位置情報との差分を演算し、演算した差分が所定の範囲内でなければ、前記演算した差分に基づき前記多関節ロボットを移動させて前記 3 個以上のエッジの各々を検知したときの

50

回転角度と検出距離を含む相対位置情報の再取得を繰り返し、前記演算した差分が所定の範囲内であれば、前記演算した教示点を、前記多関節ロボットの教示点として前記記憶部に記憶させる教示点判定工程と、を備えた、

ことを特徴とする請求項6または7に記載の教示点設定方法。

【請求項 9】

前記記憶部に記憶された教示点に基づいて、前記多関節ロボットが把持する検出用治具を前記教示用治具の上まで移動させるロボット移動工程と、

前記ロボット移動工程で移動した移動先で前記教示用治具を走査して、移動先での前記3個以上のエッジの各々を検知したときの回転角度と検出距離を含む相対位置情報を取得し、取得した前記相対位置情報と、前記基準となる相対位置情報との差分から、前記記憶部に記憶された教示点の補正量を演算し、演算した補正量で補正した教示点を、前記多関節ロボットの教示点として前記記憶部に記憶させる教示点補正工程と、を有する、

ことを特徴とする請求項6または7に記載の教示点設定方法。

【請求項 10】

予め設定された基準位置に配置された前記教示用治具の上で、前記多関節ロボットに把持された前記検出用治具に前記教示用治具を走査させて前記基準となる相対位置情報を取得する基準相対位置情報取得工程を備えた、

ことを特徴とする請求項6乃至9のうちのいずれか1項に記載の教示点設定方法。

【請求項 11】

請求項6乃至10のうちのいずれか1項に記載の各工程をコンピュータに実行させるための多関節ロボットの教示点設定プログラム。

【請求項 12】

請求項11に記載の教示点設定プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 13】

請求項6乃至10のうちのいずれか1項に記載の教示点設定方法により前記多関節ロボットに教示点を設定し、組立て作業を行う、

ことを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多関節ロボットの教示点を自動的に設定可能なロボット装置及び多関節ロボットによる教示点設定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、多関節ロボットに部品を組み立てさせるロボット装置が普及してきており、ロボット装置においては、1つのロボット装置でワークに複数の部品や補材を取り付けるセル生産方式が導入されてきている。この場合、1つの多関節ロボットが多数の工程を担うことになり、各工程を実行させるために多関節ロボットに教示する教示点が大幅に増加することになる。

【0003】

ここで、多関節ロボットに対する教示作業としては、一般に、作業者が教示したい位置に専用の教示用治具を設置し、ティーチングペンダントを操作して、視認したり、手感で確認しながら多関節ロボットに教示点を教示する。また、3Dモデル等をパソコン上でシミュレートしながら教示する、所謂オフラインティーチングなどの方法もある。

【0004】

しかし、これらの方法は、多関節ロボット自身のリンク誤差、加工精度及び組み立て誤差等から、高精度な教示を必要とする場合には使用できないという問題がある。そのため、従来、高精度な教示を行う場合は、直接、手動で教示を行っていた。しかし、手動で教示を行う場合、作業者が教示位置を直接視認することが困難な場合があり、トライアンド

10

20

30

40

50

エラーの繰り返しが必要な場合が生じ、時間がかかるという問題があった。また、教示作業を行う作業者により教示の精度に差が生じる場合があり、同じ教示方法であったとしても多関節ロボットの動作にはらつきが生じるという問題があった。

【0005】

これに対しては、多関節ロボットにセンサを取り付け、センサで教示用治具等の対象物を検出して、自動的に多関節ロボットに位置を教示する、所謂、自動教示方法が提案されている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

10

【特許文献1】特開平09-47986号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に開示されている方法は、教示用治具の一面とエンドエフェクタの傾きを補正するために、少なくとも3つのセンサが必要であり、コストがかかる。また、残りの面や軸を合わせるために、ロボット座標に沿ったロボットアームの移動動作等が必要となるが、リンク誤差、加工精度及び組み立て誤差等によって、検出すべき位置に対する誤差が生じ、結果として教示位置がずれるという問題があった。

【0008】

20

そこで、本発明は、多関節ロボットの教示点を高精度且つ安価に、自動的に設定可能なロボット装置及び多関節ロボットによる教示点設定方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、非接触式変位センサを有する検出用治具を把持可能で、かつ教示点に移動可能な多関節ロボットと、教示用治具と前記多関節ロボットとの基準となる相対位置情報を記憶可能な記憶部と、制御部と、を備え、前記教示用治具は、前記非接触式変位センサが検知可能な3個以上のエッジを有し、前記制御部は、前記多関節ロボットが前記検出用治具を把持した状態で関節を駆動することにより前記非接触式変位センサで前記教示用治具を走査して、前記3個以上のエッジの各々を検知したときの回転角度と検出距離を含む相対位置情報を取得し、取得した前記相対位置情報と、前記記憶部に記憶された前記基準となる相対位置情報と、の差分から、前記多関節ロボットの教示点を演算し、演算した教示点を前記記憶部に記憶させる、ことを特徴とするロボット装置である。

30

【0010】

また、本発明は、教示点に移動可能な多関節ロボットに非接触式変位センサを有する検出用治具を把持させて、教示用治具を走査して前記多関節ロボットの教示点を設定する教示点設定方法において、前記多関節ロボットが把持する前記検出用治具で、前記非接触式変位センサが検知可能な3個以上のエッジを有する教示用治具を走査し、前記3個以上のエッジの各々を検知したときの回転角度と検出距離を含む相対位置情報を取得する相対位置情報取得工程と、前記相対位置情報取得工程で取得した前記相対位置情報と、基準となる相対位置情報と、の差分から、前記多関節ロボットの教示点を演算し、演算した教示点を、記憶部に記憶させる教示点設定工程と、を備えた、ことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、多関節ロボットの教示点を高精度且つ安価に、自動的に設定可能なロボット装置及び多関節ロボットの教示点設定方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施形態に係るロボット装置を模式的に示す斜視図である。

【図2】本実施形態に係るロボット装置の制御装置の構成を示すブロック図である。

50

【図3】本実施形態に係る検出用治具の側面図である。

【図4】本実施形態に係る教示用治具を示す図である。

【図5】教示用治具による教示点の設定動作を説明するための説明図である。

【図6】検出時における教示用治具に対するレーザ光軸の軌跡を示す図である。

【図7】本実施形態に係る多関節ロボットの教示点の設定を示すフローチャートである。

【図8】本実施形態に係る多関節ロボットの教示点の設定を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の実施形態に係るロボット装置100について、図1から図8を参照しながら説明する。本実施形態に係るロボット装置100は、多関節ロボットの教示点を自動で設定可能なロボット装置である。以下、図1から図8を参照しながら説明する。まず、ロボット装置100の全体構成について、図1を参照しながら説明する。図1は、本発明の実施形態に係るロボット装置100を模式的に示す斜視図である。図2は、本実施形態に係るロボット装置100の制御装置130の構成を示すブロック図である。10

【0014】

図1に示すように、ロボット装置100は、ワークに対する部品の組み付け作業（組立て作業）を行う架台110と、架台110に固定された多関節ロボット120と、多関節ロボット120を駆動制御する制御装置130と、を備えている。架台110には、ワークや後述する教示用治具（治工具）150等を載置可能な置き台111が設けられており、実作業時には置き台111にワーク等を載置して組立て作業が行われ、教示作業時には置き台111に教示用治具150が載置される。また、置き台111は、教示用治具150を載置する際に教示用治具150を所定の位置に位置決めできるように、ピンと穴嵌合などにより高精度な着脱再現性が得られるようになっている。20

【0015】

多関節ロボット120は、多軸多関節のロボットアーム121と、ロボットアーム121の先端に接続されたハンド（エンドエフェクタ）122と、ハンド122に作用する力やモーメント等を検出可能な検出装置（図2参照）123と、を備えている。

【0016】

ロボットアーム121は、各関節を関節軸回りに駆動する複数のアクチュエータ（図示せず）を備えており、複数のアクチュエータを選択的に駆動させることでハンド122を任意の3次元位置に移動可能になっている。例えば、ロボットアーム121は、ユーザにより教示される教示点に基づいて後述する動作データ生成部（図2参照）で軌道を生成し、生成した軌道に基づいてアクチュエータを駆動して、ハンド122を教示点に移動させる。また、ロボットアーム121の先端にはメカニカルインターフェイスとなるフランジ面124が設けられており、フランジ面124はハンド122等のエンドエフェクタが接続可能になっている。30

【0017】

ハンド122は、ワークや部品、後述する検出用治具140を把持可能な複数の指部品125と、複数の指部品125を駆動するアクチュエータ（図示せず）と、を備えている。本実施形態においては、ハンド122は、複数の指部品として3本の指部品125a, 125b, 125cと、3本の指部品125a～125cを駆動する3つのアクチュエータ（図示せず）とから構成されている。ハンド122は、3本の指部品125a～125cを開いたり閉じたりすることで、ワークや部品、検出用治具140を把持する。また、ハンド122には、検出用治具140を把持する際に位置合わせを行うための位置決め穴（図示せず）が設けられている。40

【0018】

検出装置123は、ハンド122に作用する力やモーメントの情報を検出するセンサ126と、ロボットアーム121やハンド122の位置や姿勢、速度情報等を検出するエンコーダ127と、を備えている。センサ126は、ロボットアーム121とハンド122との間に設けられている。エンコーダ127は、ロボットアーム121やハンド1250

2の各アクチュエータに設けられている。

【0019】

制御装置130は、ロボットアーム121の軌道やハンド122の動作データ等を生成する動作データ生成部(制御部)131と、ロボットアーム121やハンド122を制御するロボット制御部(制御部)132と、を備えている。また、制御装置130は、各種プログラムや各種プロファイル等を記憶可能なHDD(記憶部)133を備えている。動作データ生成部131は、入力された教示点等に基づいて動作データを生成する。また、動作データ生成部131は、センサ126により検出された力やモーメントの情報及びエンコーダ127により検出されたロボットアーム121やハンド122の位置や姿勢、速度情報等をフィードバックして動作データを補正(設定)する。HDD133には、教示点を自動で設定するための後述する教示点設定プログラムや後述する教示用治具150のプロファイル(相対位置情報)等が格納されている。ロボット制御部132は、動作データ生成部131で生成又は補正された動作データ、HDD133に格納された教示点設定プログラム等に沿って、ロボットアーム121やハンド122を駆動制御する。
10

【0020】

次に、上述のように構成されたロボット装置100の多関節ロボット120の教示点設定方法(教示点設定プログラム)について、図3から図8を参照しながら説明する。まず、教示に用いられる検出用治具140及び教示用治具150について、図3及び図4を参考しながら説明する。図3は、本実施形態に係る検出用治具140の側面図である。図4の(a)は、本実施形態に係る教示用治具150の斜視図であり、(b)は教示用治具150の平面図である。
20

【0021】

図3に示すように、検出用治具140は、治具本体141と、教示用治具150を走査可能な1つの非接触式変位センサ142と、を備えている。治具本体141は、ハンド122が把持可能に形成されており、本実施形態においては略円柱状に形成されている。また、治具本体141には、治具本体141がハンド122に把持された際のハンド122との接触面143に、2本のピン144a, 144bが設けられている。2本のピン144a, 144bは、ハンド122に形成された位置決め穴と嵌合可能に形成されている。治具本体141は、2本のピン144a, 144bがハンド122の位置決め穴と嵌合することで高精度な着脱再現性が得られるようになっている。
30

【0022】

非接触式変位センサ142は、発光側と受光側とで検出を行うレーザ光軸142aが、レーザ光軸142aをフランジ面124に投影すると動径方向になる、即ち、円の接線と直交するような位置関係となるように、治具本体141に取り付けられている。

【0023】

図4(a)に示すように、教示用治具150は、略円柱状に形成されており、上面151に、検出用治具140が検知可能な4つのキー溝152, 153, 154, 155が形成されている。図4(b)に示すように、4つのキー溝152～155は、同幅、かつ径方向に向かう中心線156, 157が、教示用治具150の外周円の中心を通るように形成されている。具体的には、キー溝152のエッジ152aとキー溝154のエッジ154a、キー溝152のエッジ152bとキー溝154のエッジ154b、が同一直線上に位置するように形成されている。また、キー溝153のエッジ153aとキー溝155のエッジ155a、キー溝153のエッジ153bとキー溝155のエッジ155b、が同一直線上に位置するように形成されている。
40

【0024】

次に、教示点設定方法における、教示点の演算方法について、図5及び図6を参考しながら説明する。図5は、教示用治具150による教示点の設定動作を説明するための説明図である。図6は、検出時における教示用治具150に対するレーザ光軸142aの軌跡を示す図である。

【0025】

図5に示すように、検出用治具140による教示用治具150の検出動作は、まず、ハンド122に検出用治具140を把持させた状態で、教示用治具150の上方に検出用治具140を位置させる。そして、ロボットアーム121の先端の回転軸を回転させる。このときのロボットアーム121の法兰ジ面124の回転角度 θ における、非接触式変位センサ142の検出距離Lで教示点(教示位置)を演算することができる。

【0026】

例えば、図6(a)に示すように、ロボットアーム121の法兰ジ面124の回転中心を原点とし、法兰ジ面124に直交する法線ベクトルを有する法兰ジ座標系を $\{O\}$ とする。この状態でレーザ光軸142aを法兰ジ座標系 $\{O\}$ に投影した場合、その軌跡は、

$$(a \cos \theta, b \sin \theta) \quad (1)$$

の橈円の極座標で表される。また、教示用治具150のキー溝152, 153, 154, 155を法兰ジ面に投影してできる直線は、

$$lx + my + n = 0 \quad (2)$$

の直線の方程式で表される。

【0027】

図6(a)において、キー溝155のエッジ155bを検出した際の法兰ジ面124の回転角度を θ_1 、エッジ155aを検出した際の法兰ジ面124の回転角度を θ_2 とする。この場合、(1)式で表される橈円状のエッジ155bの検出点Aは $(a \cos \theta_1, b \sin \theta_1)$ 、エッジ155aの検出点Bは $(a \cos \theta_2, b \sin \theta_2)$ で表される。また、キー溝155の幅をd1、エッジ155bの検出点A上のエッジの直線の方程式を $lx_1 + my_1 + n_1 = 0$ としたときの、点と直線との距離の公式より、

【0028】

【数1】

$$d_1 = \frac{|lx_1 + my_1 + n_1|}{\sqrt{l^2 + m^2}} \quad (3)$$

で表すことができる。

【0029】

また、図6(b)に示すように、教示用治具150の外周円の中心を原点とし、法兰ジ面124に直交する法線ベクトルを有する教示用治具150の教示用治具座標系 $\{O\}$ としたとする。このときの教示用治具座標系 $\{O\}$ からみた法兰ジ座標系 $\{O\}$ の原点間距離をR、回転角度を θ とした場合、教示用治具座標系 $\{O\}$ の座標値(X, Y)は、

$$(X, Y) = (R \cos \theta, R \sin \theta) \quad (4)$$

と表すことができる。

【0030】

教示用治具150の外周円の中心を原点とし、上面151に直交する法線ベクトルを有する測定座標系 $\{O\}$ において、3次元測定器により事前にキー溝152, 153, 154, 155の溝幅、エッジの位置を測定しておくこととする。

【0031】

教示用治具座標系 $\{O\}$ と測定座標系 $\{O\}$ が同一の場合、つまり、法兰ジ面124と教示用治具150の上面151とが平行な場合、レーザ光軸142aを法兰ジ座標系 $\{O\}$ に投影した軌跡は円となるので、 $a = b$ となる。未知数は a, R, θ の3つであるから、3箇所以上の検出点において(3)と同様の式を作り、連立方程式を解くことで a, R, θ を算出することができる。そして、算出された補正量で教示点を補正することで教示点が設定可能になる。

【0032】

本実施形態のように、法兰ジ面124と教示用治具150の上面151とが平行である場合は、未知数が3つとなるが、平行か否かが不明の場合を考慮すると、5つ以上の未

10

20

30

40

50

知数（円中心座標（X 0、Y 0）、円座標の角度（R z）、a、b）が必要となる。これは、フランジ面124と教示用治具150の上面151とが平行でない場合、プロファイルは橙円となるためであり、橙円状の5つの点の位置が分かれば求めることができるからである。

【0033】

次に、上述した教示点設定方法を用いて、教示用治具150の外周円の中心及びキー溝の位相と一致する教示位置に、自動教示する方法について、図7を参照しながら説明する。図7は、本実施形態に係る多関節ロボット120の教示点の設定を示すフローチャートである。

【0034】

図7に示すように、まず、予め測っておいた測定座標系における教示用治具150のキー溝の溝幅及びエッジ（直線）の位置（基準となる相対位置情報）をHDD133に記憶させる（基準相対位置情報取得工程、ステップS10）。教示用治具150の基準プロファイル（基準相対位置情報）は、予め測定された基準相対位置情報を記憶させてもよく、予め設定された基準位置に配置した教示用治具150の上で検出用治具140に走査させて取得した基準相対位置情報を記憶させてもよい。

【0035】

次に、検出用治具140の非接触式変位センサ142が教示用治具150の検出高さとなる位置（概略位置）へ、多関節ロボット120を移動する（ロボット移動工程、ステップS11）。なお、概略位置への多関節ロボット120の移動は、教示用治具150の上まで移動させるための教示点をHDD133に記憶させ、記憶した教示点に基づいて多関節ロボット120を自動で移動させてもよく、ユーザが手動で移動させてもよい。

【0036】

次に、ロボットアーム121の先端の回転軸を回転させることでフランジ面124を回転させ、キー溝152～155のエッジを検出した瞬間のフランジ面124の回転角度を記録する（ステップS12）。具体的には、ロボットアーム121の先端の回転軸を回転させると、レーザ光軸142aが教示用治具150の上面151に当たっている場合と、キー溝の底面に当たっている場合とでは、検出距離Lの値が大きく変化する。この検出距離Lの値が大きく変化する瞬間が、レーザ光軸142aがキー溝のエッジを検出する瞬間であり、そのときのフランジ面124の回転角度と検出距離Lとを記録する。そして、フランジ面124が1周分回転したときの検出（例えば、5個以上のエッジを検知）を同様に行う。つまり、回転角度と検出距離Lのプロファイル（相対位置情報）を記録する（相対位置情報取得工程）。なお、エッジの検出（回転角度と検出距離Lのプロファイルの記録）は、前述した未知数の数だけ行えばよい。

【0037】

次に、記録した回転角度及び距離のプロファイルと基準プロファイルとの差分により、フランジ座標系と教示治具座標系の位置と角度の補正量を算出（演算）する。そして、算出した補正量で教示点を補正すると共に、補正した教示点をHDD133に記憶させる（教示点設定工程、教示点補正工程、ステップS13）。教示点を補正すると、補正した教示点に従ってロボットアーム121を移動させ、移動先で再度、フランジ面124を回転させて再走査する。そして、キー溝152～155のエッジを検出した瞬間のフランジ面124の回転角度を記録し、補正量を再演算する（相対位置情報再取得工程、ステップS14）。

【0038】

そして、再取得した補正量が所定の偏差内（所定の範囲内）であれば演算した教示点をHDD133に記憶する。一方、再取得した補正量が所定の偏差内になければ、ステップS11に戻って、所定の偏差内になるまでプロファイルの再取得を繰り返す（教示点判定工程、ステップS15、S16）。

【0039】

このように、本実施形態に係るロボット装置は、ロボットアーム121の先端の回転軸

10

20

30

40

50

の回転角度と1つの非接触式変位センサ142から出力される距離のみで、検出用治具140と教示用治具150との距離と角度の補正量の計算が可能となる。これにより、簡単かつ安価な構成で多関節ロボット120の自動教示が可能となる。

【0040】

また、特定の1軸（先端の回転軸）の回転動作のみで検出を行うことができるため、減速機のバックラッシや振動などのロボットアームの検出誤差の影響を低減させることができる。また、多関節ロボット120のリンク誤差、加工精度、組立誤差などによるロボット座標系の動作誤差の影響を低減させることができる。これにより、高精度に位置教示を行うことができる。また、先端の1軸のみの回転で教示用治具を走査するため、教示用治具を小さくすることができる。

10

【0041】

また、基準プロファイル（基準相対位置情報）と比較して差分から教示点の演算（補正量の演算）を行うことで、検出用治具140と教示用治具150の角度がずれていっても、高精度に位置教示を行うことができる。

【0042】

なお、本実施形態においては、演算を容易にするため教示用治具150のキー溝152～155の中心線156, 157が教示用治具150の外周円の中心を通り、キー溝の数も4つの教示用治具を使用した。キー溝152～155の中心線156, 157が教示用治具150の外周円の中心を通らずとも、キー溝152～155の数が2つ以上で事前に教示用治具150のキー溝の切り欠きの溝幅及びエッジの直線の位置を測定してあれば演算可能である。

20

【0043】

また、本実施形態においては、教示用治具座標系と測定座標系が同一の場合、つまり、フランジ面124と教示用治具150の上面151が平行な場合を例に挙げた。これは、一般的に設計の段階ではフランジ面124と教示用治具150の上面151とが平行になるよう設計することが多いためである。仮に、多少の角度のズレを生じたとしても所定偏差内であれば、上に挙げた実施形態で自動教示が可能である。

【0044】

ここで、上述では、教示用治具座標系と測定座標系が同一の場合、つまり、フランジ面124と教示用治具150の上面151とが平行な場合を用いて説明したが、設計上平行であっても実際の教示では平行にならない場合が多い。これは、ロボットアーム121の誤差であったり、ハンド122又は検出用治具140や教示用治具150の誤差によるものである。そのため、以下に、教示用治具座標系と測定座標系とが異なる場合の教示方法について、図8を参照しながら説明する。図8は、本実施形態に係る多関節ロボット120の教示点の設定を示すフローチャートである。

30

【0045】

図5に示す検出用治具140による教示用治具150の検出（プロファイルの取得）は、ユーザによる教示が可能である。例えば、検出用治具140と教示用治具150の外径が同じであり、教示用治具150のキー溝の位相に合せ、検出用治具140にも同じ溝幅のキー溝が設けられている等の場合である。ユーザがフランジ面124と教示用治具150の上面151とを平行に設定することで教示用治具座標系と測定座標系とを同一にすることができる。以下、具体的に説明する。

40

【0046】

図8に示すように、まず、予め測っておいた測定座標系における教示用治具150のキー溝の溝幅及びエッジ（直線）の位置を入力する（ステップS21）。次に、置き台111に教示用治具150を指定の位置、位相にセットし、ティーチングペンダントなどにより検出用治具140の先端面145が教示用治具150の上面151と平行になるよう、多関節ロボット10を移動させる。

【0047】

例えば、教示用治具150の上面151と検出用治具140の先端面145が全周にわ

50

たり 0 . 1 mm のシムが挿入でき、0 . 2 mm のシムが挿入できない位置関係に移動させる。すると、その時の教示用治具 150 の上面 151 と検出用治具 140 の先端面 145 の平行度は 0 . 1 mm 以下となる。このような方法により、所定の平行度になるように、所謂、面合わせを行う。

【 0 0 4 8 】

次に、面を合わせた状態にまま、中心点の教示を行う。例えば、教示用治具 150 及び検出用治具 140 の外周円より所定量大きい円環状のセッティングが通るように、ティーチングペンダントなどでロボットアーム 121 を移動させる。このような方法により、教示用治具 150 の中心点と、検出用治具 140 中心点とが合うように、所謂、芯合わせを行う。

10

【 0 0 4 9 】

次に、面と芯とが一致した状態のまま、教示用治具 150 のキー溝に合わせて検出用治具 140 の位相を回転させ、キー溝より所定量小さいブロックゲージがキー溝を通るようにロボットアーム 121 を移動させる。このような方法により、教示用治具 150 と検出用治具 140 の位相合わせ（位置合わせ）を行う。このようにして、所定の精度内で、教示用治具 150 に対する検出用治具 140 の面合わせ、芯合わせ及び位相合わせを行うことができる（ステップ S 22）。これにより、教示用治具座標系 と測定座標系 とを同一にすることができる。

【 0 0 5 0 】

次に、フランジ面 124 を回転させて、前述で説明したようなフランジ面 124 の回転角度 及び非接触式変位センサ 142 から出力される検出距離 L の基準プロファイルを取得する。つまり、教示用治具 150 とフランジ面 124 との相対位置関係の基準プロファイルを記録する（基準相対位置情報取得工程、ステップ S 23）。このとき、フランジ座標系 と測定座標系 の位置関係を演算し、記憶しておく。

20

【 0 0 5 1 】

次に、教示したい位置に設置された置き台 111 に教示用治具 150 をセットする（ステップ S 24）。そして、検出用治具 140 の非接触式変位センサ 142 のレーザ光軸 142a が、教示用治具 150 の検出高さとなる位置（概略位置）へ多関節ロボット 120 を移動する（ロボット移動工程、ステップ S 25）。次に、ロボットアーム 121 の先端の回転軸を回転させることでフランジ面 124 を回転させ、キー溝 152 ~ 155 のエッジを検出した瞬間のフランジ面 124 の回転角度 と検出距離 L とを記録する（相対位置情報取得工程、ステップ S 26）。

30

【 0 0 5 2 】

次に、この状態でのフランジ座標系 と測定座標系 の位置関係を演算し、ステップ S 23 で記憶したフランジ座標系 と測定座標系 の位置関係と同一になるような補正量を算出する（ステップ S 27）。そして、算出した補正量で教示点を補正し、補正した教示点に多関節ロボット 120 を移動させ、移動先で教示用治具 150 を走査して、移動先でのプロファイルを再取得する（相対位置情報再取得工程、ステップ S 28）。

【 0 0 5 3 】

次に、相対位置情報再取得工程で再取得したプロファイルと、ステップ S 23 で取得した基準プロファイルとの差分を演算し、差分が所定の偏差（所定の範囲）内に入っているか否かの判断を行う（ステップ S 29）。差分が所定の偏差内に入っていないければ、ステップ S 26 に戻ってプロファイルの再取得を繰り返し、所定の偏差内に入ていれば、補正した教示点を HDD133 に記憶させる（ステップ S 30）。

40

【 0 0 5 4 】

このように、教示用治具座標系 と測定座標系 が異なる場合においても高精度な検出が可能となり、高精度且つ安価に、教示点の自動教示を行うことができる。

【 0 0 5 5 】

また、置き台 111 が複数あっても、同様のプロファイルの検出を行い、基準プロファイルと比較、演算することで、教示用治具 150 とフランジ面 124 の位置関係が人手で

50

教示した際と同じ位置関係になるように自動的に教示点を作成することができる。

【0056】

なお、本実施形態においては、教示用治具150における人手による教示と、検出動作を検出用治具140で兼ねているが、教示のための治具と検出のための治具が異なっていても構わない。

【0057】

また、本実施形態においては、基準位置での基準プロファイルと比較することで補正量を算出したが、フランジ座標系におけるレーザ光軸142aの位置関係が事前に分かれれば、マスタープロファイルと比較することなしに、自動教示が可能となる。

【0058】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。また、本発明の実施形態に記載された効果は、本発明から生じる最も好適な効果を列挙したに過ぎず、本発明による効果は、本発明の実施形態に記載されたものに限定されない。

【0059】

例えば、本実施形態の各処理動作は具体的には制御装置130のロボット制御部132により実行されるものである。従って上述した機能を実現するプログラムを記録した記録媒体を制御装置130に供給し、制御装置130のコンピュータ(CPUやMPU)が記録媒体に格納されたプログラムを読み出し実行することによって達成されるようにしてもよい。この場合、記録媒体から読み出されたプログラム自体が上述した実施形態の機能を実現することになり、プログラム自体及びそのプログラムを記録した記録媒体は本発明を構成することになる。

【0060】

また、本実施形態では、コンピュータ読み取り可能な記録媒体がHDD133であり、HDD133にプログラムが格納される場合について説明したが、これに限定するものではない。プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体であれば、いかなる記録媒体に記録されていてもよい。例えば、プログラムを供給するための記録媒体としては、ROM、外部記憶装置、記録ディスク等を用いてもよい。具体例を挙げて説明すると、記録媒体として、フレキシブルディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等を用いることができる。また、本実施形態におけるプログラムを、ネットワークを介してダウンロードしてコンピュータにより実行するようにしてもよい。

【0061】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、本実施形態の機能が実現されるだけに限定するものではない。そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているOS(オペレーティングシステム)等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

【0062】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれてもよい。そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって本実施形態の機能が実現される場合も含まれる。

【符号の説明】

【0063】

- 100 ロボット装置
- 120 多関節ロボット
- 121 ロボットアーム
- 122 ハンド(エンドエフェクタ)

10

20

30

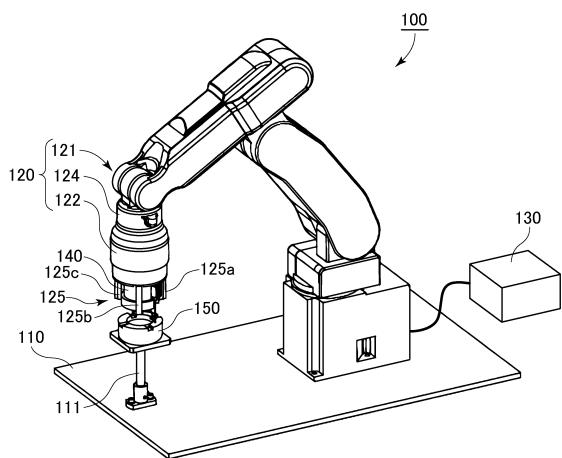
40

50

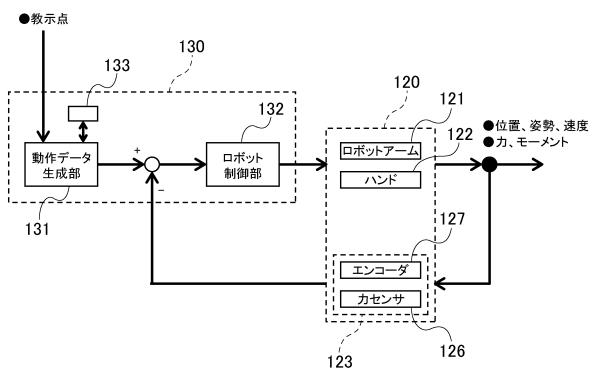
- 1 3 0 制御装置
 1 3 1 動作データ生成部（制御部）
 1 3 2 ロボット制御部（制御部）
 1 3 3 H D D（記憶部）
 1 4 0 検出用治具
 1 4 2 非接触式変位センサ
 1 5 0 教示用治具
 1 5 2、1 5 3、1 5 4、1 5 5 キー溝
 1 5 5 a、1 5 5 b エッジ

10

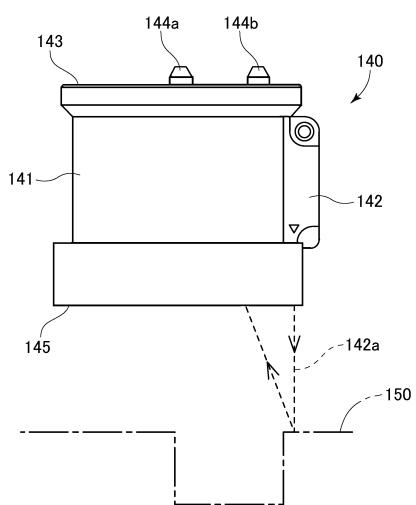
【図1】



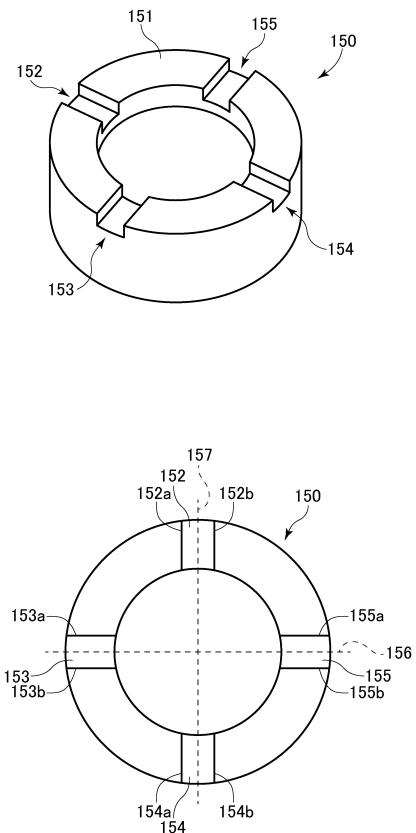
【図2】



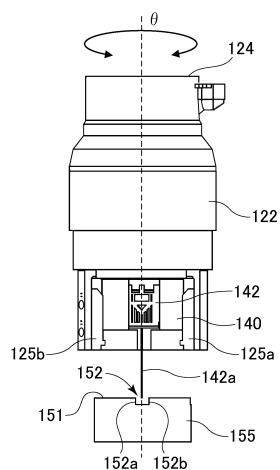
【図3】



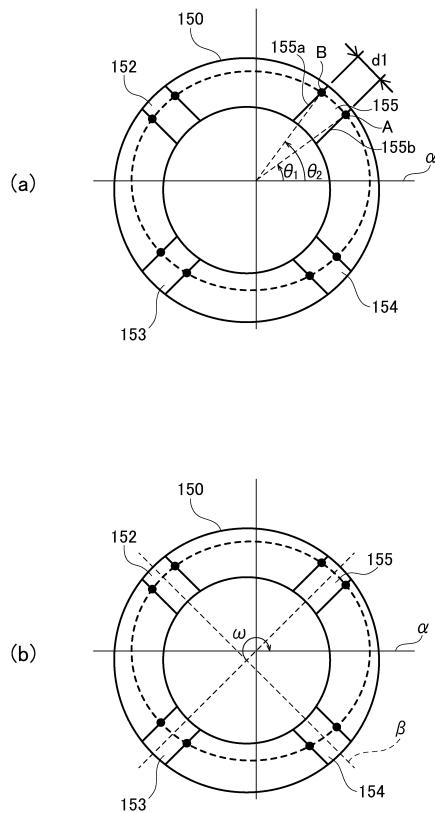
【図4】



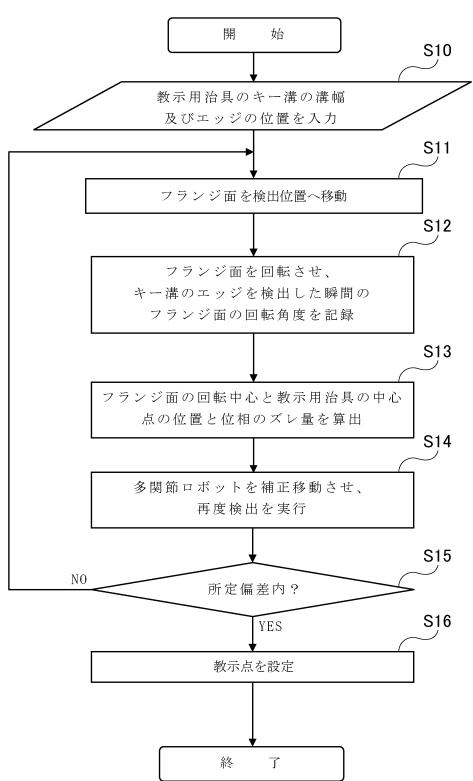
【図5】



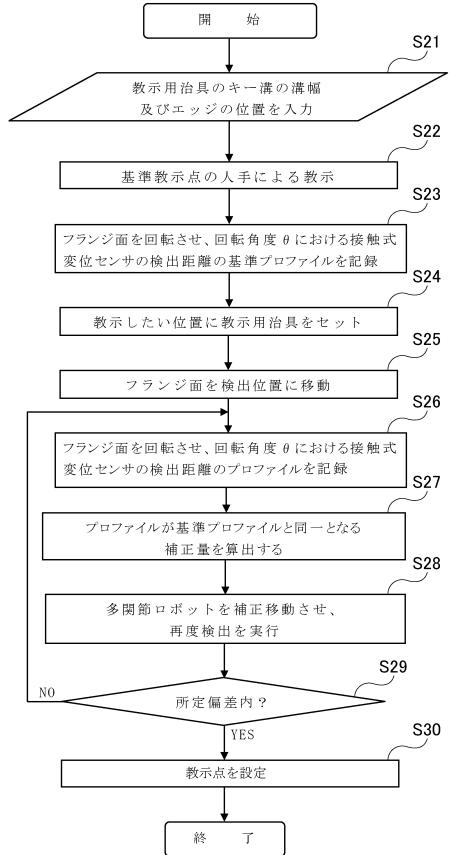
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09-106311(JP,A)
国際公開第2009/025271(WO,A1)
特開2011-148045(JP,A)
特開平01-123103(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B25J1/00-21/02,
G05B19/18-19/416, 19/42-19/46