

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-24004

(P2021-24004A)

(43) 公開日 令和3年2月22日(2021.2.22)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
B 2 5 J	13/00	(2006.01)	B 2 5 J	13/00		Z	3 C 7 0 7	
B 2 5 J	5/02	(2006.01)	B 2 5 J	5/02		B		
B 2 5 J	9/22	(2006.01)	B 2 5 J	9/22		Z		

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2019-141675 (P2019-141675)	(71) 出願人	390008235
(22) 出願日	令和1年7月31日 (2019.7.31)		ファナック株式会社
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地
		(74) 代理人	100099759
			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二
		(74) 代理人	100112357
			弁理士 廣瀬 繁樹
		(72) 発明者	寺阪 潤也
			山梨県南部留郡忍野村忍草字古馬場358
			〇番地 ファナック株式会社内
		Fターム(参考)	3C707 AS11 AS12 AS13 BS09 BT10
			CS05 CT05 DS01 HS27 HT02
			JS02 KS18 LV02 LV19 MT04

(54) 【発明の名称】 ロボット座標系を設定する装置、ロボット制御装置、ロボットシステム、及び方法

(57) 【要約】

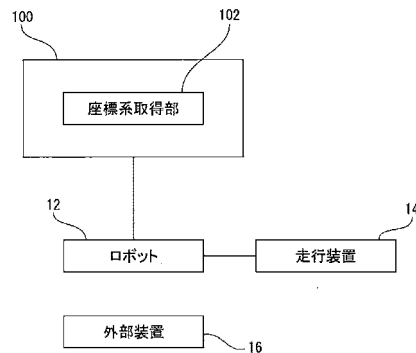
【課題】従来、軸に沿って移動されるロボットのロボット座標系を正確に求める技術が知られている。

【解決手段】第1の軸に沿って移動されるロボット12のロボット座標系を設定する装置100は、第1の軸に沿って予め設定された2つのロボット座標系の位置から、該2つのロボット座標系の位置の間に設定する別のロボット座標系の位置を演算により求める座標系取得部102を備える。また、第1の軸に沿って移動されるロボット12のロボット座標系を設定する方法は、第1の軸に沿って予め設定された2つのロボット座標系の位置から、該2つのロボット座標系の位置の間に設定する別のロボット座標系の位置を演算により求める。

【選択図】図1

図1

10



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の軸に沿って移動されるロボットのロボット座標系を設定する装置であって、前記第 1 の軸に沿って予め設定された 2 つのロボット座標系の位置から、該 2 つのロボット座標系の前記位置の間に設定する別のロボット座標系の位置を演算により求める座標系取得部を備える、装置。

【請求項 2】

前記座標系取得部は、前記別のロボット座標系の前記位置を、前記 2 つのロボット座標系の前記位置を結ぶ直線又は曲線上の位置として求める、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記座標系取得部は、前記別のロボット座標系の姿勢を、前記 2 つのロボット座標系の姿勢の中間姿勢として演算によりさらに求める、請求項 1 又は 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記ロボットと、該ロボットの外部に設置された外部装置との相対位置を取得する位置取得部と、

前記相対位置に基づいて、前記 2 つのロボット座標系をそれぞれ予備的に設定する座標系設定部と、をさらに備え、

前記座標系取得部は、前記座標系設定部によって予め設定された前記 2 つのロボット座標系の前記位置から前記別のロボット座標系の前記位置を求める、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 5】

前記外部装置は、前記ロボットの作業対象となるワークを第 2 の軸の周りに回転させるように構成され、

前記位置取得部は、前記相対位置として、前記ロボットに対する前記第 2 の軸の位置及び方向を取得する、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の装置を備える、ロボット制御装置。

【請求項 7】

第 1 の軸に沿って移動されるロボットと、

前記ロボットの外部に設置され、該ロボットの作業対象となるワークを第 2 の軸の周りに回転させる外部装置と、

請求項 6 に記載のロボット制御装置と、を備え、

前記ロボット制御装置は、前記外部装置が前記ワークを回転させる動作と協調して前記ロボットが前記ワークに対する作業を行うように、該ロボットの動作を制御する、ロボットシステム。

【請求項 8】

第 1 の軸に沿って移動されるロボットのロボット座標系を設定する方法であって、

前記第 1 の軸に沿って予め設定された 2 つのロボット座標系の位置から、該 2 つのロボット座標系の前記位置の間に設定する別のロボット座標系の位置を演算により求める、方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ロボット座標系を設定する装置、ロボット制御装置、ロボットシステム、及び方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

ロボットに動作を教示する装置が知られている（例えば、特許文献 1）

【先行技術文献】**【特許文献】**

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】実開昭 5 9 - 1 6 7 6 8 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

従来、軸に沿って移動されるロボットのロボット座標系を正確に求める技術が求められている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

本開示の一態様において、第 1 の軸に沿って移動されるロボットのロボット座標系を設定する装置は、第 1 の軸に沿って予め設定された 2 つのロボット座標系の位置から、該 2 つのロボット座標系の位置の間に設定する別のロボット座標系の位置を演算により求める座標系取得部を備える。

10

【 0 0 0 6 】

本開示の他の態様において、第 1 の軸に沿って移動されるロボットのロボット座標系を設定する方法は、第 1 の軸に沿って予め設定された 2 つのロボット座標系の位置から、該 2 つのロボット座標系の位置の間に設定する別のロボット座標系の位置を演算により求める。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本開示によれば、ロボットが移動される軸が変形したとしても、予め定めた 2 つのロボット座標系の間に設定する別のロボット座標系の位置を、該軸の変形に対応するように正確に求めることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】一実施形態に係るロボットシステムのブロック図である。

【図 2】図 1 に示すロボット、走行装置、及び外部装置の斜視図である。

【図 3】図 2 に示すロボット、走行装置、及び外部装置の概略図であって、各種座標系と動作軸を示している。

【図 4】図 3 に示すレール部が変形した状態を示す。

30

【図 5】2 つのロボット座標系の間に別のロボット座標系を設定する方法を説明するための図である。

【図 6】図 5 に示す別のロボット座標系の姿勢を求める方法を説明するための図である。

【図 7】2 つのロボット座標系の間に別のロボット座標系を設定する他の方法を説明するための図である。

【図 8】他の実施形態に係るロボットシステムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

以下、本開示の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に説明する種々の実施形態において、同様の要素には同じ符号を付し、重複する説明を省略する。また、以下の説明においては、図中の紙面上下左右を、上下左右と言及することがある。まず、図 1 ~ 図 3 を参照して、一実施形態に係るロボットシステム 1 0 について説明する。ロボットシステム 1 0 は、ロボット 1 2、走行装置 1 4、外部装置 1 6、及び装置 1 0 0 を備える。

40

【 0 0 1 0 】

図 2 を参照して、ロボット 1 2 は、走行装置 1 4 によって軸線（第 1 の軸） A_1 に沿って移動される。本実施形態においては、軸線 A_1 は直線である。ロボット 1 2 は、多関節ロボットであって、ベース部 1 8、旋回胴 2 0、ロボットアーム 2 2、手首部 2 4、及びエンドエフェクタ 2 6 を備える。旋回胴 2 0 は、軸線 A_3 周りに回動可能にベース部 1 8 に設けられている。軸線 A_3 は、鉛直方向と略平行である（又は、軸線 A_1 と略直交する

50

)。

【0011】

ロボットアーム22は、旋回胴20に回動可能に設けられた第1のアーム28と、該第1のアーム28の先端部に回動可能に設けられた第2のアーム30とを有する。手首部24は、第2のアーム30の先端部に回動可能に設けられている。エンドエフェクタ26は、手首部24の先端部に着脱可能に取り付けられており、手首部24は、エンドエフェクタ26を回動可能に支持する。エンドエフェクタ26は、溶接トーチ、ロボットハンド、レーザ加工ヘッド、又は塗料塗布器等であって、ワークWに対して所定の作業(溶接、ワークハンドリング、レーザ加工、塗工等)を行う。

【0012】

ロボット12の各コンポーネント(ベース部18、旋回胴20、ロボットアーム22、手首部24)には、サーボモータ(図示せず)が内蔵されており、これらサーボモータは、ロボット12の可動コンポーネント(すなわち、旋回胴20、ロボットアーム22、手首部24)を駆動軸周りに回転駆動することによって、エンドエフェクタ26を移動させる。

【0013】

走行装置14は、ロボット12を軸線A₁に沿って移動させる。具体的には、走行装置14は、支持フレーム32、レール34、スライダ36、及び駆動部38を備える。支持フレーム32は、鉛直方向へ延びる複数の柱部40と、該柱部40の上端に固設された天壁部42とを有する。

【0014】

レール34は、天壁部42の底面42aに固設されており、軸線A₁に沿って真直ぐに延在している。スライダ36は、軸線A₁に沿って摺動可能となるようにレール34と係合している。スライダ36は、レール34と係合することで、軸線A₁に沿って往復動するように案内される。

【0015】

駆動部38は、例えばサーボモータであって、スライダ36を軸線A₁に沿って移動させる動力を発生する。駆動部38は、レール34に沿って敷設されたタイミングベルト(図示せず)を回動させ、該タイミングベルトは、スライダ36の上部と係合し、駆動部38が生じた動力をスライダ36へ伝達する。

【0016】

ロボット12のベース部18は、スライダ36の下面に固定されている。駆動部38がタイミングベルトを回動させると、該タイミングベルトと係合したスライダ36が軸線A₁に沿って移動され、これにより、スライダ36に搭載されたロボット12が軸線A₁に沿って移動される。

【0017】

外部装置16は、ロボット12の外部に設置され、該ロボット12の作業対象となるワークWを、軸線A₂(第2の軸)の周りに回転させる。具体的には、外部装置16は、駆動装置44、及び従動装置46を備える。駆動装置44は、ベース部48、出力フランジ50、及び駆動部52を有する。ベース部48は、作業セルの床の上に固定されている。出力フランジ50は、円盤状の部材であって、軸線A₂周りに回転可能となるようにベース部48に設けられている。駆動部52は、例えばサーボモータであって、出力フランジ50を回転させる動力を発生する。

【0018】

従動装置46は、ベース部54、及び従動フランジ56を有する。ベース部54は、作業セルの床の上に固定され、駆動装置44のベース部48と対向配置されている。従動フランジ56は、軸線A₂を基準として出力フランジ50と同心に配置された円盤状の部材であって、軸線A₂周りに回転可能となるようにベース部54に設けられている。

【0019】

ワークWは、治具(図示せず)によって出力フランジ50及び従動フランジ56に固定

10

20

30

40

50

される。駆動部 5 2 が出力フランジ 5 0 を回転すると、ワーク W も出力フランジ 5 0 とともに回転され、従動フランジ 5 6 は、ワーク W の回転に従って軸線 A_2 周りに回転される。なお、本実施形態においては、軸線 A_1 と軸線 A_2 とは略平行である。

【0020】

図 3 に示すように、走行装置 1 4 には、走行装置座標系 C_T が設定される。走行装置座標系 C_T は、走行装置 1 4 の動作を自動制御するためのものであって、3次元空間に固定された固定座標系である。本実施形態においては、走行装置座標系 C_T は、その原点がレール 3 4 の左端に配置され、その x 軸方向が軸線 A_1 と一致し、z 軸方向が鉛直方向と平行となるように、設定されている。

【0021】

外部装置 1 6 には、外部装置座標系 C_E が設定される。外部装置座標系 C_E は、外部装置 1 6 の動作を自動制御するためのものであって、3次元空間に固定された固定座標系である。本実施形態においては、外部装置座標系 C_E は、その原点が出力フランジ 5 0 の中心に配置され、その x 軸方向が軸線 A_2 と一致するように、設定されている。

【0022】

一方、ロボット 1 2 には、ロボット座標系 C_R が設定される。ロボット座標系 C_R は、ロボット 1 2 の可動コンポーネントを自動制御するためのものであって、3次元空間内を走行装置 1 4 のスライダ 3 6 とともに移動する移動座標系である。本実施形態においては、ロボット座標系 C_R は、その原点がベース部 1 8 の中心に配置され、その z 軸方向が軸線 A_3 と一致するように、設定されている。

【0023】

ロボット 1 2 によってワーク W に対する作業を行うとき、走行装置 1 4 は、ロボット 1 2 を、予め定められた作業位置 B_1 及び B_2 に順次配置させる。これら作業位置 B_1 及び B_2 は、軸線 A_1 の方向の位置（換言すれば、走行装置座標系 C_T の x 座標）として規定することができる。このとき、ロボット座標系 C_R は、作業位置 B_1 及び B_2 に順次設定され、外部装置 1 6 がワーク W を軸線 A_2 周りに回転させる動作と協調して、ロボット 1 2 がロボット座標系 C_R を基準として制御されて、作業位置 B_1 及び B_2 の各々でワーク W に対して作業を順次行う。

【0024】

ここで、走行装置 1 4 のレール 3 4 が、重力等の要因によって変形してしまうことが起こり得る。このようにレール 3 4 に変形が生じた例を、図 4 に示す。図 4 に示す例では、天壁部 4 2 及びレール 3 4 が、中央部分で下方へ撓んでいる。この場合、レール 3 4 の実際の軸線 A_1' が、設計上の軸線 A_1 （走行装置座標系 C_T の x 軸）と一致しなくなる。

【0025】

この場合、走行装置 1 4 によってロボット 1 2 を作業位置 B_1 及び B_1 に配置したときの該ロボット 1 2 のベース部 1 8 の位置及び姿勢が、図 3 に示す設計上の位置及び姿勢とは異なり得る。このようにレール 3 4 が変形した場合、実際の軸線 A_1' の、設計上の軸線 A_1 からのずれを反映させるように、作業位置 B_1 及び B_1 でロボット座標系 C_R を設定する必要がある。

【0026】

本実施形態においては、図 4 に示す 2 つの作業位置 B_1 及び B_1 の各々において、ロボット座標系 C_{R1} 及び C_{R2} が予め設定される。以下、ロボット座標系設定方法について説明する。まず、走行装置 1 4 は、ロボット 1 2 を、作業位置 B_1 に配置させる。次いで、外部装置 1 6 がワーク W（又はダミーワーク）を回転させているときに、ロボット 1 2 は、エンドエフェクタ 2 6 で、ワーク W 上に定めた 3 つの点をタッチアップする。

【0027】

このときのロボット 1 2 の位置データと、ワーク W 上に定めた 3 点の位置を示す情報とから、作業位置 B_1 に配置されたロボット 1 2（具体的には、ベース部 1 8）と外部装置 1 6 との相対位置を示すデータを取得できる。ロボット 1 2 の位置データは、例えば、ロボット 1 2 に内蔵された各サーボモータの回転角度を含み、該回転角度は、該サーボモ

10

20

30

40

50

タに設けられた回転検出器（エンコーダ、又はホール素子）によって検出できる。

【0028】

一例として、作業位置 B_1 に配置されたロボット12と外部装置16との相対位置のデータとして、該ロボット12（ベース部18）に対する外部装置16の軸線 A_2 の位置及び方向が求められる。この相対位置のデータに基づいて、作業位置 B_1 に設定するロボット座標系 C_{R1} の原点位置（すなわち、ベース部18の中心）と、各軸の方向とが決定される。こうして、図4に示すように作業位置 B_1 にロボット座標系 C_{R1} を設定することができる。

【0029】

同様に、走行装置14によってロボット12を作業位置 B_2 に配置させて、外部装置16がワーク W を回転させているときにロボット12がエンドエフェクタ26でワーク W 上に定めた3つの点をタッチアップし、作業位置 B_2 に配置されたロボット12（ベース部18）と外部装置16との相対位置を示すデータ（例えば、作業位置 B_2 に配置されたロボット12に対する軸線 A_2 の位置及び方向）が取得される。

【0030】

この相対位置のデータに基づいて、図4に示すように作業位置 B_2 にロボット座標系 C_{R2} を設定することができる。以上のようなロボット座標系設定方法により、ロボット座標系 C_{R1} 及び C_{R2} が予備的に設定され、これらロボット座標系 C_{R1} 及び C_{R2} の位置（原点位置）及び姿勢（各軸の方向）の設定情報は、メモリ（図示せず）にそれぞれ記憶される。

【0031】

本実施形態に係る装置100は、作業位置 B_1 及び B_2 の間にさらなる作業位置 B_3 を設定する場合において、該作業位置 B_3 にロボット座標系 C_{R3} を自動で設定する。具体的には、図1に示すように、装置100は、座標系取得部102を備える。座標系取得部102は、上述のロボット座標系設定方法により予め設定された2つのロボット座標系 C_{R1} 及び C_{R2} の位置から、作業位置 B_3 に設定する別のロボット座標系 C_{R3} の位置を、演算により求める。

【0032】

以下、図5を参照して、座標系取得部102の機能について説明する。まず、オペレータは、作業位置 B_3 の位置情報を入力する。例えば、オペレータは、作業位置 B_3 の位置情報を、走行装置座標系 C_T の x 座標として入力する。座標系取得部102は、作業位置 B_3 に設定するロボット座標系 C_{R3} の位置を、ロボット座標系 C_{R1} の位置（原点）とロボット座標系 C_{R2} の位置（原点）とを結ぶ仮想直線 A_4 上の位置として求める。

【0033】

具体的には、座標系取得部102は、仮想直線 A_4 の走行装置座標系 C_T における座標（又は関数）を演算により求める（いわゆる、2点間の線形補間）。そして、座標系取得部102は、作業位置 B_3 における仮想直線 A_4 上の点 P_1 の、走行装置座標系 C_T の座標を演算により求める。こうして、座標系取得部102は、作業位置 B_3 に設定するロボット座標系 C_{R3} の原点の位置 P_1 を演算により求めることができる。

【0034】

次いで、座標系取得部102は、作業位置 B_3 に設定するロボット座標系 C_{R3} の姿勢を求める。図5に示す例では、座標系取得部102は、ロボット座標系 C_{R3} の姿勢を、ロボット座標系 C_{R1} の姿勢とロボット座標系 C_{R2} の姿勢との中間姿勢として、演算により求める。

【0035】

以下、図5及び図6を参照して、ロボット座標系 C_{R3} の姿勢を求める方法の一例について、説明する。座標系取得部102は、走行装置座標系 C_T において、ロボット座標系 C_{R1} の z 軸方向と、ロボット座標系 C_{R2} の z 軸方向との中間の方向を演算により求め、求めた該方向を、ロボット座標系 C_{R3} の z 軸方向として決定する。

【0036】

10

20

30

40

50

ここで、図6に示すように、ロボット座標系 C_{R1} 、 C_{R2} 、及び C_{R3} の Z 軸の原点を一致させた場合において、ロボット座標系 C_{R1} の Z 軸方向と、ロボット座標系 C_{R2} の Z 軸方向との角度を z_0 とし、ロボット座標系 C_{R1} の Z 軸方向と、ロボット座標系 C_{R3} の Z 軸方向との角度を z とする。

【0037】

この場合、ロボット座標系 C_{R1} の Z 軸方向とロボット座標系 C_{R2} の Z 軸方向との中間の方向とは、ロボット座標系 C_{R1} 及び C_{R2} の Z 軸と同じ平面上において $z = z_0 / 2$ となる方向として、定義できる。したがって、この場合、ロボット座標系 C_{R3} の Z 軸は、図6に示すように、ロボット座標系 C_{R1} 及び C_{R2} の Z 軸と同じ平面上において、ロボット座標系 C_{R1} の Z 軸方向から角度 $z = z_0 / 2$ だけ、ロボット座標系 C_{R2} の Z 軸方向へ向かって傾斜した方向として、決定される。

10

【0038】

同様に、座標系取得部102は、走行装置座標系 C_T において、ロボット座標系 C_{R1} の X 軸（又は Y 軸）方向と、ロボット座標系 C_{R2} の X 軸（又は Y 軸）方向との中間の方向を演算により求め、求めた該方向を、ロボット座標系 C_{R3} の X 軸（又は Y 軸）方向として決定する。このようにして、座標系取得部102は、ロボット座標系 C_{R3} の姿勢（各軸の方向）を、ロボット座標系 C_{R1} 及び C_{R2} の姿勢の中間姿勢として求めることができる。

【0039】

代替的には、座標系取得部102は、ロボット座標系 C_{R3} の姿勢を、ロボット座標系 C_{R1} 及び C_{R2} の姿勢と点 P_1 の位置とに基づく関数として求めてもよい。具体的には、ロボット座標系 C_{R3} の Z 軸方向は、図6に示す角度 z が、 $0 < z < z_0$ の範囲で、走行装置座標系 C_T の X 座標に応じて変化する（例えば、 X 座標とともに増加する）関数： $z = f_z(X)$ として表すことができる。したがって、座標系取得部102は、作業位置 B_3 の走行装置座標系 C_T の X 座標と関数： $z = f_z(X)$ とを用いて、作業位置 B_3 に設定するロボット座標系 C_{R3} の Z 軸方向を求めることができる。

20

【0040】

同様に、ロボット座標系 C_{R3} の X 軸（又は Y 軸）方向は、走行装置座標系 C_T の X 座標に応じて変化する関数： $x = f_x(X)$ （又は、 $y = f_y(X)$ ）として表すことができる。したがって、座標系取得部102は、ロボット座標系 C_{R3} の X 軸（又は Y 軸）方向を、作業位置 B_3 の走行装置座標系 C_T の X 座標と関数： $x = f_x(X)$ （又は、関数 $y = f_y(X)$ ）とから求めることができる。

30

【0041】

このようにして、座標系取得部102は、ロボット座標系 C_{R3} の姿勢を、関数 $f_z(X)$ 、 $f_x(X)$ 、又は $f_y(X)$ を用いて演算により求めることができる。なお、これら関数 $f_z(X)$ 、 $f_x(X)$ 、又は $f_y(X)$ の係数又は変数等のパラメータは、オペレータによって定められる。

【0042】

以上のような方法により、座標系取得部102は、作業位置 B_3 にロボット座標系 C_{R3} を、演算により求めた位置 P_1 に、演算により求めた姿勢で、自動で設定できる。なお、座標系取得部102は、ロボット座標系 C_{R3} の姿勢を求めることなく、該ロボット座標系 C_{R3} を点 P_1 に、予め定めた姿勢で設定してもよい。例えば、座標系取得部102は、ロボット座標系 C_{R3} を点 P_1 に、ロボット座標系 C_{R1} 又は C_{R2} と同じ姿勢で設定してもよい。

40

【0043】

また、図5に示す例では、座標系取得部102は、ロボット座標系 C_{R3} の位置 P_1 を、仮想直線 A_4 上の位置として求めているが、これに限らず、曲線上の位置として求めてもよい。このような形態について、図7を参照して説明する。本実施形態においては、座標系取得部102は、作業位置 B_3 に設定するロボット座標系 C_{R3} の位置を、仮想曲線 A_5 上の位置として求める。

50

【0044】

この仮想曲線 A_5 は、例えば、レール 34 の両端（又は、スライダ 36 の移動ストローク両端）と、ロボット座標系 C_{R1} 及び C_{R2} の原点とを結ぶ曲線であって、放物線、円弧線、任意の曲線、又はその組み合わせから構成され得る。座標系取得部 102 は、仮想曲線 A_5 の走行装置座標系 C_T における座標（又は関数）を演算により求める（いわゆる、複数点間の曲線（放物線、円弧）補間）。

【0045】

そして、座標系取得部 102 は、作業位置 B_3 における仮想曲線 A_5 上の点 P_2 の走行装置座標系 C_T の座標を演算により求める。こうして、座標系取得部 102 は、作業位置 B_3 に設定するロボット座標系 C_{R3} の原点の位置 P_2 を演算により求めることができる。これとともに、座標系取得部 102 は、上述した方法でロボット座標系 C_{R3} の姿勢を決定できる。

10

【0046】

以上のような機能を果たす装置 100 は、例えば、プロセッサ（CPU、GPU等）及びメモリ（ROM、RAM等）を有するコンピュータから構成される。この場合、該コンピュータのプロセッサが、座標系取得部 102 の機能を実行するための各種演算を行う。なお、装置 100 は、ロボット 12 を制御するロボット制御装置であってもよい。

【0047】

以上のように、装置 100 の座標系取得部 102 は、軸線 A_1 に沿って予め設定された 2 つのロボット座標系 C_{R1} 及び C_{R2} の位置から、該 2 つのロボット座標系 C_{R1} 及び C_{R2} の位置の間に設定するロボット座標系 C_{R3} の位置 P_1 、 P_2 を演算により求めている。この構成によれば、走行装置 14 のレール 34 が変形したとしても、ロボット座標系 C_{R3} の位置を、該レール 34 の変形に対応するように正確且つ自動で求めることができる。

20

【0048】

また、ロボット座標系 C_{R3} を基準として作業位置 B_3 に配置したロボット 12 を制御することで、外部装置 16 とより高精度な協調動作を実行することが可能となる。また、オペレータがロボット座標系 C_{R3} の位置 P_1 、 P_2 を手動で求める必要がないので、ロボットシステム 10 の立ち上げに掛かる負担を軽減できる。

【0049】

なお、上述の実施形態においては、軸線 A_1 に沿って 2 つのロボット座標系 C_{R1} 及び C_{R2} を予め設定する場合について述べた。しかしながら、これに限らず、オペレータは、軸線 A_1 に沿って第 n のロボット座標系 C_{R_n} ($n = 1, 2, 3 \dots$) を予め設定してもよい。

30

【0050】

この場合、座標系取得部 102 は、上述の方法を用いて、互いに隣接する 2 つのロボット座標系 $C_{R_{n-1}}$ 及び C_{R_n} の位置から、該 2 つのロボット座標系 $C_{R_{n-1}}$ 及び C_{R_n} の間に設定する別のロボット座標系 C_{R_m} の位置 P_m を演算により求める。このように、予め設定するロボット座標系 C_{R_n} の数を増やすことによって、任意の 2 つのロボット座標系 $C_{R_{n-1}}$ 及び C_{R_n} の間に設定するロボット座標系 C_{R_m} の位置 P_m を、レール 34 の変形により高精度に対応するように、求めることができる。

40

【0051】

次に、図 8 を参照して、他のロボットシステム 60 について説明する。ロボットシステム 60 は、ロボット 12、走行装置 14、外部装置 16、及びロボット制御装置 62 を備える。ロボット制御装置 62 は、ロボット 12、走行装置 14、及び外部装置 16 の動作を制御する。

【0052】

ロボット制御装置 62 は、プロセッサ 64、メモリ 66、及び入力装置 68 を有する。プロセッサ 64 は、CPU 又は GPU 等を有し、メモリ 66 及び入力装置 68 とバス 70 を介して通信可能に接続されている。プロセッサ 64 は、メモリ 66 及び入力装置 68 と

50

通信しつつ、各種演算を実行する。メモリ 66 は、ROM 又は RAM 等を有し、各種データを記憶する。入力装置 68 は、キーボード、マウス、又はタッチパネル等を有し、オペレータからデータの入力を受け付ける。

【0053】

ロボット制御装置 62 は、ロボット座標系 C_R を設定する装置 110 を備える。本実施形態においては、装置 110 の機能は、ソフトウェア又はハードウェアとしてロボット制御装置 62 に実装され、プロセッサ 64 は、装置 110 の機能を実行するための各種演算を行う。

【0054】

以下、装置 110 の機能について説明する。まず、プロセッサ 64 は、軸線 A_1 に沿って第 n のロボット座標系 C_{R_n} ($n = 1, 2, 3 \dots$) をそれぞれ予備的に設定する。具体的には、プロセッサ 64 は、走行装置 14 を制御して、ロボット 12 を、第 n の作業位置 B_n に配置させる。

10

【0055】

次いで、プロセッサ 64 は、上述のロボット座標系設定方法を用いて、外部装置 16 を制御してワーク W (又はダミーワーク) を回転させるとともに、ロボット 12 を制御してエンドエフェクタ 26 でワーク W 上に定めた 3 つの点をタッチアップし、第 n の作業位置 B_n に配置されたロボット 12 と外部装置 16 との相対位置のデータ (例えば、ロボット 12 に対する外部装置 16 の軸線 A_2 の位置及び方向) を取得する。このように、プロセッサ 64 は、ロボット 12 と外部装置 16 との相対位置を取得する位置取得部 104 とし

20

【0056】

次いで、プロセッサ 64 は、取得した相対位置のデータに基づいて、第 n の作業位置 B_n に設定する第 n のロボット座標系 C_{R_n} の原点位置 (すなわち、ベース部 18 の中心) と、各軸の方向とを決定する。こうして、プロセッサ 64 は、第 n の作業位置 B_n に第 n のロボット座標系 C_{R_n} を予備的に設定する。

【0057】

このように、プロセッサ 64 は、相対位置に基づいて第 n のロボット座標系 C_{R_n} を予備的に設定する座標系設定部 106 として機能する。プロセッサ 64 は、第 n のロボット座標系 C_{R_n} の位置及び姿勢の設定情報 (例えば、走行装置座標系 C_T の座標) を、メモリ 66 に格納する。

30

【0058】

その後、オペレータは、ワーク W に対する作業内容等に応じて、互いに隣接する第 $n-1$ の作業位置 B_{n-1} と第 n の作業位置 B_n との間に、さらなる作業位置 B_m を任意で設定する。具体的には、オペレータは、入力装置 68 を操作して、作業位置 B_m の位置情報を、例えば走行装置座標系 C_T の x 座標として、入力する。

【0059】

作業位置 B_m の位置情報の入力を受け付けると、プロセッサ 64 は、座標系取得部 102 として機能し、図 5 ~ 図 7 を参照して上述した方法を用いて、予め設定された第 $n-1$ のロボット座標系 $C_{R_{n-1}}$ 及び第 n のロボット座標系 C_{R_n} の位置及び姿勢の設定情報から、該第 $n-1$ のロボット座標系 $C_{R_{n-1}}$ と該第 n のロボット座標系 C_{R_n} との間に設定する別のロボット座標系 C_{R_m} の位置 P_m 及び姿勢を求める。

40

【0060】

作業位置 B_m にロボット 12 を配置させてワーク W に対する作業を行う場合、プロセッサ 64 は、走行装置 14 を制御してロボット 12 を作業位置 B_m に配置させるとともに、作業位置 B_m にロボット座標系 C_{R_m} を、上述のように求めた位置 P_m 及び姿勢で、設定する。

【0061】

そして、プロセッサ 64 は、ロボット座標系 C_{R_m} を基準としてロボット 12 を制御し、外部装置 16 によるワーク W の回転動作と協調して、ロボット 12 によってワーク W

50

に対する作業を行う。こうして、プロセッサ64は、第nの作業位置 B_n 及び作業位置 B_m の各々で、ロボット12によってワークWに対して作業を順次行うことができる。

【0062】

本実施形態によれば、プロセッサ64は、走行装置14のレール34が変形したとしても、作業位置 B_m に設定するロボット座標系 C_{R_m} の位置を、該レール34の変形に対応するように正確且つ自動で求めることができる。また、ロボット座標系 C_{R_m} を基準として作業位置 B_m に配置したロボット12を制御することで、外部装置16とより高精度な協調動作を実行することが可能となる。また、オペレータがロボット座標系 C_{R_m} の位置 P_m を手動で求める必要がないので、ロボットシステム10の立ち上げに掛かる負担を軽減できる。

10

【0063】

なお、上述の実施形態においては、仮想直線 A_4 、仮想曲線 A_5 、点 P_1 、点 P_2 の座標を、走行装置座標系 C_T の座標として求める場合について述べたが、これに限らず、例えば、外部装置座標系 C_E の座標として求めてもよいし、又は、ワールド座標系（図示せず）の座標として求めてもよい。このワールド座標系は、ロボット座標系 C_{R_3} 、走行装置座標系 C_T 、及び外部装置座標系 C_E とは別に設定され、作業セルの3次元空間を規定する固定座標系である。

【0064】

また、上述の実施形態においては、作業位置 B_3 、 B_m の位置情報が、走行装置座標系 C_T のx座標として入力される場合について述べた。しかしながら、これに限らず、作業位置 B_3 、 B_m の位置情報は、例えば、外部装置座標系 C_E 、又はワールド座標系（図示せず）の座標として入力されてもよい。

20

【0065】

また、ロボット12は、多関節ロボットに限らず、パラレルリンクロボット等、如何なるタイプのロボットであってもよい。また、走行装置14は、ロボット12を軸線 A_1 に沿って移動可能であれば、如何なるタイプの装置であってもよい。また、軸線 A_1 は、直線に限らず、曲線でもあってもよい。

【0066】

以上、実施形態を通じて本開示を説明したが、上述の実施形態は、特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。

30

【符号の説明】

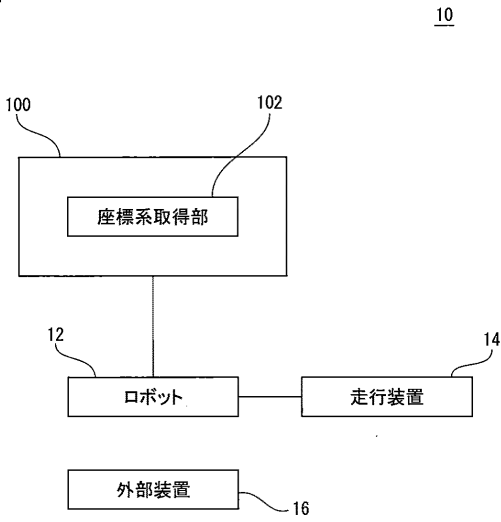
【0067】

10, 60 ロボットシステム
 12 ロボット
 14 走行装置
 16 外部装置
 100, 110 装置
 102 座標系取得部
 104 位置取得部
 106 座標系設定部

40

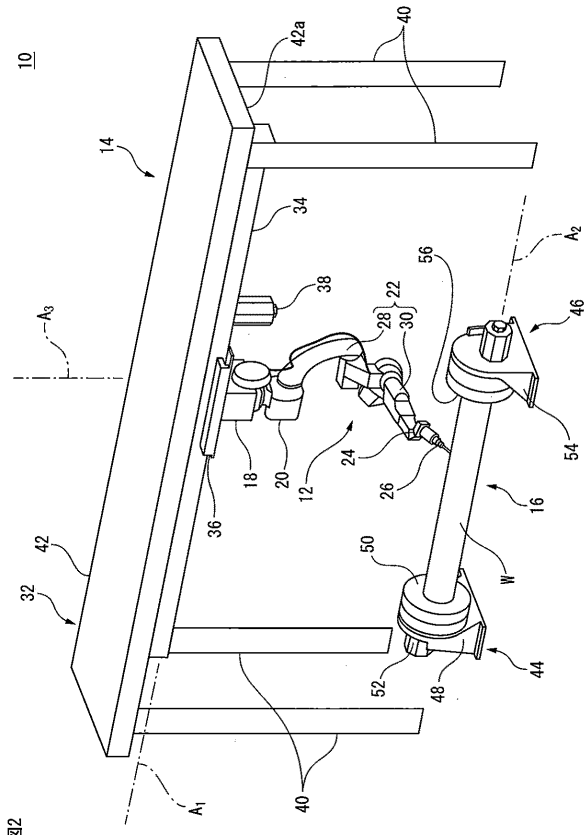
【 図 1 】

図1



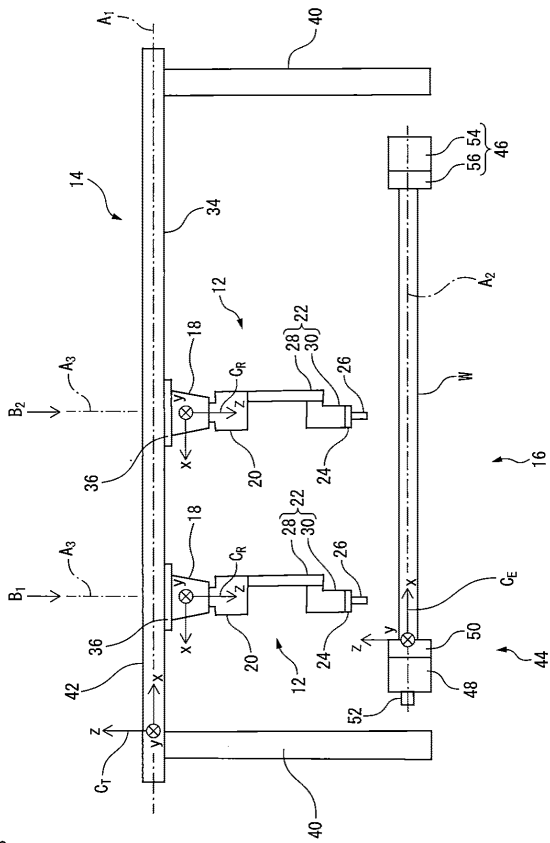
【 図 2 】

図2



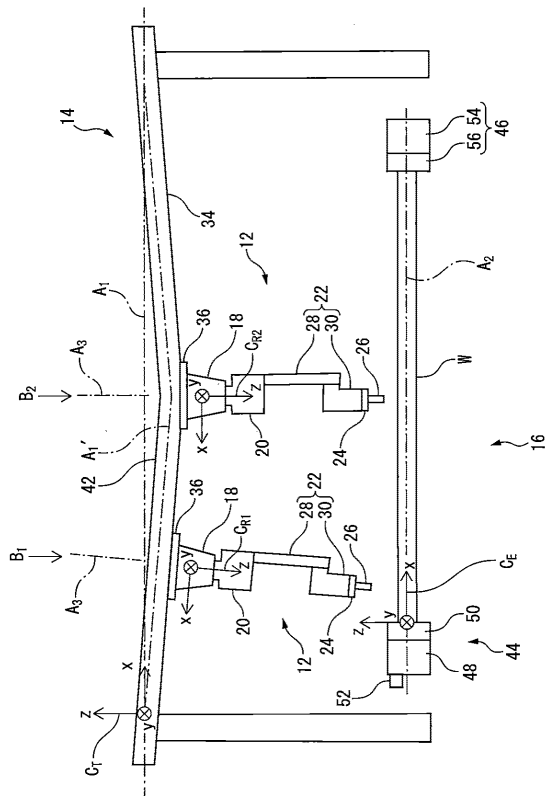
【 図 3 】

図3



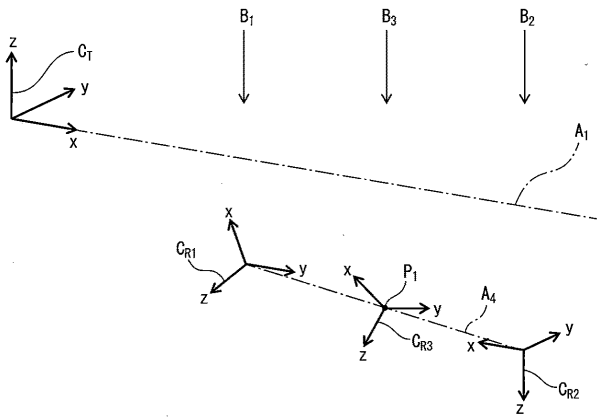
【 図 4 】

図4



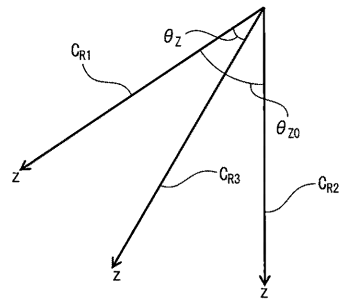
【 図 5 】

図5



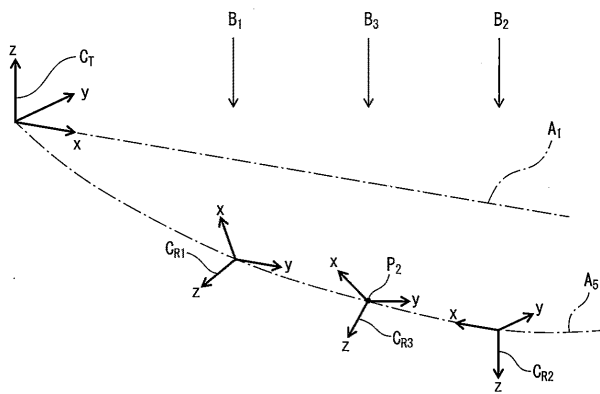
【 図 6 】

図6



【 図 7 】

図7



【 図 8 】

図8

60

