

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4441409号
(P4441409)

(45) 発行日 平成22年3月31日(2010.3.31)

(24) 登録日 平成22年1月15日(2010.1.15)

(51) Int.Cl. F I
B 2 5 J 9/22 (2006.01) B 2 5 J 9/22 Z
G 0 5 B 19/4069 (2006.01) G 0 5 B 19/4069

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2004-569923 (P2004-569923)	(73) 特許権者	591213232
(86) (22) 出願日	平成15年3月25日(2003.3.25)		ローツェ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2003/003583		広島県福山市神辺町字道上1588番地の2
(87) 国際公開番号	W02004/085120	(74) 代理人	100110593
(87) 国際公開日	平成16年10月7日(2004.10.7)		弁理士 杉本 博司
審査請求日	平成18年2月16日(2006.2.16)	(74) 代理人	100130247
			弁理士 江村 美彦
		(74) 代理人	100143959
			弁理士 住吉 秀一
		(74) 代理人	100101764
			弁理士 川和 高穂
		(72) 発明者	細川 博文
			広島県深安郡神辺町字道上1588-2ロ
			ーツェ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロボットシミュレーション装置、および、シミュレーションプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

実ロボットで実際の被搬送物を搬送する際に起こり得る干渉を予めシミュレーションで検証するためのロボットシミュレーション装置において、

(A) 障害物(40-2)の配置された作業空間(40-1)でロボット(40-3)が作業する作業環境を設定する作業環境設定手段(2, 4, 6; S1~S10, S20~S28, S30~S38)、および

(B) 前記作業環境においてなされる前記ロボット(40-3)の作業をシミュレーションし、シミュレーション結果をディスプレイ(4, 40)に表示するシミュレーション実行表示手段(2, 6; S40~S48)を備え、

(C) 前記作業環境設定手段(2, 4, 6; S1~S10, S20~S28, S30~S38)により、前記ロボット(40-3)には、被搬送物(40-W)をスタート地点からゴール地点に搬送するタスクが与えられること、

(D) 前記作業環境設定手段(2, 4, 6; S1~S10, S20~S28, S30~S38)は、前記スタート地点とゴール地点間の経路点(V0~V9)を指定することにより、前記被搬送物の経路を作成する経路作成手段(S30~S38)を有すること、

(E) 前記シミュレーション実行表示手段(2, 6; S40~S48)は、前記経路作成手段(S30~S38)の作成した各経路について、前記タスクに係る前記ロボット(40-3)の作業をシミュレーションし、シミュレーション結果を2次元ディスプレイ(4; 40)に表示する経路毎シミュレーション手段(2, 6; S40~S48)を構成する

こと、

(F) 前記経路毎シミュレーション手段(2, 6; S40~S48)は、前記タスクを遂行するために前記ロボット(40-3)の可動部(40-30)を介して前記被搬送物(40-W)が動いた範囲の軌跡(以下、移動軌跡という)を求め、前記2次元ディスプレイ(4; 40)に2次元表示する移動軌跡2次元表示手段(S41, S44)を有すること、

(G) さらに前記経路毎シミュレーション手段(2, 6; S40~S48)は、前記移動軌跡と前記障害物(40-2)との干渉を判定し、干渉有りであれば、その干渉域を前記2次元ディスプレイ(4; 40)に2次元表示する干渉域2次元表示手段(S46, S47)を有すること、

(H) さらに前記経路毎シミュレーション手段(2, 6; S40~S48)は、干渉無し
のシミュレーション結果を保存する保存手段(S48)を有すること、
を特徴とするロボットシミュレーション装置。

【請求項2】

前記経路毎シミュレーション手段(2, 6; S40~S48)は、シミュレーションの実行中に、コマ送りでのシミュレーション(S41)と連続動作でのシミュレーション(S44)を切り換え可能(S40, S43, S45)であり、前記コマ送りでのシミュレーション(S41)においては、前記ロボットのステップ毎にシミュレーションが実行されることを特徴とする請求項1に記載のロボットシミュレーション装置。

【請求項3】

前記保存手段(S48)に保存した干渉無しのシミュレーション結果に基づいて実ロボットのための教示プログラムを作成する教示プログラム作成手段(図9)を備えることを特徴とする請求項1に記載のロボットシミュレーション装置。

【請求項4】

前記ロボット(40-3)はスカラロボット(40-3)である請求項1に記載のロボットシミュレーション装置。

【請求項5】

実ロボットで実際の被搬送物を搬送する際に起こり得る干渉を予めシミュレーションで検証するため、

コンピュータにより実行されるプログラムであって、

コンピュータに、下記(A)~(H)を実現させるためのロボットシミュレーションプログラム：

(A) 障害物(40-2)の配置された作業空間(40-1)でロボット(40-3)が作業する作業環境を設定する作業環境設定手段(2, 4, 6; S1~S10, S20~S28, S30~S38)、および

(B) 前記作業環境においてなされる前記ロボット(40-3)の作業をシミュレーションし、シミュレーション結果をディスプレイ(4, 40)に表示するシミュレーション実行表示手段(2, 6; S40~S48)を備え、

(C) 前記作業環境設定手段(2, 4, 6; S1~S10, S20~S28, S30~S38)により、前記ロボット(40-3)には、被搬送物(40-W)をスタート地点からゴール地点に搬送するタスクが与えられること、

(D) 前記作業環境設定手段(2, 4, 6; S1~S10, S20~S28, S30~S38)は、前記スタート地点とゴール地点間の経路点(V0~V9)を指定することにより、前記被搬送物の経路を作成する経路作成手段(S30~S38)を有すること、

(E) 前記シミュレーション実行表示手段(2, 6; S40~S48)は、前記経路作成手段(S30~S38)の作成した各経路について、前記タスクに係る前記ロボット(40-3)の作業をシミュレーションし、シミュレーション結果を2次元ディスプレイ(4; 40)に表示する経路毎シミュレーション手段(2, 6; S40~S48)を構成すること、

(F) 前記経路毎シミュレーション手段(2, 6; S40~S48)は、前記タスクを遂

10

20

30

40

50

行するために前記ロボット(40-3)の可動部(40-30)を介して前記被搬送物(40-W)が動いた範囲の軌跡(以下、移動軌跡という)を求め、前記2次元ディスプレイ(4;40)に2次元表示する移動軌跡2次元表示手段(S41,S44)を有すること、

(G)さらに前記経路毎シミュレーション手段(2,6;S40~S48)は、前記移動軌跡と前記障害物(40-2)との干渉を判定し、干渉有りであれば、その干渉域を前記2次元ディスプレイ(4;40)に2次元表示する干渉域2次元表示手段(S46,S47)を有すること、

(H)さらに前記経路毎シミュレーション手段(2,6;S40~S48)は、干渉無し
のシミュレーション結果を保存する保存手段(S48)を有すること。

10

【請求項6】

前記経路毎シミュレーション手段(2,6;S40~S48)は、シミュレーションの実行中に、コマ送りでのシミュレーション(S41)と連続動作でのシミュレーション(S44)を切り換え可能(S40,S43,S45)であり、前記コマ送りでのシミュレーション(S41)においては、前記ロボットのステップ毎にシミュレーションが実行されることを特徴とする請求項5に記載のロボットシミュレーションプログラム。

【請求項7】

前記保存手段(S48)に保存した干渉無しのシミュレーション結果に基づいて実ロボットのための教示プログラムを作成する教示プログラム作成手段(図9)を備えることを特徴とする請求項5に記載のロボットシミュレーションプログラム。

20

【請求項8】

前記ロボット(40-3)はスカラロボット(40-3)である請求項5に記載のロボットシミュレーションプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

本発明は、搬送機等のロボットで被搬送物を搬送する際、周辺環境との干渉の有無を予め検証するためのコンピュータシミュレーション装置およびそのためのプログラムに関する。

さらに詳しくは、被搬送物として、半導体、液晶表示機、プラズマディスプレイ、有機エレクトロルミネッセンス表示機、無機エレクトロルミネッセンス表示機、フィールドエミッティング表示機等やその基板など薄板状物を、ロボットとしてスカラ型ロボットで搬送する際のロボットおよび薄板状物の移動軌跡をシミュレーションし、実ロボットに搬送作業を教示するプログラムを出力する装置に関する。

30

【背景技術】

ロボットのシミュレーション装置として、特開平05-224734号公報はロボットの作業環境を表示する画面に、ロボットを所定の位置と姿勢で重ねて表示するシミュレーション装置が開示されている。この装置は予め与えられている環境におけるシミュレーションに適している。

特開平07-141016号公報では、プレイバックロボットの最適教示データを作成するシミュレーション装置を開示する。また、特開平11-259112号公報は、ロボット等の移動に伴う環境との干渉をチェックする装置を開示する。

40

しかし、従来のシミュレーション装置では、大型コンピュータを使用し、しかも干渉状態を画面上で目視できないため、適正な作業空間、ロボットの寸法等を簡単に選択・設計することが困難である。

そこで、本発明では、小形のパーソナルコンピュータで、作業空間の寸法等が与えられている場合には適合する寸法のロボットを選択でき、他方、ロボットの寸法、機能が与えられている場合には、適合する作業空間の寸法、その他の諸元を選択できる、シミュレーション装置を提供することを課題とする。

【発明の開示】

発明の第1に態様は、入力部と、表示部と、中央コンピュータと、演算プログラム部お

50

よび教示プログラムの出力部とを備え、障害物が配設された作業領域内で被搬送物を搬送するロボットが前記作業領域内で干渉なく作業をするかどうかをシミュレーションするための下記的手段を備えたことを特徴とする動作シミュレーション装置。

- (1) 座標軸を有する二次元表示部と、
- (2) 前記表示部に、前記障害物と前記作業領域を描画する手段と、移動するロボットを描画する手段と、該ロボットにより搬送される被搬送物を描画する手段と、
- (3) 前記被搬送物体の中心点の移動経路点を指定して経路点を補間する手段と、
- (4) 前記被搬送物が前記作業領域内で移動する移動軌跡を表示する手段と、
- (5) 前記移動軌跡が前記障害物とが干渉する領域を表示する手段。

上記シミュレーション装置は、小形のパーソナルコンピュータの表示画面上で、簡単な操作で、与えられた作業空間で、予め選択したロボットが干渉物に干渉せず、所定の作業を適正に実行できるかどうかを目視で確認することができる効果がある。

発明の第2の態様は、更に、前記表示画面上に、被搬送物とロボットの移動時間を計測する手段と、前記被搬送物と前記ロボットの可動部との移動軌跡を動画で表示する手段と、を備えたことを特徴とするロボットシミュレーション装置である。

この装置では、ロボットの移動軌跡を2次元画面で動画として確認することができるため、望ましい作業空間、又は望ましいロボットの諸元を選択できる効果がある。

発明の第3の態様は、更に、前記被搬送物体と前記ロボットの可動部の搬送速度を算出し、表示する手段を有することを特徴とするロボットシミュレーション装置である。

この装置では、被搬送物の搬送時間を計測し、その搬送速度及びロボットの移動速度を計測できるので、ロボットの脱調が発生するかどうかを容易に判断でき、ロボットの諸元を変更することが可能である。

発明の第4の態様は、前記二次元表示部が、作業領域の水平面または垂直面であることを特徴とするロボットシミュレーション装置である。

この装置で、まず作業領域の平面図(X-Y軸平面)におけるロボットの干渉領域を表示し、更に、垂直面(X-Z軸平面、Y-Z軸平面)における干渉領域を表示し、画面上で目視しながら設計図と対比することができる効果がある。

発明の第5の態様は、前記障害物と前記搬送領域は、多角形及び/又は円形で表示されることを特徴とするロボットシミュレーション装置である。

この装置では、障害物と搬送領域を簡単な多角形又は円形で表示することができるので、操作が簡単であるばかりでなく、容易に干渉領域を検出できる効果がある。上記多角形とは、3角形から64角形の範囲とすることができ、各辺が交差ししない限り如何なる平面図形であってもよい。その大きさは任意に選択できる。円形は中心位置と半径を指定することにより作図できる。また、これらの多角形と円形を組み合わせることで所定の領域を形成することができる。

発明の第6の態様は、更に、前記ロボットの出発位置と目的位置とを指定することによって前記被搬送物の移動軌跡を算出する手段を有することを特徴とするロボットシミュレーション装置である。

本装置は、設定した原点に対するロボットの位置を設定することにより、搬送物の移動軌跡を自動的に算出することができるので、ロボットの最適位置、作業領域を簡単に決定することができる効果がある。

発明の第7の態様は、更に、前記被搬送物の出発位置と移動先である複数の目的位置とを指定することによって前記被搬送物の移動順路および移動軌跡を算出する手段を有することを特徴とするロボットシミュレーション装置である。

この装置は、被搬送物の一連の移動軌跡を画面上で目視することができるので、ロボット、各種の基板処理装置等の適正な配置、作業領域の設定を容易にすることができる。

発明の第8の態様は、更に、前記ロボットの可動部分の限界を指定することにより、前記被搬送物の搬送不可能な領域を算出し表示する手段を有することを特徴とするロボットシミュレーション装置である。

この装置により、必要により作業領域を変更することができる効果がある。ロボットの

10

20

30

40

50

可動部分の限界とは、例えばアームの関節部、胴体の回転部に設けられたメカニカルストップ、平行リンク駆動アームの可動範囲の制約、ベルトとプーリによる駆動における可動範囲の制約等である。

発明の第 9 の態様は、前記シミュレーション装置が、シミュレーションの結果得られた少なくとも、作業領域、ロボットの寸法、搬送経路、搬送速度に関する教示データを出力し、表示する出力部を有することを特徴とするロボットシミュレーション装置である。

上記装置は、実作業を行なう以前においてロボットを運転させる教示データを画面として出力するので、このデータの適否を判断することができる。

発明の第 10 の態様は、更に、前記ロボットの可動部の動作を前記ロボットに教示することを特徴とするロボットシミュレーション装置である。

10

この装置は、干渉領域が無いことを目視により確認したロボットの可動部、特にロボットのアームの適正な運動を作成することができるので、その結果を実ロボットに予め教示することができる。

発明の第 11 の態様は、前記ロボットが、スカラ型ロボットであり、前記被搬送物が薄板状体であることを特徴とするロボットシミュレーション装置である。

ロボットアームが平面運動するスカラロボットは、一般的に利用されているロボットであるため、例えば、半導体基板（ウエハ）、フラットパネルディスプレイ用のガラス基板等の搬送に利用できる効果がある。

発明の第 12 の態様は、上記記載のロボットシミュレーション装置で生成したシミュレーションデータに基づき、実ロボットに作業を実行させることを特徴とするプログラムである。

20

上記プログラムは、上記ロボットシミュレーション装置で確認したシミュレーション作業を画面上に表示し、更に、実ロボットに作業を実行させるプログラムであり、実ロボットに確認した作業を行なわせることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のシミュレーションの全体構成を示す略図である。

【図 2】本発明のシミュレーション装置の表示部が表示する要素を示す図である。

【図 3】本発明の表示部で表示する表示画面の代表例を示す図である。

【図 4】本発明のシミュレーション装置が備える主要なソフトウェア要素のリストである。

30

【図 5】シミュレーション工程における作業領域の設定工程を示す図である。

【図 6】シミュレーション工程における障害物を設定する工程を示す図である。

【図 7】シミュレーション工程における被搬送物の移動経路の作成工程を示す図である。

【図 8】シミュレーション工程の具体例を示す図である。

【図 9】シミュレーションの結果により実ロボットを作動させるコマンドを示す図である。

【図 10】図 3 の一部を抜き出して示す図である。

発明の実施の形態

以下、図面を参照して、本発明を説明するが、本発明は以下の実施態様の限定されるものでなく、相似する環境においてロボットの運動を教示できるものである。以下においては、移載室内に配設したロボットが、移載室の周囲に配設したウエハカセットからウエハを取り出し、処理室に接続するロードロック室へ搬送し、処理後のウエハをウエハカセットに戻す作業をおこなう場合におけるロボットの作業をシミュレーションする装置を例にして説明する。

40

図 1 に、本発明のシミュレーション装置 100 の装置構成を示す。作業領域の設定、ロボットの諸元（寸法、形状等）、作業条件等の入力を行なう入力部 2 と、制御部 60、演算部 62、記録部 64 を含む中央コンピュータ 6 を備える。中央コンピュータ 6 として、例えばウィンドウズ（Windows）2000 を OS として備えるパーソナルコンピュータでも大型コンピュータも利用できる。

本発明のシミュレーション装置はロボットの可動部分のサイズ、形状データを入力して

50

演算するが、予めロボットの機種ごとにこれらのデータを入力しておく専用シミュレーション装置とすることもできる。

OS (Operating System) として、ウィンドウズ、マッキントッシュ、リナックスなどのOSを用いることができる。好ましくは、ウィンドウズ2000以上、マックOSバージョン8.5以上である。本発明のシミュレーション装置で使用するプログラム言語はアセンブリ言語、COBOL言語、コンパイラ言語、C言語、ビジュアルベーシック等公知の言語を利用できる。特に、C言語がウィンドウズ、マックOSとのなじみがよく、好ましい。

このコンピュータには、演算結果を表示する表示部4と、シミュレーションを行なう演算プログラムファイル部8が接続されている。演算プログラムファイル部8は、独立した別個のファイルとしても、また、記録部64に内蔵して使用してもよい。更に、中央コンピュータ6には、実ロボットに演算結果を教示するデータを出力する教示プログラム出力部10が接続されている。

10

出力された教示プログラムは、適当な記録媒体を介してワークステーション12において使用され、実ロボット14に所定の作業を行なわせることができる。教示プログラムは直接ワークステーション12に送ることもできる。

表示部4の要素は、図2にリストとして示し、図3に具体的表示画面として示す。主たる画面要素は、搬送物の移動経路、装置レイアウト、ロボットのアーム寸法等を入力するロボットの移動シミュレーションウィンドウ40、演算する内容(イベント)を表示するメッセージウィンドウ41、速度情報ウィンドウ46、ウエハ搬送軌跡プログラム名をリストアップするリストウィンドウ44、各種のコマンドを入力するツールバー45、メニューバー42、図示しないポップアップメニュー、実行停止ボタン48、各種編集プログラム指示ボタン47等が表示されている。

20

図3についてより具体的に説明する。シミュレーションウィンドウ40に、まず移載室としてX-Y軸座標で平面の作業領域40-1を設定する。次いで、ロボット40-3を配置する。このロボットは4軸のスカラロボットである。また、障害物としてウエハを収容する3個のウエハカセット40-2を配設し、また、ウエハを処理室へ移動するための2個の中間ボックス40-4を配設する。

図3で下側はロードロック室40-4を介してウエハ処理室に連結している。なお、4軸のロボットがアーム(フィンガともいう)40-30で支持したウエハ40-Wの中心位置と方向を修正するための位置決め装置40-5を備える。作業領域40-1、ロボットのアーム等には総てX-Y座標軸における位置(X、Y)が与えられている。ロボットのアーム(フィンガ)が移動する場合には、その位置(X、Y)が定義される。

30

上記、作業空間(ここでは水平面空間40-1)、ロボットフィンガ、ロボットの種類等はツールバー45に対応するコマンドを選択して設定する。次に、シミュレーションすべき経路44-2を選択する。例えば、S1M-E7Mを選択すれば、カセット1Mから7Mへウエハを移動する経路を選択することになる。

次いで、4軸関節及びウエハ中心位置の各の移動速度($\mu\text{m}/\text{秒}$)、回転向き、回転方法、待機方法等を、情報ウィンドウ46において設定する。移動の実行と停止のボタン48は各種のコマンドを実行するためのボタンである。シミュレーションの編集を行なうための各種コマンド群47はシミュレーションウィンドウ40の下側に配置されている。例えばグリッドはシミュレーションウィンドウに座標格子を表示するためのボタンである。

40

タイムチャートボタンはロボットのフィンガが移動する時間を計測する。実行停止ボタン48には、ロボットアームの連続移動48-1(左端)、コマ送り48-2(左から2番目)、干渉領域表示48-3(左から3番目)等のコマンドが表示されている。メッセージウィンドウ48はシミュレーションの実行、停止ボタン等を備えている。

シミュレーションが実行されると、予め設定したフィンガの経由点(図示しないV0~V9)における移動速度がリアルタイムで表示される。各経由点を結ぶ線は角度があるのでフィンガが滑らかに運動するように円弧で自動修正される。グラフウィンドウ43の速度表示からロボットの運動における脱調状態が判断できる。その他、フィンガの移動時間

50

、速度の最大値等も表示される。これらの移動距離、移動速度は与えられている X - Y 座標における位置 (X , Y) の変動として計算される。

更に、図 4 には図 3 で説明したシミュレーションプログラムの機能要素の重要なものを列挙してある。即ち、座標格子 (グリッド) 表示機能、ロボット表示機能、フィンガ表示機能、時間表示機能、経路作成機能、障害物領域 (エリア) 作成機能、画面の拡大、縮小、移動機能、座標軸の設定、移動回転、コピー機能、頂点間距離設定機能、数値入力機能、原点入力機能等が備えられている。

以下において、上記機能を使用し、ロボットの作業をシミュレーションするステップを説明する。図 5 には、ロボットの作業領域 (エリア) をシミュレーションウィンドウ 4 0 内に設定するステップを説明する。この工程はウエハを搬送する移載室を設計する工程として利用できるものである。

10

作成開始ステップ (S 1) は、メニューバー 4 2 の作成ボタンをクリックする。そして、新規作成ステップ (S 2) に進み、リストウィンドウ 4 4 で作業領域を選択し (S 3)、シミュレーションウィンドウ画面 4 0 で 4 角形の始点と終点をマウスでクリックし (S 4、S 5)、作業領域を記入する。円の場合には中心点と半径をマウスで描画する。この際、予め設定した縮尺で、実作業空間の寸法は自動入力される。不相当であれば、マウス右ボタンを押し、ポップアップメニュー (図示しない) で繰り返す (S 6、S 7)。適当であれば上記ポップアップメニューで終了 (S 8) し、保存・記録 (S 9) し、作業領域設定を終了する (S 1 0)。この作業領域 (エリア) は、X - Y 座標の位置 (X , Y) として定義される。以下における工程でもその点は同じである。

20

次に、障害物領域設定を行なうステップを図 6 に示す。この工程は、作業領域であるプレチャンバ 4 0 - 1 の周囲に配置するウエハボックス 4 0 - 2 の位置を決定し、また、ウエハ処理のためのロードロック室 4 0 - 4 の位置を決定するためのステップである。

まず、スタートでは、メニューバー 4 2 の作成ボタンをクリックし、新規作成を選択し (S 2 0)、障害物の形状 (四角、円) を選択し、図 5 と同様に所定の寸法で作成する (S 2 1)。ついで、障害物の配置位置の始点と終点を設定する (S 2 2、S 2 3)。

設定が適当かどうかを判断し、必要があれば繰り返す (S 2 4、S 2 5)。適当であれば終了し (S 2 6)、保存・記録し (S 2 7)、終了する (S 2 8)。

次に、被搬送物の搬送経路を作成する工程を図 7 に説明する。被搬送物の経路作成工程を説明する。メニューバーの作成ボタンをクリックし、新規作成 (S 3 0) を選択し、リストウィンドウ 4 4 に表れた経路作成をクリック (S 3 1) し、次いで経路開始点をシミュレーションウィンドウ 4 0 でクリックして指定し (S 3 2) する。更に、被搬送物の経由点をクリックして指定し (S 3 4)、必要により繰り返す (S 3 5)。適正な経由点を指定するとマウスの右ボタンをクリックして表示されたポップアップメニューで終了し (S 3 6)、丸めた経由点を表示し (S 3 7)、自動的に保存・記録し (S 3 8)、終了する。以上で、被搬送物の移動経路の作成を終了し、シミュレーションの準備が終了する。

30

図 8 において、シミュレーションの工程を説明する。スタートは、リストウィンドウ 4 4 の経路を選択し (S 3 9)、ロボットアームが短い距離をステップ的に移動するコマ送り (S 4 0) の場合には実行停止ボタンのコマ送りボタン 4 8 - 2 をクリックする。続いてコマ送りシミュレーション (S 4 1) を選択した場合には、実行停止ボタン 4 8 のステップを繰り返す (S 4 2)。更に、念のため連続動作の選択するかどうかを判断し (S 4 3)、連続動作をする場合には、ボタン 4 8 - 1 をクリックし、ロボットアームとアーム上のウエハ 4 0 - W を既に設定した軌道に沿って移動して作業環境との干渉の有無を判断する (S 4 6)。

40

干渉領域がある場合には、その領域を、例えば赤色で図 3 のシミュレーションウィンドウ 4 0 に表示し (S 4 7)、データとして保存・記録する。干渉領域が無い場合にも同じ工程を行なう。干渉領域があるかどうかは、作業領域、障害物、ロボットアームのそれぞれの X - Y 座標における位置 (X , Y) を表示画面に表示することにより目視することができる。

50

上記工程において、コマ送りをしない場合には、連続動作シミュレーション（S44）も行なうことができる。その後、更にコマ送り（S45）を選択することができる。コマ送りでは、干渉の状態を詳細に観察でき、必要によりロボットの諸元を変更することができる利点がある。連続動作シミュレーションでは、全体的に観察し、例えばフィンガの移動速度を観察することができる利点がある。

次に、上記シミュレーションにより干渉が無く、しかもロボットの運動が、例えば脱調等も無く円滑に行なわれることが確認された場合には、データにより実ロボットを作動させるプログラムとして出力する。この場合、実ロボットの制御部に直接出力してもよく、また一旦記録媒体に出力して、この媒体により実ロボットを作動させることもできる。

図9において、実ロボットを作動させるプログラムの内容を具体的に示す。シミュレーションで作成した作業領域、移動経路、ロボットのX-Y座標に位置およびその変化、位置の変化速度（移動速度）等のロボットの移動経路情報をコマンド1から3として作成し、これにより実ロボットを作動させる。

コマンド1はロボットの移動経路座標と経路点を直線と円弧で接続した全経路の座標点を生成する。

コマンド2は、ウエハを載置したロボットアーム（フィンガ）の移動速度（起動加速度、加速時加速度、最高速度、減速加速度、減速終了速度）を生成する。

コマンド3は、ウエハを支持するロボットアーム（フィンガ）の回転運動の区間、回転角度の情報を生成する。

これらの情報を通常、図1に示すワークステーション12で使用する記録媒体に出力する。場合により直接ロボットに送ることも可能である。上記実施例においては、平面（X-Y座標）上での干渉情報を計算した結果であるが、同様な計算はX-Z座標、Y-Z座標においても実施できるので、これらの面における干渉状態を計算することができる。

産業上の利用分野

本発明に係るロボットシミュレーション装置は、与えられた作業空間、ロボットの条件においては、ロボットの望ましい運動、作業を予めシミュレーションできるので、望ましい作業条件を設定することができる。

加えて、安価なパーソナルコンピュータを利用したシミュレーション装置を利用でき、設備投資を低減できる。

更に、作業空間と適切なロボットの設計がシミュレーションにより可能である。本シミュレーションにより生成したプログラムで実ロボットの望ましい作業をさせることが可能となり、特に半導体製造装置の設計、製造作業が容易となる。特に、表示画面に二次元表示するため、設計図の平面図、立面図、側面図と対応するため、移載室など、ロボットの配置装置の設計、修正が容易である。本シミュレーション装置の座標メモリは、 μm まで制御するので精度の高い教示をすることができる。また、この教示作業は、コンピュータで作成され、製造現場でロボットのアームを直接教示することを要しないため、ロボットの暴走による人身事故を防止することができる。

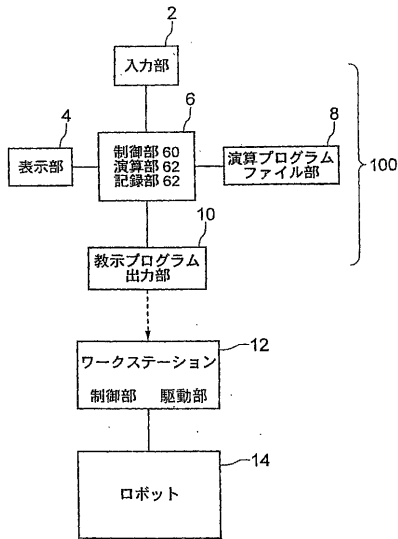
10

20

30

【図1】

図1

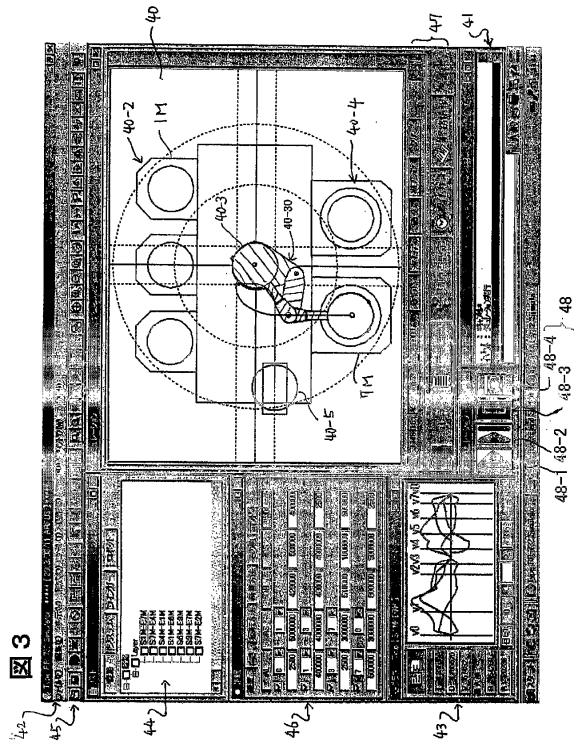


【図2】

図2

- 4 表示部
- シミュレーションウィンドウ
 - メッセージウィンドウ
 - 位置・速度情報ウィンドウ
 - リストウィンドウ
 - メニューバー
 - ツールバー
 - ポップアップメニュー
 - 実行停止ボタン
 - グラフウィンドウ

【図3】

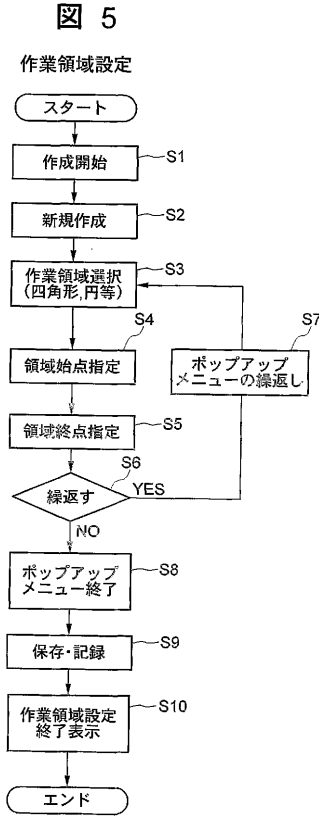


【図4】

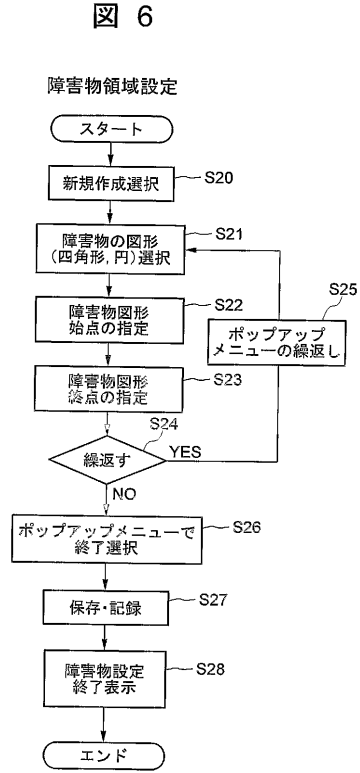
図4

- 8
- 座標表示
 - ロボット表示(形状,位置)
 - フィンガ表示(形状,位置)
 - 時間表示
 - 経路作成,変更
 - 障害物エリア作成,変更
 - 画面拡大,縮小,移動
 - 座標(X,Y,Z)軸の移動
 - 回転,コピー
 - 頂点間距離
 - 数値入力
 - 反転入力

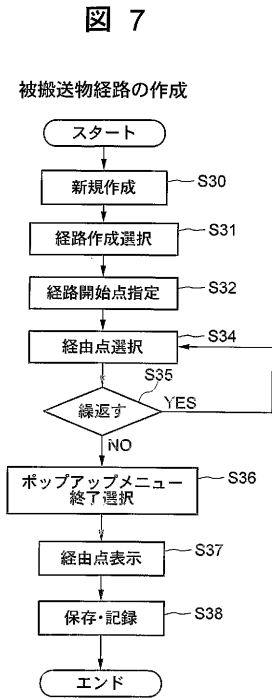
【図5】



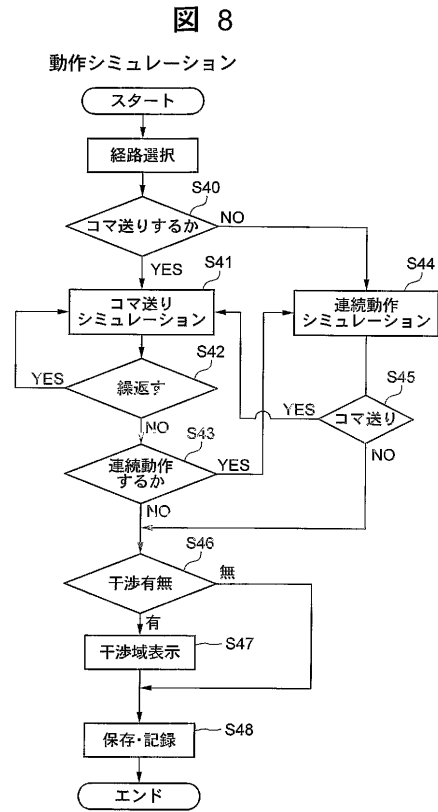
【図6】



【図7】

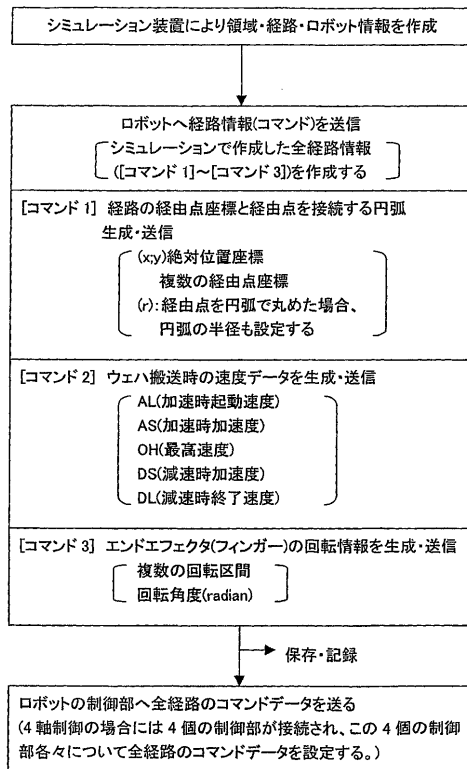


【図8】

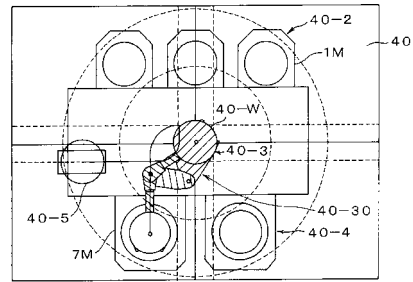


【図9】

図9



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 藤井 誠一
広島県深安郡神辺町字道上1588-2ローツェ株式会社内

審査官 植村 森平

(56)参考文献 特開平07-078017(JP,A)
特開平05-131385(JP,A)
特開平10-260714(JP,A)
特開2002-361580(JP,A)
特開平05-233052(JP,A)
特開平01-092808(JP,A)
特開平08-194512(JP,A)
特開2002-299405(JP,A)
特開平09-146621(JP,A)
特開2001-150373(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J 1/00-21/02

H01L 21/67-21/687

G05B 19/4069