

(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2006-48244  
(P2006-48244A)

(43) 公開日 平成18年2月16日(2006.2.16)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>G05B 19/42 (2006.01)</b>	G05B 19/42 P	3C007
<b>B25J 9/22 (2006.01)</b>	G05B 19/42 J	5H269
<b>G05B 19/4069 (2006.01)</b>	B25J 9/22 Z	
	G05B 19/4069	

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2004-225977 (P2004-225977)	(71) 出願人	390008235 ファナック株式会社 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場358 〇番地
(22) 出願日	平成16年8月2日(2004.8.2)	(74) 代理人	100082304 弁理士 竹本 松司
		(74) 代理人	100088351 弁理士 杉山 秀雄
		(74) 代理人	100093425 弁理士 湯田 浩一
		(74) 代理人	100102495 弁理士 魚住 高博
		(72) 発明者	長塚 嘉治 山梨県南都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 最終頁に続く

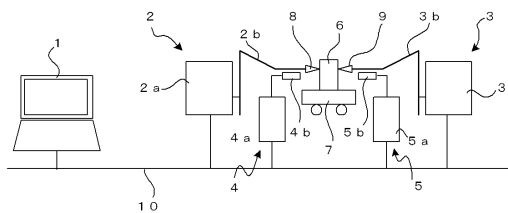
(54) 【発明の名称】 加工プログラム作成装置

(57) 【要約】

【課題】 加工を中断することなく、簡単にロボットによる加工プログラムが作成でき、高価な治具も必要としない加工プログラム作成装置を提供する。

【解決手段】 オフラインプログラミング装置1、ロボット制御装置2a、3a、視覚センサ4、5とを通信線10で接続する。装置1にCADで作成された加工するワーク6の形状を格納し表示する。ワーク形状の頂点、稜線を指定し、指定頂点を教示点としその間を直線の加工経路とし、稜線を指定してその両端を教示点、指定稜線を加工経路とし、加工プログラムを生成する。視覚センサ4、5で撮像した実際のワークの位置姿勢とにより加工プログラムを補正する。シミュレーションし、干渉が発生しないよう、また、ロボットの各軸のストロークリミット内になるよう台車7でワーク6を移動させる。または加工ツール8、9の姿勢を変える。簡単に加工プログラムが作成できる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ロボットによりワークに対して加工を行う加工プログラムを作成する加工プログラム作成装置であって、

ワークの形状モデルを表示画面に表示する表示手段と、

該表示された画面上で、ワークモデルの頂点又はノ及び稜線を指定する手段と、

加工ツールの姿勢を指定する手段と、

前記指定された頂点又はノ及び稜線に基づいて経路を生成し、該経路に対して指定された加工ツール姿勢になるように仮の加工プログラムを生成する手段と、

前記加工ツールで加工するワークの領域を撮像し、ワーク位置姿勢を検出する視覚センサと、

前記視覚センサで検出されたワークの位置姿勢に基づいて、前記生成された仮の加工プログラムを補正して実ワーク加工用の加工プログラムを作成する手段と、

を備えたことを特徴とする加工プログラム作成装置。

## 【請求項 2】

ロボットによりワークに対して加工を行う加工プログラムを作成する加工プログラム作成装置であって、

ワークの形状モデルを表示画面に表示する表示手段と、

該表示された画面上で加工する面を指定すると共に、加工開始点、加工方向、ピッチ量とピッチ方向を入力する手段と、

加工ツールの姿勢を設定する手段と、

該指定された面上の加工開始点より、設定された方向に設定ピッチだけシフトさせながら指定した面上を移動する経路を生成し、各経路に対して設定された加工ツール姿勢になるように仮の加工プログラムを生成する手段と、

前記加工ツールで加工するワークの領域を撮像し、ワーク位置姿勢を検出する視覚センサと、

前記視覚センサで検出されたワークの位置姿勢に基づいて、前記生成された仮の加工プログラムを補正して実ワーク加工用の加工プログラムを作成する手段と、

を備えたことを特徴とする加工プログラム作成装置。

## 【請求項 3】

前記仮の加工プログラムを生成する手段は、前記指定された頂点を教示点とし、指定された稜線の両端点を教示点とし、前記指定された頂点の教示点と他の教示点間は直線の経路とし、指定された稜線の両端点の教示点間は稜線を経路とし、頂点又はノ及び稜線を指定した順にしたがって経路を求め、該経路に対して指定された加工ツール姿勢になるように仮の加工プログラムを生成する請求項 1 に記載の加工プログラム作成装置。

## 【請求項 4】

前記実ワーク加工用の加工プログラムを作成する手段は、前記生成された仮の加工プログラムの教示点の座標位置・姿勢、または該仮の加工プログラムの教示点を定義する座標系の原点及び姿勢を補正して実ワーク加工用の加工プログラムを作成する請求項 1 乃至 3 に記載の加工プログラム作成装置。

## 【請求項 5】

前記視覚センサのカメラは、加工ツールが取り付けられたロボットに取り付けられている請求項 1 乃至 4 の内いずれか 1 項に記載の加工プログラム作成装置。

## 【請求項 6】

加工ツールは複数のロボットに取り付けられ、1 つのワークに対して各ロボットが加工する請求項 1 乃至 5 の内いずれか 1 項に記載の加工プログラム作成装置。

## 【請求項 7】

作成された前記実ワーク加工用の加工プログラムのシミュレーションを実行し、全加工経路において正常に加工を行うことができるかチェックする手段と、異常が検出されたとき、アラームを発生させる手段を備えた請求項 1 乃至 6 の内いずれか 1 項に記載の加工プ

10

20

30

40

50

プログラム作成装置。

【請求項 8】

作成された前記実ワーク加工用の加工プログラムのシミュレーションを実行し、全加工経路においてロボットの各軸の許容移動範囲内かチェックする手段と、許容移動範囲を超えたことが検出されたとき、ワークを加工可能位置まで移動させる手段を備えた請求項 1 乃至 6 の内いずれか 1 項に記載の加工プログラム作成装置。

【請求項 9】

加工ツールを備え、ワークに対して加工を行う第 1 のロボットと、ワークを把持する第 2 のロボットを備え、前記ワークを加工可能位置まで移動させる手段を前記第 2 のロボットで構成した請求項 8 に記載の加工プログラム作成装置。

10

【請求項 10】

前記ワークは、移動可能な台車上に載置され、該台車が前記加工可能位置まで移動させる手段を構成する請求項 8 に記載の加工プログラム作成装置。

【請求項 11】

作成された前記実ワーク加工用の加工プログラムのシミュレーションを実行し、全加工経路において、ロボットと他のものとの干渉が発生しないかチェックする手段と、干渉発生が検出されたとき、加工プログラムの教示点の位置姿勢を干渉回避位置姿勢に調整する手段を備えた請求項 1 乃至 10 の内いずれか 1 項に記載の加工プログラム作成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、被加工物のワークやロボットのモデルを用いてオフラインプログラミング装置で加工プログラムを作成し、該加工プログラムを修正してロボットが実施する最終的な加工プログラムを作成する加工プログラム作成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ロボットを用いて機械部品等のワークのバリ取り作業やアーク溶接などの加工を行うシステムでは、オフラインプログラミング装置により、ワークの形状モデルやロボットモデルを用いて加工プログラムを作成する方法が採用されている。しかし、実際のワークに対して加工を行う場合には、ワークの位置、姿勢等が実際のもものとオフラインプログラミング装置でのものとが相違することにより、ワークの位置、姿勢を視覚センサ等で撮像し、この位置、姿勢のずれを求めて、オフラインプログラミング装置で作成された加工プログラムを補正し、実際の加工に使用する加工プログラムを作成している。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

オフラインプログラミング装置でロボットによる加工プログラムを作成する場合も、また、直接ロボットを用いて加工プログラムを教示する場合でも、1点、1点の教示点を教示しなければならず、複雑な形状のワークをロボットにより加工するときは、この加工プログラム作成のための教示工数が多大で、加工プログラムの作成が困難であった。特に、複数のロボットを用いてワークを加工する場合、この教示作業が非常に難しかった。

40

【0004】

また、視覚センサでワークの位置姿勢を検出し、オフラインプログラミング装置で作成した加工プログラムを検出したワークの位置姿勢に合うようにそのずれを補正して実際の加工プログラムを作成するとき、加工途中でロボットの各軸ストロークリミット（移動可能範囲）を超えて移動させるような指令が含まれる可能性があり、加工が中断される危険性がある。従来、ワークがロボットにより加工する際に許容される配置位置内に入っているか確認する方法がなく、加工中断の可能性を含む加工プログラムとなっていた。

【0005】

従来、加工するワークの移動を行うためのターンテーブルなどの高価な治具を必要とし

50

、ワークによっては、治具を作り変えねばならない場合があり、加工経費の上昇の原因となっていた。

【0006】

そこで、本願発明は、上述した従来技術の問題点、課題を改善し、簡単にロボットによる加工プログラムが作成でき、かつ、加工を中断せずに加工プログラムが実行でき、さらには、高価な治具も必要としない加工プログラム作成装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本願請求項1に係わる発明は、ロボットによりワークに対して加工を行う加工プログラムを作成する加工プログラム作成装置であって、ワークの形状モデルを表示画面に表示する表示手段と、該表示された画面上で、ワークモデルの頂点又はノ及び稜線を指定する手段と、加工ツールの姿勢を指定する手段と、前記指定された頂点又はノ及び稜線に基づいて経路を生成し、該経路に対して指定された加工ツール姿勢になるように仮の加工プログラムを生成する手段と、前記加工ツールで加工するワークの領域を撮像し、ワーク位置姿勢を検出する視覚センサと、前記視覚センサで検出されたワークの位置姿勢に基づいて、前記生成された仮の加工プログラムを補正して実ワーク加工用の加工プログラムを作成する手段とを備えたことを特徴とするものである。

10

【0008】

また、請求項2に係わる発明は、ロボットによりワークに対して加工を行う加工プログラムを作成する加工プログラム作成装置であって、ワークの形状モデルを表示画面に表示する表示手段と、該表示された画面上で加工する面を指定すると共に、加工開始点、加工方向、ピッチ量とピッチ方向を入力する手段と、加工ツールの姿勢を設定する手段と、該指定された面上の加工開始点より、設定された方向に設定ピッチだけシフトさせながら指定した面上を移動する経路を生成し、各経路に対して設定された加工ツール姿勢になるように仮の加工プログラムを生成する手段と、前記加工ツールで加工するワークの領域を撮像し、ワーク位置姿勢を検出する視覚センサと、前記視覚センサで検出されたワークの位置姿勢に基づいて、前記生成された仮の加工プログラムを補正して実ワーク加工用の加工プログラムを作成する手段とを備えたことを特徴とするものである。

20

【0009】

また、請求項3に係わる発明は、前記請求項1に係わる発明における前記仮の加工プログラムを生成する手段を、前記指定された頂点を教示点とし、指定された稜線の両端点を教示点とし、前記指定された頂点の教示点と他の教示点間は直線の経路とし、指定された稜線の両端点の教示点間は稜線を経路とし、頂点又はノ及び稜線を指定した順にしたがって経路を求め、該経路に対して指定された加工ツール姿勢になるように仮の加工プログラムを生成するものとした。

30

又、請求項4に係わる発明は、前述した各発明において、前記実ワーク加工用の加工プログラムを作成する手段を、前記生成された仮の加工プログラムの教示点の座標位置・姿勢、または該仮の加工プログラムの教示点を定義する座標系の原点及び姿勢を補正して実ワーク加工用の加工プログラムを作成するものとした。

40

更に、請求項5に係わる発明は、前述した各発明において、前記視覚センサのカメラは、加工ツールが取り付けられたロボットに取り付けられているものとした。さらに、請求項6に係わる発明においては、加工ツールを複数のロボットに取り付けられ、1つのワークに対して各ロボットが加工するものとした。

請求項7に係わる発明は、前述の各発明において、作成された前記実ワーク加工用の加工プログラムのシミュレーションを実行し、全加工経路において正常に加工を行うことができるかチェックする手段と、異常が検出されたとき、アラームを発生させる手段を備えるものとした。

【0010】

また、請求項8に係わる発明は、請求項1～6に係わる発明において、作成された前記

50

実ワーク加工用の加工プログラムのシミュレーションを実行し、全加工経路においてロボットの各軸の許容移動範囲内かチェックする手段と、許容移動範囲を超えたことが検出されたとき、ワークを加工可能位置まで移動させる手段を備えるものとした。さらに、請求項 9 に係わる発明は、加工ツールを備え、ワークに対して加工を行う第 1 のロボットと、ワークを把持する第 2 のロボットを備え、前記ワークを加工可能位置まで移動させる手段を前記第 2 のロボットで構成した。また請求項 10 に係わる発明は、前記ワークを、移動可能な台車上に載置し、該台車が前記加工可能位置まで移動させる手段とした。

#### 【0011】

また、請求項 11 に係わる発明は、前述の各発明において、作成された前記実ワーク加工用の加工プログラムのシミュレーションを実行し、全加工経路において、ロボットと他のものとの干渉が発生しないかチェックする手段と、干渉発生が検出されたとき、加工プログラムの教示点の位置姿勢を干渉回避位置姿勢に調整する手段を備えるものとした。

10

#### 【発明の効果】

#### 【0012】

CAD で作成されたワーク形状データ等に基づき、その形状の頂点、稜線を指定することにより、仮の加工プログラムが作成され、または、面と加工方向、加工ピッチ、その方向を設定することで、面を加工する仮の加工プログラムが生成されるから、簡単に仮の加工プログラムを生成することができる。また、視覚センサで撮像した実際のワークの位置姿勢に基づいて、この仮の加工プログラムから実際の加工プログラムを生成するから、容易に加工プログラムを生成することができる。さらに、ロボットや台車を用いてワークの位置、または位置姿勢を変えることができるようにしたので、特別な治具を必要とせず、ロボットの各軸のストロークリミット内で加工できるよう補正でき、またロボットが他の物と干渉することを防止することができる。

20

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0013】

以下、本発明の実施形態を図面と共に説明する。

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態の加工プログラム作成装置（プログラム作成、加工のシステム）の概要図である。この第 1 の実施形態では、2 つのロボット 2, 3 によって台車 7 に載置されたワーク 6 に対してバリ取り等の加工を行う例を示している。

#### 【0014】

2 台のロボット 2, 3 と 2 台の視覚センサ 4, 5 及びオフラインプログラミング装置としてのパーソナルコンピュータ（PC）1 が通信線 10 で LAN 接続されている。ロボット 2, 3 の各ロボット制御装置 2a, 3a は通信線 10 に接続され、ロボット機構部 2b, 3b を駆動制御している。ロボット機構部 2b, 3b のアーム先端には、それぞれ加工ツール 8, 9 とカメラと画像処理装置からなる視覚センサ 4, 5 のカメラ 4b, 5b が取り付けられ、ワーク 6 の加工領域を撮像可能にしている。各カメラ 4b, 5b にはそれぞれ画像処理装置 4a, 5a が接続され、該画像処理装置 4a, 5a が通信線 10 と接続されている。加工ツール 8, 9 で加工しようとするワーク 6 は、台車 7 に取り付けられている。また、図示していないが通信線には、CAD 装置が接続され、該 CAD 装置で作成されたワーク形状モデルデータ、さらには各ロボットの形状モデルデータ、周辺装置のモデルデータがオフラインプログラミング装置 1 に格納されるようになっている。なお、これら、ワーク形状モデルデータ、ロボットの形状モデルデータ、周辺装置のモデルデータをオフラインプログラミング装置 1 で作成してもよい。また、記録媒体を介してオフラインプログラミング装置 1 に格納するようにしてもよい。

30

40

#### 【0015】

そして、本発明では、このオフラインプログラミング装置 1 にワーク形状モデルの画像形状における加工しようとする頂点、稜線、面を指定することによって、仮の加工プログラムを作成する手段を備え、かつ、視覚センサ 4, 5 のカメラ 4b, 5b で実際のワーク 6 を撮像して、ワークの位置姿勢を検出し、オフラインプログラミング装置 1 におけるワーク形状モデルとの位置姿勢のずれを求め、そのずれ量を補正量として、仮の加工プロ

50

ラムを補正し、実際の加工プログラムを作成する手段を設けているものである。この点は後述する。

【0016】

図2は、本発明の第2の実施形態の概要図である。図1に示した第1の実施形態と同一の要素は同一の符号を付している。この第2の実施形態は、一方のロボット2に加工ツール8が取り付けられ、他方のロボット3はハンド11でワーク6を把持して、ワーク6に対して加工するようにしたものである。

【0017】

通信線10には、オフラインプログラミング装置としてのパーソナルコンピュータ(PC)1、ロボット2,3のロボット制御装置2a,3a、視覚センサ4の画像処理装置4aが接続されている。また、ロボット2のロボット機構部2bのアーム先端には、加工ツール8が取り付けられ、さらに、視覚センサ4のカメラ4bが取り付けられている。ロボット3のロボット機構部3bのアーム先端には、ハンド11が取り付けられ、該ハンド11でワーク6が把持されている。この第2の実施形態での加工プログラムの作成は第1の実施形態と同様であるが、第1の実施形態ではワーク6を台車7で移動させるものであった点が、この第2の実施形態では、ロボット3によって移動させるようにしているもので、これにより、加工ツール8によってワークに加工しようとするロボット2が、ストロークリミットを超えるような場合や干渉が発生するような場合に、ロボット3(第1の実施形態では台車7)によりワーク6自体を移動させて、加工可能にするようにしたものである。

10

20

【0018】

次に、この第1、第2の実施形態における仮の加工プログラムの生成方法、生成手段について説明する。

本発明においては、オフラインプログラミング装置1が、ワークの形状モデルの頂点、稜線、面を加工順に指定することによって、仮の加工プログラムを生成するものである。

【0019】

図3は、頂点を指定することによって、仮の加工プログラムを生成するときの説明図である。CAD装置で作成されたワーク形状モデルデータまたは、このオフラインプログラミング装置1で作成したワーク形状モデルデータの座標値を用いて、オフラインプログラミング装置1の表示装置の表示画面上にワーク形状画像6'を描画する。そして、マウス等のポインティングデバイスによって、加工順次にしたがって、ワーク形状画像6'の頂点を指定する。頂点が指定されると、その点を教示点とし、指定順に各頂点(教示点)を直線で結ぶ経路を加工経路として生成する。図3に示した例では、頂点P1, P2, P3, P4、P1と指定され、この指定頂点が教示点となり教示点間を順に結ぶ直線が加工経路として加工プログラムが作成される。

30

【0020】

図4は、ワーク形状画像6'に対して稜線を指定することによって、仮の加工プログラムを作成する方法の説明図である。この図4に示す例では、ワーク形状画像6'に対してポインティングデバイスでまず、稜線の円弧41を指定することによって、その円弧の両端点P1, P2が教示点とされ、この教示点P1, P2間を結ぶ稜線の円弧41が加工経路としてプログラムされる。次に直線の稜線42を指定すると、該直線の両端点が教示点とされ、すでに一端は教示点P2として教示されているから、該教示点P2に続く教示点として稜線42の他方の端点P3が教示点として教示され、教示点P2とP3間は指定稜線42を加工経路として教示され加工プログラムが作成される。

40

【0021】

以下、順に稜線(直線)43、稜線(直線)44を指定すれば、教示点P4及びP1が教示されることになり、教示点P1から円弧の加工経路で教示点P2まで、次に該教示点P2から教示点P3まで直線経路、教示点P3から教示点P4まで直線経路、教示点P4から教示点P1まで直線経路が加工経路として仮の加工プログラムが生成される。

【0022】

50

なお、頂点と稜線を混ざりあって指定した場合、その指定順序に基づいて、各教示点間を結ぶ加工経路が生成されるものである。頂点を指定し続いて頂点を指定すれば、その間は直線で結ぶ加工経路が生成され、稜線と頂点を指定すれば、稜線の両端間は稜線の加工経路が生成され、稜線の一端の教示点と指定頂点間は直線の加工経路が指定される。なお、頂点と稜線を指定した場合、頂点の教示点と稜線の両端の教示点のどちらと直線で結ぶか不明となる場合が生じる。このような場合は、指定頂点と接続する稜線の端点をさらに頂点として指定する。

#### 【0023】

図5は、面指定による仮の加工プログラムの作成方法の説明図である。

面を指定する場合は、加工開始点を指定し加工方向と加工ピッチ、ピッチ方向を入力する。これにより、オフラインプログラミング装置1のプロセッサは、加工開始点を教示点とし、この点より入力設定された加工方向に移動する経路を生成する。この場合、該経路の延長線とワークの稜線が交差する点より入力ピッチ量だけ手前の点をその経路の終点として教示され、入力ピッチ方向に入力加工ピッチ量分移動する経路を形成すると共にその終点を教示点とする。さらに、該教示点より、入力設定された加工方向とは逆向きに移動する経路を生成し、前述したように、該経路の延長線とワークの稜線が交差する点より入力ピッチ分手前の点をその経路の終点として教示し、以後この動作を続け、加工ピッチ分移動する経路を生成中に、この経路とワークの稜線が交差する場合、この加工ピッチの移動経路は作成せず、面加工の加工プログラム生成は終了する。

10

#### 【0024】

図5に示す例では、加工開始点としてP1がポインティングデバイスで指令され、入力設定された加工方向、加工ピッチとその方向により、順次教示点P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10と教示されかつその教示点間を直線で結ぶ加工経路が生成されている例を示している。

20

#### 【0025】

図6は、加工ツール姿勢の設定の説明図である。加工ツールの姿勢は、加工開始点(最初の教示点)で設定され、生成される加工経路に対してこの設定された加工ツール姿勢で加工を行う仮の加工プログラムが生成される。

#### 【0026】

加工ツールの姿勢入力を指令すると画面上に加工ツールが表示され、加工ツールの姿勢を目視しながら設定できるようにする。そして、まず、この教示点における加工経路が形成する面の法線Aを求め、その法線Aの周りの角度、加工経路と接する接線Bを求め該接線方向周りの角度及び接線Bと法線Aで形作られる面からの法線Cを求め該法線C周りの角度を設定することにより、加工ツールの姿勢を決定し入力する。

30

#### 【0027】

図7, 図8は、上述した第1, 第2の実施形態における主にオフラインプログラミング装置1のプロセッサが実施する加工プログラム作成処理のフローチャートである。

まず、CAD装置等で作成されたワーク形状データを読み込む。さらに、ロボットモデルデータや周辺機器のモデルデータも読み込む(ステップS1)。読み込んだデータに基づいて、オフラインプログラミング装置1の表示装置の表示画面に、少なくともワーク形状モデルの画像6'を表示し、表示されたワーク形状モデルの画像6'に対して、前述したように、頂点、稜線または面を指定することによって、加工部分を指定する(ステップS2)。なお、面を指定するときは、前述したように、加工開始点と加工方向加工ピッチとその方向を入力する。さらに、姿勢入力状態にして加工開始点の教示点位置に加工ツール画像を表示させ、前述したように、加工ツールの姿勢を決める各角度、をを入力し、加工ツール姿勢を設定する(ステップS3)。

40

#### 【0028】

指定された頂点、稜線または面と設定入力されたデータに基づいて、上述したように、入力順に各教示点、教示点間の加工経路を生成し、該加工経路に対して設定加工ツール姿勢を保持する仮の加工プログラムを生成する(ステップS4)。

50

次に、オフラインプログラミング装置 1 のプロセッサは、ロボット制御装置 2 a , 3 a に加工対象のワーク 6 を撮像する指令を出力し、ワーク 6 の位置姿勢を検出し、補正データを算出する (ステップ S 5 )。なお、第 1 の実施形態においては、ロボット 2 による加工プログラムを作成しているものとして以下説明する。

#### 【 0 0 2 9 】

ワークを撮像する指令を受けたロボット制御装置 2 a は、ロボット機構部 2 b を所定撮像位置に移動させて、視覚センサ 4 の画像処理装置 4 a に撮像指令を出力する。画像処理装置 4 a は、カメラでワークを撮像し、該ワークの位置姿勢を検出し、オフラインプログラミング装置 1 に送る。オフラインプログラミング装置 1 のプロセッサは、従来から実施されている方法により、この検出されたワークの位置姿勢と、ステップ S 1 で入力設定したワーク形状モデルの位置姿勢のずれを算出し、各教示点の座標値の補正データを求める。若しくは、ステップ S 1 で入力設定したワーク形状モデルの位置姿勢を表す座標系の原点位置及び姿勢の補正値を求める (ステップ S 5 )。

10

#### 【 0 0 3 0 】

こうして求められた補正値に基づいて、ステップ S 4 で求めた仮の加工プログラムを補正し、実際にワーク 6 に対して加工する加工プログラムを作成する (ステップ S 6 )。この補正された加工経路の加工プログラムの最初と終わりに、予めパラメータ設定されている速度、距離、方向に基づいて、加工開始教示点への接近点、加工終了教示点からの離反点が追加され、かつ、接近点からの加工開始点への移動指令、加工終了点から離反点までの移動指令が追加される。また、加工開始点では、加工ツールによる加工開始指令が付加され、加工終了点では、加工終了指令が追加される。

20

#### 【 0 0 3 1 】

図 9 は、加工経路と作成される加工プログラムの説明図である。図 9 ( a ) は、頂点、稜線を指定し、かつ、ワークを撮像して教示点が修正された加工経路を示すもので、点 P 2 が加工開始点であり、加工開始点 P 2 から教示点 P 3 , P 4 までの円弧経路、教示点 P 4 から P 5 までの直線経路、教示点 P 5 から教示点 P 6 , P 7 までの円弧経路、教示点 P 7 から P 8 までの直線経路、教示点 P 8 から教示点 P 9 , P 1 0 までの円弧経路、教示点 P 1 0 から P 1 1 までの直線経路、教示点 P 1 1 から教示点 P 1 2 , P 1 3 までの円弧経路が生成された加工経路である。この加工経路の加工プログラムは、図 9 ( b ) に示すように、最初に接近点位置 P 1 と加工開始点 P 2 への速度指令が追加されている。また、最後に、離反点位置 P 1 4 が追加され、該離反点までの速度指令が追加されている。そして、加工点では加工開始指令を示す入出力信号  $DO[1] = 1$  が付加され、加工終了点では加工終了を示す出力信号  $DO[1] = 0$  が付加されている。

30

#### 【 0 0 3 2 】

以上のようにして実際にワークを加工する加工プログラムが作成されるが、この第 1 , 第 2 の実施形態では、さらに、作成された加工プログラムをシミュレーションして、干渉や加工動作を実行するロボット 2 の各軸のストロークリミットを超えた動作が含まれるような異常発生がないか検証し、修正するようにしている。そのため、ステップ S 6 で作成された加工プログラムのシミュレーションを実行するが、まず、ステップ S 5 で求められた補正データに基づいて、表示画面に表示されているワークの形状モデル、ロボットモデル、周辺機器のモデルの座標値を補正し、加工プログラムのシミュレーションを開始し (ステップ S 7 )、異常発生がないか判断し (ステップ S 8 )、異常発生がなく加工プログラムが終了すると (ステップ S 9 )、この加工プログラムをロボット 2 の制御装置 2 a にダウンロードし (ステップ S 1 0 )、加工プログラムの作成処理は終了する。

40

#### 【 0 0 3 3 】

一方、ステップ S 8 で異常が検出されると、プログラム変更が有効に設定されているか無効に設定されているか判断し (ステップ S 1 1 )、有効に設定されていれば、プログラム変更を実行するか否かの「YES」, 「NO」の選択を待つ (ステップ S 1 2 )。一方、プログラム変更が有効に設定されていない場合は、また、プログラム変更が有効に設定されていても、プログラム変更を選択しない場合は、ワーク移動が有効に設定されているか

50



判断し（ステップ S 1 3）、有効に設定されていれば、ワーク移動を実行するか否かの「YES」,「NO」の選択を待つ（ステップ S 1 4）。プログラム変更もワーク移動も有効に設定されていないとき、さらには、有効に設定されている場合でも、プログラム変更やワーク移動を実行しないことを選択したときは、アラームを出力し（ステップ S 1 6）、当該加工プログラムを実行すると異常発生することを知らせる。

**【0034】**

ワーク移動が有効と設定されており、ステップ S 1 4 でそのワーク移動を実行する指令が入力されたとき、プロセッサはステップ S 1 5 の処理を実行し、異常が発生した加工経路の目標位置（加工ツールの先端位置であって、直交座標系上の位置）から異常発生位置（直交座標系上の位置）までの移動量の移動指令を出力しワーク 6 を移動させる。この場合、図 1 に示す第 1 の実施形態では、台車 7 を移動させ、第 2 の実施形態では、ロボット 3 により移動させることになる。これにより、ロボットのいずれかの軸がストロークリミットに達して異常が生じたときなどは、この異常が発生するロボット位置で、ワークに対する加工の目標位置に達するようにワークが移動させられるから、この点の異常は解消する。また、干渉が発生して異常のときも、この干渉が避けられる可能性は大きい。

10

**【0035】**

そして、再びステップ S 5 に戻り、ステップ S 5 以下の処理を行う。即ち、視覚センサ 4, 5 でワーク 6 を撮像して補正データを求め仮の加工プログラムを補正して加工プログラムを作成し、加工プログラムのシミュレーションを行う。

**【0036】**

一方、ステップ S 1 2 で加工プログラムの変更を実行することが選択されたときには、まず、加工ツールの回転量 R を記憶するレジスタに「0」を格納し（ステップ S 1 7）、加工ツールを加工ツール軸周り（ツール座標系の Z 軸周り）に予め設定されている回転量 R 回転させ、ロボットの各軸位置と共に、ロボットの形状データを変更し（ステップ S 1 8）、異常は解消されたか判断する。即ち、ロボットの各軸位置がストロークリミット内か、または、ロボットが他の物（周辺機器やワーク）と干渉していないか判断する（ステップ S 1 9）。

20

異常が解消されていないときには、回転量 R を記憶するレジスタに R を加算し（ステップ S 2 0）、この回転量 R が 3 6 0 度以上になったか判断し（ステップ S 2 1）、なっていないければ、ステップ S 8 に戻り、加工ツールを加工ツール軸周りに設定回転量 R だけ回転させて前述したように異常が解消されたか判断する。以下この処理を繰り返し実行し、ステップ S 2 1 で 3 6 0 度以上の回転に達したとき、この加工ツールの姿勢変更による加工プログラムの変更では異常が解消しないとして、アラームを出力し（ステップ S 2 2）、この処理を終了する。

30

**【0037】**

また、ステップ S 1 9 で、異常が解消したことが検出されると、ステップ S 7 に戻りシミュレーションを実行することになる。

**【0038】**

以上のようにして、加工プログラムを生成し、その加工プログラムをシミュレーションして、異常を検出することなく、加工プログラムの最後までシミュレーションが実行されると（ステップ S 9）、この加工プログラムをロボット制御装置 2 a, 3 a にダウンロードし（ステップ S 1 0）、この処理は終了する。

40

**【0039】**

なお、上述した実施形態では、ワーク 6 を台車 7 に取り付けて、または、ロボットによってワークを把持して、移動可能として、ワーク位置を補正するようにした。しかし、台車 7 がなく、またロボットも 1 台しかないような場合には、ワークを移動させるとき、ロボット機構部のアーム先端に取り付けた加工ツールに代えてハンドを取り付けて、該ロボットでワークを移動させ、その後再び加工ツールをロボットに取り付けるようにして作業を進めてもよいものである。

**【図面の簡単な説明】**

50

【 0 0 4 0 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態の加工プログラム作成装置及び加工システムの概要図である。

【 図 2 】 本発明の第 2 の実施形態の加工プログラム作成装置及び加工システムの概要図である。

【 図 3 】 各実施形態において頂点を指定することによって仮の加工プログラムを生成するときの説明図である。

【 図 4 】 各実施形態において稜線を指定することによって仮の加工プログラムを生成するときの説明図である。

【 図 5 】 各実施形態において面を指定することによって仮の加工プログラムを生成するときの説明図である。 10

【 図 6 】 各実施形態において、加工ツール姿勢の設定の説明図である。

【 図 7 】 各実施形態における加工プログラム作成処理のフローチャートである。

【 図 8 】 同フローチャートの続きである。

【 図 9 】 生成した加工経路と生成加工プログラムの説明図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 1 】

1 オフラインプログラミング装置

2、3 ロボット

2 a、3 a ロボット制御装置

2 b、3 b ロボット機構部

4、5 視覚センサ

4 a、5 a 画像処理装置

4 b、5 b カメラ

6 ワーク

7 台車

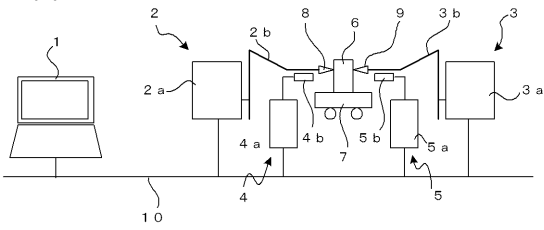
8、9 加工ツール

10 通信線

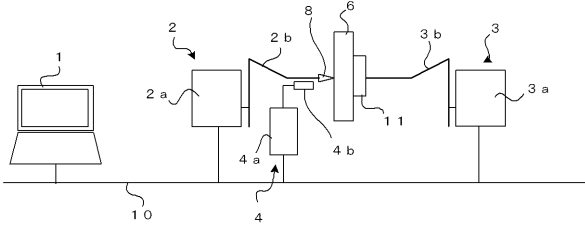
11 ハンド

20

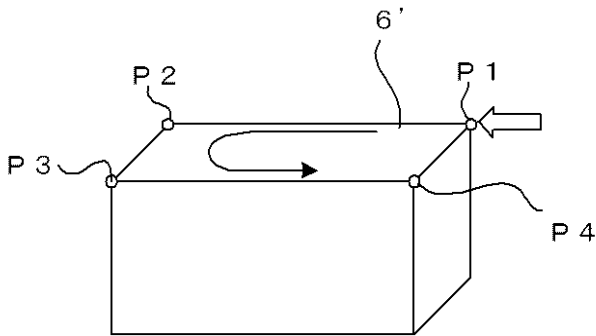
【図1】



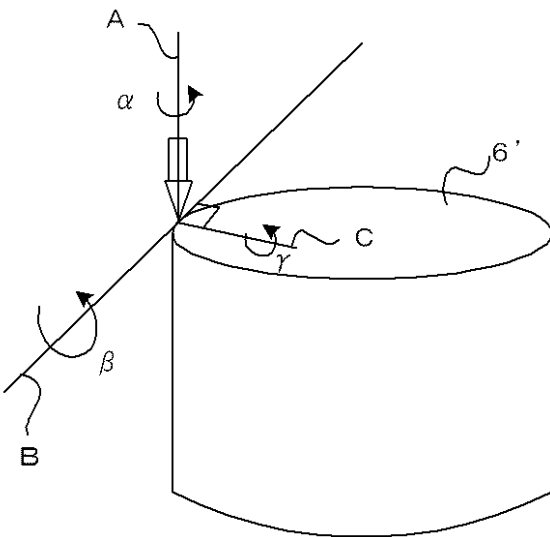
【図2】



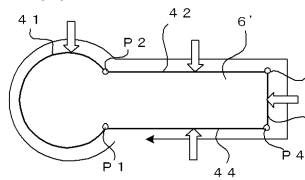
【図3】



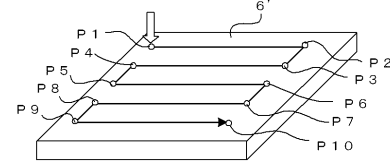
【図6】



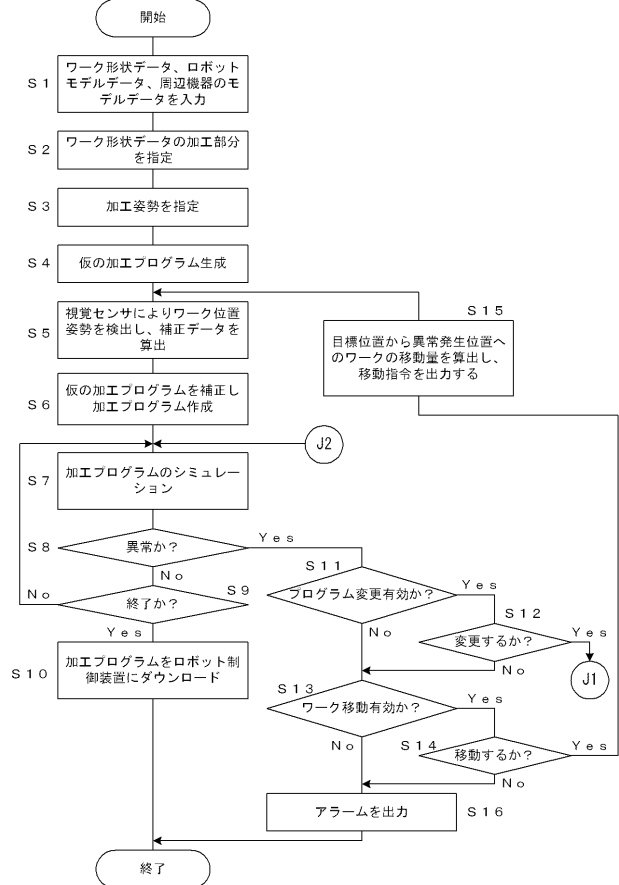
【図4】



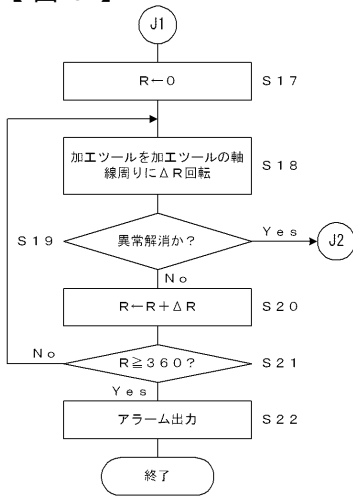
【図5】



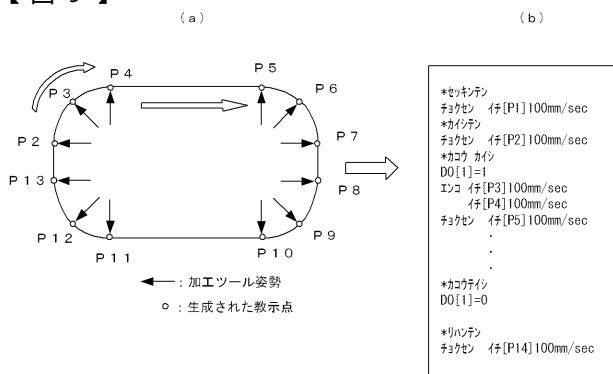
【図7】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 井上 幸三

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0番地 ファナック株式会社内

(72)発明者 深田 哲郎

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場3 5 8 0番地 ファナック株式会社内

Fターム(参考) 3C007 AS12 KS03 KS04 KT02 KT18 LS09 LS14 LS15 LS20 LT12

LV02 LV05 MS08 MS10 NS01

5H269 AB33 BB09 BB14 EE05 FF05 JJ09 JJ20 NN02 PP02 PP06