

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7280455号
(P7280455)

(45)発行日 令和5年5月23日(2023.5.23)

(24)登録日 令和5年5月15日(2023.5.15)

(51)国際特許分類	F I			
B 2 3 Q 15/00 (2006.01)	B 2 3 Q	15/00	3 0 9 A	
G 0 5 B 19/4097(2006.01)	G 0 5 B	19/4097	Z	
G 0 5 B 19/4069(2006.01)	G 0 5 B	19/4069		
B 2 3 B 1/00 (2006.01)	B 2 3 B	1/00	N	
B 2 3 Q 17/00 (2006.01)	B 2 3 Q	17/00	E	
請求項の数 13 (全39頁)				

(21)出願番号	特願2023-507557(P2023-507557)	(73)特許権者	000114787 ヤマザキマザック株式会社 愛知県丹羽郡大口町竹田一丁目131番地
(86)(22)出願日	令和4年11月1日(2022.11.1)	(74)代理人	100196003 弁理士 石川 太郎
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/040901	(72)発明者	坂 香太郎 愛知県丹羽郡大口町竹田1-131 ヤマザキマザック株式会社内
審査請求日	令和5年2月3日(2023.2.3)	(72)発明者	小池 俊輔 愛知県丹羽郡大口町竹田1-131 ヤマザキマザック株式会社内
早期審査対象出願		(72)発明者	片山 拓朗 愛知県丹羽郡大口町竹田1-131 ヤマザキマザック株式会社内
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 加工シミュレーション装置、数値制御旋盤、工作機械システム、ワーク加工方法、およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

数値制御旋盤の機械原点に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点と、前記数値制御旋盤のチャックに取り付けられる爪の形状モデルである爪モデルと、複数の前記爪によって把持されるワークの形状モデルであるワークモデルとに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点の位置を設定し、前記プログラム原点を基準位置として用いて加工プログラムを実行することにより、前記ワークモデルを仮想的に加工する加工シミュレーションを行う演算装置と、

前記プログラム原点の前記位置を示すデータを、前記数値制御旋盤に送信する通信回路とを具備する

加工シミュレーション装置。

【請求項2】

表示プログラムを記憶するメモリと、

表示装置と

を更に具備し、

前記演算装置は、前記メモリに記憶された前記表示プログラムを実行することにより、前記表示装置に、前記機械モデル原点または前記機械モデル原点に対して位置固定された基準点に対する、前記プログラム原点のオフセット量を表示させる

請求項1に記載の加工シミュレーション装置。

【請求項3】

前記演算装置は、前記メモリに記憶された前記表示プログラムを実行することにより、前記表示装置に、前記オフセット量と、前記爪モデルと、前記ワークモデルと、前記プログラム原点を示す画像とを同時に表示させる

請求項 2 に記載の加工シミュレーション装置。

【請求項 4】

前記演算装置は、前記機械モデル原点と、前記爪モデルと、前記ワークモデルと、前記チャックの形状モデルであるチャックモデルとに基づいて、前記プログラム原点の前記位置を設定し、前記プログラム原点を前記基準位置として用いて、前記ワークモデルを仮想的に加工する前記加工シミュレーションを行う

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の加工シミュレーション装置。

10

【請求項 5】

数値制御旋盤の機械原点に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点と、前記数値制御旋盤のチャックに取り付けられる爪の形状モデルである爪モデルと、複数の前記爪によって把持されるワークの形状モデルであるワークモデルとに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点の位置を設定し、前記プログラム原点を基準位置として用いて加工プログラムを実行することにより、前記ワークモデルを仮想的に加工する加工シミュレーションを行う加工シミュレーション装置から、前記プログラム原点の前記位置を示すデータを受信する第 2 通信回路と、

前記加工プログラムを記憶する第 2 メモリと、

前記チャックと、

20

前記チャックに取り付けられ、前記ワークを把持する複数の前記爪と、

前記チャックを支持するスピンドルと、

前記スピンドルを第 1 軸まわりに回転させる回転駆動装置と、

第 1 工具を移動させる移動装置と、

前記プログラム原点の前記位置に基づいて、加工プログラム座標系において加工プログラム原点の位置を設定し、前記加工プログラムを実行することにより、前記加工プログラム原点を基準として、前記第 1 工具の移動経路を決定する第 2 演算装置と

を具備する

数値制御旋盤。

【請求項 6】

30

前記第 2 演算装置は、前記機械原点に対する前記加工プログラム原点の相対位置が、前記機械モデル原点に対する前記プログラム原点の相対位置と等しくなるように、前記加工プログラム原点の前記位置を設定する

請求項 5 に記載の数値制御旋盤。

【請求項 7】

第 2 表示装置をさらに具備し、

前記第 2 メモリは、第 2 表示プログラムを記憶し、

前記第 2 演算装置は、前記第 2 メモリに記憶された前記第 2 表示プログラムを実行することにより、前記第 2 表示装置に、前記機械モデル原点または前記機械モデル原点に対して位置固定された基準点に対する、前記プログラム原点のオフセット量を表示させる

40

請求項 5 または 6 に記載の数値制御旋盤。

【請求項 8】

前記オフセット量は、前記機械原点または前記機械原点に対して位置固定された基準点に対する、前記加工プログラム原点の第 2 オフセット量のデフォルト値である

請求項 7 に記載の数値制御旋盤。

【請求項 9】

第 2 表示装置をさらに具備し、

前記第 2 演算装置は、前記爪モデルの形状に対する前記爪の形状の逸脱量、および、前記ワークモデルの形状に対する前記ワークの形状の逸脱量のうちの少なくとも一方が許容

50

量を超えることに応じて、前記第 2 表示装置に、再度、加工シミュレーションを実行することを推奨するメッセージを表示させる

請求項 5 または 6 に記載の数値制御旋盤。

【請求項 10】

数値制御旋盤の機械原点に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点と、前記数値制御旋盤のチャックに取り付けられる爪の形状モデルである爪モデルと、複数の前記爪によって把持されるワークの形状モデルであるワークモデルとに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点の位置を設定し、前記プログラム原点を基準位置として用いて加工プログラムを実行することにより、前記ワークモデルを仮想的に加工する加工シミュレーションを行う演算装置と、

10

前記プログラム原点の前記位置を示すデータを、前記数値制御旋盤に送信する通信回路とを備える加工シミュレーション装置と、

前記加工シミュレーション装置から、前記プログラム原点の前記位置を示すデータを受信する第 2 通信回路と、

前記加工プログラムを記憶する第 2 メモリと、

前記チャックと、

前記チャックに取り付けられ、前記ワークを把持する複数の前記爪と、

前記チャックを支持するスピンドルと、

前記スピンドルを第 1 軸まわりに回転させる回転駆動装置と、

第 1 工具を移動させる移動装置と、

20

前記プログラム原点の前記位置に基づいて、加工プログラム座標系において加工プログラム原点の位置を設定し、前記加工プログラムを実行することにより、前記加工プログラム原点を基準として、前記第 1 工具の移動経路を決定する第 2 演算装置と

を備える前記数値制御旋盤と

を具備する

工作機械システム。

【請求項 11】

数値制御旋盤の機械原点に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点と、前記数値制御旋盤のチャックに取り付けられる爪の形状モデルである爪モデルと、複数の前記爪によって把持されるワークの形状モデルであるワークモデルとに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点の位置を設定する工程と、

30

前記プログラム原点を基準位置として用いて加工プログラムを実行することにより、前記ワークモデルを仮想的に加工する加工シミュレーションを行う工程と、

前記プログラム原点の前記位置に基づいて、加工プログラム座標系における加工プログラム原点の位置を設定する工程と、

前記加工プログラム原点を基準位置として用いて前記加工プログラムを実行する前記数値制御旋盤によって、前記ワークを加工する工程と

を具備する

ワーク加工方法。

【請求項 12】

40

数値制御旋盤の機械原点に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点と、前記数値制御旋盤のチャックに取り付けられる爪の形状モデルである爪モデルと、複数の前記爪によって把持されるワークの形状モデルであるワークモデルとに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点の位置を設定する工程と、

前記プログラム原点を基準位置として用いて加工プログラムを実行することにより、前記ワークモデルを仮想的に加工する加工シミュレーションを行う工程と、

前記プログラム原点の前記位置を示すデータを、前記数値制御旋盤に送信する工程と

を具備する加工シミュレーション方法を加工シミュレーション装置に実行させるためのプログラム。

【請求項 13】

50

3次元表示形式の前記爪モデルと、前記3次元表示形式の前記爪モデルに付加された寸法線と、前記寸法線の長さが入力される入力欄とを、表示装置に同時に表示する工程と、前記入力欄に入力された値に基づいて、前記3次元表示形式の前記爪モデルの形状、および、前記寸法線の長さを自動変更し、変更後の前記爪モデル、および、変更後の前記寸法線を、前記表示装置に自動表示する工程と

を更に具備する前記加工シミュレーション方法を前記加工シミュレーション装置に実行させるための請求項12に記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、加工シミュレーション装置、数値制御旋盤、工作機械システム、ワーク加工方法、および、プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

旋盤を用いてワークを加工する技術が知られている。

【0003】

関連する技術として、特許文献1には、加工シミュレーション装置が開示されている。特許文献1に記載の加工シミュレーション装置は、加工プログラムに基づいて工具と加工物の相対運動をシミュレーションする加工シミュレーション手段と、工具と加工物の三次元モデルを識別子と共に保存するメモリと、加工プログラム中に指定された三次元モデルの識別子を読み取る手段と、読み取った識別子と一致する識別子の三次元モデルをメモリから呼び出して加工シミュレーション手段に設定する手段と、を具備する。特許文献1に記載の加工シミュレーション装置では、加工物形状の原点が、仮想三次元空間の原点($X = 0$ 、 $Y = 0$ 、 $Z = 0$)に設定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2009-53823号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、加工シミュレーション座標系上のプログラム原点を的確に設定することが可能な加工シミュレーション装置、数値制御旋盤、工作機械システム、ワーク加工方法、および、プログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

いくつかの実施形態における加工シミュレーション装置は、数値制御旋盤の機械原点に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点と、前記数値制御旋盤のチャックに取り付けられる爪の形状モデルである爪モデルと、複数の前記爪によって把持されるワークの形状モデルであるワークモデルとに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点の位置を設定し、前記プログラム原点を基準位置として用いて加工プログラムを実行することにより、前記ワークモデルを仮想的に加工する加工シミュレーションを行う演算装置と、前記プログラム原点の前記位置を示すデータを、前記数値制御旋盤に送信する通信回路と、を具備する。

【0007】

いくつかの実施形態における数値制御旋盤は、数値制御旋盤の機械原点に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点と、前記数値制御旋盤のチャックに取り付けられる爪の形状モデルである爪モデルと、複数の前記爪によって把持されるワークの形状モデルであるワークモデルとに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点の位置を設定し、前記プログラム原点を基準位置として用いて加工プログラ

10

20

30

40

50

ムを実行することにより、前記ワークモデルを仮想的に加工する加工シミュレーションを行う加工シミュレーション装置から、前記プログラム原点の前記位置を示すデータを受信する第2通信回路と、前記加工プログラムを記憶する第2メモリと、前記チャックと、前記チャックに取り付けられ、前記ワークを把持する複数の前記爪と、前記チャックを支持するスピンドルと、前記スピンドルを第1軸まわりに回転させる回転駆動装置と、第1工具を移動させる移動装置と、前記プログラム原点の前記位置に基づいて、加工プログラム座標系において加工プログラム原点の位置を設定し、前記加工プログラムを実行することにより、前記加工プログラム原点を基準として、前記第1工具の移動経路を決定する第2演算装置と、を具備する。

【0008】

いくつかの実施形態における工作機械システムは、上述の加工シミュレーション装置と、上述の数値制御旋盤とを具備する。

【0009】

いくつかの実施形態におけるワーク加工方法は、数値制御旋盤の機械原点に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点と、前記数値制御旋盤のチャックに取り付けられる爪の形状モデルである爪モデルと、複数の前記爪によって把持されるワークの形状モデルであるワークモデルとに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点の位置を設定する工程と、前記プログラム原点を基準位置として用いて加工プログラムを実行することにより、前記ワークモデルを仮想的に加工する加工シミュレーションを行う工程と、前記プログラム原点の前記位置に基づいて、加工プログラム座標系における加工プログラム原点の位置を設定する工程と、前記加工プログラム原点を基準位置として用いて前記加工プログラムを実行する前記数値制御旋盤によって、前記ワークを加工する工程と、を具備する。

【0010】

いくつかの実施形態におけるプログラムは、数値制御旋盤の機械原点に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点と、前記数値制御旋盤のチャックに取り付けられる爪の形状モデルである爪モデルと、複数の前記爪によって把持されるワークの形状モデルであるワークモデルとに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点の位置を設定する工程と、前記プログラム原点を基準位置として用いて加工プログラムを実行することにより、前記ワークモデルを仮想的に加工する加工シミュレーションを行う工程と、前記プログラム原点の前記位置を示すデータを、前記数値制御旋盤に送信する工程と、を具備する加工シミュレーション方法を加工シミュレーション装置に実行させるためのプログラムである。

【発明の効果】

【0011】

本発明により、加工シミュレーション座標系上のプログラム原点を的確に設定することが可能な加工シミュレーション装置、数値制御旋盤、工作機械システム、ワーク加工方法、および、プログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、第1の実施形態における加工シミュレーション装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【図2】図2は、演算装置の機能ブロック図である。

【図3】図3は、数値制御旋盤における機械原点の位置を模式的に示す図である。

【図4】図4は、加工シミュレーション座標系において、機械モデル原点とプログラム原点との間の位置関係を模式的に示す図である。

【図5】図5は、加工シミュレーション座標系において、機械モデル原点とプログラム原点との間の位置関係を模式的に示す図である。

【図6】図6は、表示装置にシミュレーション画像が表示されている様子を模式的に示す図である。

10

20

30

40

50

【図 7】図 7 は、表示装置にシミュレーション画像が表示されている様子を模式的に示す図である。

【図 8】図 8 は、第 1 の実施形態における数値制御旋盤を模式的に示す概略斜視図である。

【図 9】図 9 は、数値制御旋盤の制御ユニットのハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【図 10】図 10 は、加工プログラム座標系において、機械原点と加工プログラム原点との間の位置関係を模式的に示す図である。

【図 11】図 11 は、数値制御旋盤の制御ユニットのハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

【図 12】図 12 は、表示装置にオフセット量が表示されている様子を模式的に示す図である。

10

【図 13】図 13 は、表示装置に、爪モデルの設定ウィンドウが表示されている様子を模式的に示す図である。

【図 14】図 14 は、表示装置に、ワークモデルの設定ウィンドウが表示されている様子を模式的に示す図である。

【図 15】図 15 は、表示装置に、ワークモデル作成ウィンドウが表示されている様子を模式的に示す図である。

【図 16】図 16 は、表示装置に、チャックモデルの設定ウィンドウが表示されている様子を模式的に示す図である。

【図 17】図 17 は、表示装置に、チャックモデルと、爪モデルと、ワークモデルとが組み合わされたアセンブリモデルが表示されている様子を模式的に示す図である。

20

【図 18】図 18 は、加工シミュレーション座標系において、機械モデル原点とプログラム原点との間の位置関係を模式的に示す図である。

【図 19】図 19 は、加工シミュレーション座標系において、機械モデル原点とプログラム原点との間の位置関係を模式的に示す図である。

【図 20】図 20 は、第 2 表示装置に第 2 オフセット量が表示されている様子を模式的に示す図である。

【図 21】図 21 は、第 2 表示装置に、爪の形状を特定する第 1 デフォルトデータが、編集可能な形式で表示された様子を模式的に示す図である。

【図 22】図 22 は、第 2 表示装置に、再度加工シミュレーションを実行することを推奨するメッセージが表示されている様子を模式的に示す図である。

30

【図 23】図 23 は、第 2 表示装置に、ワークの形状を特定する第 2 デフォルトデータが、編集可能な形式で表示された様子を模式的に示す図である。

【図 24】図 24 は、第 2 表示装置に、再度加工シミュレーションを実行することを推奨するメッセージが表示されている様子を模式的に示す図である。

【図 25】図 25 は、第 1 の実施形態における工作機械システムを模式的に示す図である。

【図 26】図 26 は、第 1 の実施形態における加工シミュレーション方法の一例を示すフローチャートである。

【図 27】図 27 は、第 1 の実施形態におけるワーク加工方法の一例を示すフローチャートである。

40

【図 28】図 28 は、プログラムを記録した不揮発性記憶媒体の一例を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を参照して、実施形態における加工シミュレーション装置 1、数値制御旋盤 8、工作機械システム 100、加工シミュレーション方法、ワーク加工方法、および、プログラム（より具体的には、演算プログラム 41）について説明する。なお、以下の実施形態の説明において、同一の機能を有する部位、部材については同一の符号を付し、同一の符号が付された部位、部材についての繰り返しとなる説明は省略する。

【0014】

50

(第1の実施形態)

図1乃至図25を参照して、第1の実施形態における加工シミュレーション装置1A、数値制御旋盤8A、および、工作機械システム100Aについて説明する。図1は、第1の実施形態における加工シミュレーション装置1Aのハードウェア構成の一例を示すブロック図である。図2は、演算装置2の機能ブロック図である。図3は、数値制御旋盤における機械原点G0の位置を模式的に示す図である。図4および図5は、加工シミュレーション座標系において、機械モデル原点F0とプログラム原点F1との間の位置関係を模式的に示す図である。図6および図7は、表示装置5にシミュレーション画像50Aが表示されている様子を模式的に示す図である。図8は、第1の実施形態における数値制御旋盤8Aを模式的に示す概略斜視図である。図9は、数値制御旋盤8Aの制御ユニット80のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。図10は、加工プログラム座標系において、機械原点G0と加工プログラム原点G1との間の位置関係を模式的に示す図である。図11は、数値制御旋盤8Aの制御ユニット80のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。図12は、表示装置5にオフセット量T1が表示されている様子を模式的に示す図である。図13は、表示装置5に、爪モデル94mの設定ウィンドウ50Bが表示されている様子を模式的に示す図である。図14は、表示装置5に、ワークモデル95mの設定ウィンドウ50Cが表示されている様子を模式的に示す図である。図15は、表示装置5に、ワークモデル作成ウィンドウ50Dが表示されている様子を模式的に示す図である。図16は、表示装置5に、チャックモデル93mの設定ウィンドウ50Eが表示されている様子を模式的に示す図である。図17は、表示装置5に、チャックモデル93mと、爪モデル94mと、ワークモデル95mとが組み合わされたアセンブリモデル92mが表示されている様子を模式的に示す図である。図18および図19は、加工シミュレーション座標系において、機械モデル原点F0とプログラム原点F1との間の位置関係を模式的に示す図である。図20は、第2表示装置85に第2オフセット量T2が表示されている様子を模式的に示す図である。図21は、第2表示装置85に、爪94の形状を特定する第1デフォルトデータDD1が、編集可能な形式で表示された様子を模式的に示す図である。図22は、第2表示装置85に、再度加工シミュレーションを実行することを推奨するメッセージMG1が表示されている様子を模式的に示す図である。図23は、第2表示装置85に、ワーク95の形状を特定する第2デフォルトデータDD2が、編集可能な形式で表示された様子を模式的に示す図である。図24は、第2表示装置85に、再度加工シミュレーションを実行することを推奨するメッセージMG2が表示されている様子を模式的に示す図である。図25は、第1の実施形態における工作機械システム100Aを模式的に示す図である。

【0015】

(加工シミュレーション装置1A)

図1に示されるように、加工シミュレーション装置1Aは、演算装置2と、通信回路3とを備える。付加的に、加工シミュレーション装置1Aは、メモリ4と、表示装置5と、入力装置6とを備えていてもよい。入力装置6は表示装置5に組み込まれていてもよい(より具体的には、表示装置5は、入力装置6aを内蔵したタッチパネル付きディスプレイ52であってもよい。)。代替的に、あるいは、付加的に、加工シミュレーション装置1Aは、表示装置5とは別に設けられた入力装置6b(例えば、ボタン、スイッチ、レバー、ポインティングデバイス、キーボード等)を備えていてもよい。

【0016】

加工シミュレーション装置1Aは、1つのコンピュータによって構成されていてもよい。代替的に、複数のコンピュータが協働して加工シミュレーション装置1Aとして機能してもよい。換言すれば、加工シミュレーション装置1Aは、1つのコンピュータを含んでいてもよく、複数のコンピュータを含んでいてもよい。

【0017】

図1に記載の例では、演算装置2と、メモリ4と、通信回路3と、表示装置5および/または入力装置6とは、バス10を介して互いに接続されている。演算装置2は、少なく

10

20

30

40

50

とも1つのプロセッサ2 a (例えば、少なくとも1つのCPU)を含む。

【0018】

メモリ4は、演算装置2によって読み取り可能な記憶媒体である。メモリ4は、例えば、RAM、ROM、フラッシュメモリ等の不揮発性または揮発性の半導体メモリであってもよいし、磁気ディスクであってもよいし、その他の形式のメモリであってもよい。メモリ4は、演算プログラム41 (例えば、3次元モデル作成プログラム41 a、プログラム原点設定プログラム41 b、シミュレーション演算プログラム41 c、表示プログラム41 d)、ワーク95を所望の形状に加工するために用いられる加工プログラム42 (より具体的には、ワーク95を所望の形状に加工するために数値制御旋盤8Aによって実行されることとなる加工プログラム42)、および、データ43 (例えば、チャックモデルの形状を特定する第1寸法データ43 a、爪モデルの形状を特定する第2寸法データ43 b、ワークモデルの形状を特定する第3寸法データ43 c、機械モデル原点の位置データ43 e等)を記憶する。

10

【0019】

メモリ4は、複数の場所に分散配置されていてもよい。例えば、加工プログラム42を記憶するメモリが、演算プログラム41あるいはデータ43を記憶するメモリとは、別に設けられていてもよい。

【0020】

メモリ4の一部は、通信回路3から遠い位置に配置されていてもよい。換言すれば、演算装置2が演算プログラム41を実行する際に、メモリ4は、通信回路3を介して、演算装置2に、演算プログラム41の少なくとも一部、あるいは、データ43の一部を提供してもよい。データ43の少なくとも一部は、入力装置6を介してオペレータによって入力され、入力されたデータ43がメモリ4に記憶されてもよい。代替的に、あるいは、付加的に、データ43の少なくとも一部は、他のコンピュータから加工シミュレーション装置1Aに送信されてもよい。この場合、演算装置2は、通信回路3を介して受信するデータ43をメモリ4に記憶する。

20

【0021】

図2に例示されるように、演算装置2は、3次元モデル作成部21と、プログラム原点設定部22と、移動経路生成部23と、干渉チェック部24と、表示画像生成部25とを有していてもよい。より具体的には、演算装置2は、メモリ4に記憶された演算プログラム41を実行することにより、演算装置2を、3次元モデル作成部21、プログラム原点設定部22、移動経路生成部23、干渉チェック部24、および、表示画像生成部25として機能させてもよい。

30

【0022】

図3に示されるように、数値制御旋盤8Aの機械原点G0は、数値制御旋盤8Aにおける機械座標系上の原点である。機械原点G0は、ワーク95の形状に依存しない数値制御旋盤8Aの基準点である。図3に記載の例では、機械原点G0を基準として、数値制御旋盤8Aの機械座標系(X、Y、Z直交座標系)が設定されている。なお、機械原点G0の位置は、数値制御旋盤8A毎に異なってもよい。換言すれば、機械原点G0の位置は、図3に例示された位置に限定されない。

40

【0023】

図3に記載の例において、爪94は、数値制御旋盤8Aのチャック93に取り付けられている。また、チャック93は、第1軸AX1まわりに回転するスピンドル91に取り付けられている。図4に例示されるように、爪94の形状モデル(以下、「爪モデル94m」という。)は、加工シミュレーション座標系において、爪94と実質的に同じ形状を有する。また、チャック93の形状モデル(以下、「チャックモデル93m」という。)は、加工シミュレーション座標系において、チャック93と実質的に同じ形状を有する。

【0024】

図3に記載の例において、ワーク95は、チャック93に取り付けられた複数の爪94によって把持されている。図4に例示されるように、ワーク95の形状モデル(以下、「

50

ワークモデル 9 5 m」という。)は、加工シミュレーション座標系において、ワーク 9 5 と実質的に同じ形状を有する。

【 0 0 2 5 】

演算装置 2 (より具体的には、プログラム原点設定部 2 2)は、プログラム原点設定プログラム 4 1 b を実行することにより、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点 F 1 の位置を設定する。より具体的には、演算装置 2 は、数値制御旋盤 8 A の機械原点 G 0 (図 3 を参照。)に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点 F 0 (図 4 を参照。)と、上述の爪モデル 9 4 m と、上述のワークモデル 9 5 m とに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点 F 1 (図 4 を参照。)の位置を設定する。

10

【 0 0 2 6 】

図 4 に示されるように、機械モデル原点 F 0 は、加工シミュレーション座標系上で、数値制御旋盤 8 A の機械原点 G 0 を模擬した点である。なお、機械モデル原点 F 0 の位置データ 4 3 e は、メモリ 4 に予め記憶されていることが好ましい。

【 0 0 2 7 】

図 4 に記載の例において、予め設定された基準面 9 1 0 m (例えば、スピンドル 9 1 の形状モデル 9 1 m の先端面 9 1 1 m) から、爪モデル 9 4 m とワークモデル 9 5 m の基端面 9 5 1 m との間の接触面までの距離を、距離 L 1 と定義する。また、ワークモデル 9 5 m の基端面 9 5 1 m からワークモデル 9 5 m の先端面 9 5 2 m までの距離を、距離 L 2 と定義する。また、予め設定された基準面 9 1 0 m (例えば、スピンドル 9 1 の形状モデル 9 1 m の先端面 9 1 1 m) から、機械モデル原点 F 0 までの距離を、距離 L 3 と定義する。また、チャックモデル 9 3 m の回転軸 A T に沿う方向における機械モデル原点 F 0 とプログラム原点 F 1 との間の距離を、距離 L 4 と定義する。更に、チャックモデル 9 3 m の回転軸 A T と、機械モデル原点 F 0 をとおり当該回転軸 A T に垂直な第 1 面 P L 1 との交点を、交点 C P 1 と定義する。

20

【 0 0 2 8 】

演算装置 2 は、例えば、メモリ 4 に記憶された基準面 9 1 0 m の位置データ、メモリ 4 に記憶されチャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a、および、メモリ 4 に記憶され爪モデル 9 4 m の形状を特定する第 2 寸法データ 4 3 b を用いて、上述の距離 L 1 を算出可能である。また、演算装置 2 は、メモリ 4 に記憶されワークモデル 9 5 m の形状を特定する第 3 寸法データ 4 3 c を用いて、上述の距離 L 2 を算出可能である。また、演算装置 2 は、例えば、メモリ 4 に記憶された基準面 9 1 0 m の位置データ、および、メモリ 4 に記憶された機械モデル原点 F 0 の位置データ 4 3 e を用いて、上述の距離 L 3 を算出可能である。更に、演算装置 2 は、距離 $L 4 = \text{距離 } L 3 - \text{距離 } L 1 - \text{距離 } L 2$ の計算式を用いて、上述の距離 L 4 を算出可能である。なお、当該距離 L 4 の算出は、爪モデル 9 4 m の底と、ワークモデル 9 5 m の基端面 9 5 1 m とが接触した状態のモデルを用いて行われる。

30

【 0 0 2 9 】

図 4 に記載の例において、演算装置 2 (より具体的には、プログラム原点設定部 2 2)は、機械モデル原点 F 0 と、爪モデル 9 4 m と、ワークモデル 9 5 m とに基づいて、プログラム原点 F 1 の位置を、上述の交点 C P 1 からワークモデル 9 5 m の先端面 9 5 2 m に向かって、上述の回転軸 A T に沿って距離 L 4 だけ移動した位置に設定可能である。こうして、演算装置 2 は、爪モデルの形状の多様性、および、ワークモデルの形状の多様性に関わらず、プログラム原点 F 1 の位置を、ワークモデルの所定位置 (例えば、上述の回転軸 A T とワークモデルの先端面 9 5 2 m との交点 C P 2) に的確に設定することができる。

40

【 0 0 3 0 】

付加的に、図 3 に例示されるように、機械原点 G 0 に対して位置固定された基準点 G 2 (例えば、基準ワーク原点)が設定されている場合には、加工シミュレーション座標系において、機械モデル原点 F 0 に対して位置固定された基準点 F 2 (例えば、基準ワークモデル原点)が設定されてもよい (図 5 を参照。)。また、当該基準点 F 2 の位置データは

50

、メモリ 4 に記憶されていてもよい。当該基準点 F 2 (図 5 を参照。) は、加工シミュレーション座標系において、上述の基準点 G 2 (図 3 を参照。) に対応する点である。

【 0 0 3 1 】

図 5 に記載の例において、上述の回転軸 A T に沿う方向における、上述の基準点 F 2 と機械モデル原点 F 0 との間の距離を距離 L 5 と定義する。また、上述の回転軸 A T に沿う方向における、上述の基準点 F 2 とプログラム原点 F 1 との間の距離を、距離 L 6 と定義する。更に、上述の回転軸 A T と、基準点 F 2 をとおり当該回転軸 A T に垂直な第 2 面 P L 2 との交点を、交点 C P 3 と定義する。

【 0 0 3 2 】

演算装置 2 は、メモリ 4 に記憶された基準点 F 2 の位置データ、および、機械モデル原点 F 0 の位置データ 4 3 e を用いて、上述の距離 L 5 を算出可能である。また、演算装置 2 は、距離 L 6 = 距離 L 3 - 距離 L 1 - 距離 L 2 - 距離 L 5 の計算式を用いて、上述の距離 L 6 を算出可能である。なお、当該距離 L 6 の算出は、爪モデル 9 4 m の底と、ワークモデル 9 5 m の基端面 9 5 1 m とが接触した状態のモデルを用いて行われる。

10

【 0 0 3 3 】

図 5 に記載の例において、演算装置 2 (より具体的には、プログラム原点設定部 2 2) は、機械モデル原点 F 0 と、爪モデル 9 4 m と、ワークモデル 9 5 m とに基づいて、プログラム原点 F 1 の位置を、上述の交点 C P 3 からワークモデル 9 5 m の先端面 9 5 2 m に向かって、上述の回転軸 A T に沿って距離 L 6 だけ移動した位置に設定可能である。こうして、演算装置 2 は、爪モデルの形状の多様性、および、ワークモデルの形状の多様性に 20
関わらず、プログラム原点 F 1 の位置を、ワークモデルの所定位置 (例えば、上述の回転軸 A T とワークモデルの先端面 9 5 2 m との交点 C P 2) に的確に設定することができる。

【 0 0 3 4 】

図 4 または図 5 に記載の例では、演算装置 2 は、プログラム原点 F 1 を基準として、加工シミュレーション座標系 (例えば、x、y、z 直交座標系) を設定する。

【 0 0 3 5 】

図 6 に記載の例では、演算装置 2 は、プログラム原点 F 1 を基準位置として用いて加工プログラム 4 2 を実行することにより、ワーク 9 5 の形状モデルであるワークモデル 9 5 m を仮想的に加工する加工シミュレーションを行う。なお、本明細書において、演算装置 2 が、加工プログラム 4 2 を実行することには、演算装置 2 が、演算プログラム 4 1 (より具体的には、シミュレーション演算プログラム 4 1 c) を介して加工プログラム 4 2 を 30
実行することが包含される。換言すれば、演算装置 2 が、演算プログラム 4 1 を実行することにより、演算装置 2 によって加工プログラム 4 2 が処理 (換言すれば、解釈) されてもよい。また、演算装置 2 は、当該処理に基づいて (換言すれば、当該解釈に基づいて) 、ワークモデル 9 5 m を仮想的に加工する加工シミュレーションを行ってもよい。

【 0 0 3 6 】

演算装置 2 は、メモリ 4 に記憶されたシミュレーション演算プログラム 4 1 c を介して加工プログラム 4 2 を実行し、且つ、メモリ 4 に記憶された表示プログラム 4 1 d を実行することにより、表示装置 5 にシミュレーション画像 5 0 A を表示してもよい。なお、表示プログラム 4 1 d は、シミュレーション演算プログラム 4 1 c とは別のプログラムであ 40
ってもよいし、シミュレーション演算プログラム 4 1 c に組み込まれたプログラムであってもよい。

【 0 0 3 7 】

図 8 に記載の例では、数値制御旋盤 8 A は、ワーク 9 5 を把持する複数の爪 9 4 と、複数の爪 9 4 を支持するチャック 9 3 と、チャック 9 3 を支持し、第 1 軸 A X 1 まわりに回転するスピンドル 9 1 と、刃物台 9 6 と、刃物台 9 6 に保持された第 1 工具保持ユニット 9 7 と、第 1 工具保持ユニット 9 7 に保持された第 1 工具 9 8 とを備える。数値制御旋盤 8 A は、刃物台 9 6 に保持された他の工具保持ユニット 9 7 - 2 と、当該他の工具保持ユニット 9 7 - 2 に保持された他の工具 9 8 - 2 を備えていてもよい。また、数値制御旋盤 8 A は、ワーク 9 5 の先端面を押圧するテールストックを備えていてもよい。

50

【 0 0 3 8 】

図 6 に記載の例では、シミュレーション画像 5 0 A は、少なくとも、ワーク 9 5 に対応するワークモデル 9 5 m の画像と、複数の爪 9 4 に対応する複数の爪モデル 9 4 m の画像と、刃物台 9 6 に対応する刃物台モデル 9 6 m の画像と、第 1 工具保持ユニット 9 7 に対応する第 1 工具保持ユニットモデル 9 7 m の画像と、第 1 工具 9 8 に対応する第 1 工具モデル 9 8 m の画像と、を含む。シミュレーション画像 5 0 A は、他の工具保持ユニット 9 7 - 2 に対応する他の工具保持ユニットモデル 9 7 m - 2 の画像と、他の工具 9 8 - 2 に対応する他の工具モデル 9 8 m - 2 の画像と、を含んでいてもよい。付加的に、図 7 に例示されるように、シミュレーション画像 5 0 A は、テールストックに対応するテールストックモデル 9 9 m の画像を含んでいてもよい。

10

【 0 0 3 9 】

演算装置 2 (より具体的には、移動経路生成部 2 3) は、メモリ 4 に記憶されたシミュレーション演算プログラム 4 1 c を介して加工プログラム 4 2 を実行することにより、加工シミュレーション座標系において、プログラム原点 F 1 を基準として、第 1 工具モデル 9 8 m の移動経路データを生成する。演算装置 2 は、メモリ 4 に記憶されたシミュレーション演算プログラム 4 1 c および表示プログラム 4 1 d を実行することにより、当該移動経路データによって指定される経路に沿って、当該第 1 工具モデル 9 8 m、および、第 1 工具モデル 9 8 m とともに移動する複数のモデル (9 6 m、9 7 m、9 7 m - 2、9 8 m - 2) が、ワークモデル 9 5 m に対して移動する動画を、表示装置 5 に、シミュレーション画像 5 0 A として表示してもよい。なお、当該動画において、ワークモデル 9 5 m は、第 1 工具モデル 9 8 m によって疑似的に加工される。

20

【 0 0 4 0 】

また、演算装置 2 (より具体的には、干渉チェック部 2 4) は、メモリ 4 に記憶されたシミュレーション演算プログラム 4 1 c を実行することにより、加工シミュレーション座標系において、上述の移動経路データによって指定される経路に沿って移動する第 1 工具モデル 9 8 m、および、第 1 工具モデル 9 8 m とともに移動する複数のモデルと、他の複数のモデル (例えば、ワークモデル 9 5 m、テールストックモデル 9 9 m 等) との異常干渉の有無をチェックする。なお、本明細書において、「異常干渉」とは、干渉すべきでないモデル同士の干渉を意味する。例えば、「異常干渉」には、(1) 刃物台モデル 9 6 m に取り付けられた第 1 工具保持ユニットモデル 9 7 m と、ワークモデル 9 5 m との間の干渉、(2) 刃物台モデル 9 6 m に取り付けられた第 1 工具保持ユニットモデル 9 7 m 以外の他の工具保持ユニットモデル 9 7 m - 2、あるいは、第 1 工具モデル 9 8 m 以外の他の工具モデル 9 8 m - 2 と、ワークモデル 9 5 m との間の干渉、(3) 上述の移動経路データによって指定される経路に沿って移動する第 1 工具モデル 9 8 m、あるいは、第 1 工具モデル 9 8 m とともに移動する複数のモデルと、テールストックモデル 9 9 m との間の干渉、等が含まれる。

30

【 0 0 4 1 】

通信回路 3 は、演算装置 2 によって設定された上述のプログラム原点 F 1 (図 4 または図 5 を参照。) の位置を示すデータ 4 3 f を、数値制御旋盤 8 A (図 8 を参照。) に送信する。

40

【 0 0 4 2 】

第 1 の実施形態における加工シミュレーション装置 1 A では、機械モデル原点 F 0 と、爪モデル 9 4 m と、ワークモデル 9 5 m とに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点 F 1 の位置が設定される。この場合、爪モデルの形状の多様性、および、ワークモデルの形状の多様性に関わらず、加工シミュレーション座標系上において、機械モデル原点 F 0 に対するプログラム原点 F 1 (図 4 または図 5 を参照。) の位置を的確に設定することができる。よって、プログラム原点 F 1 を基準として、より高精度な加工シミュレーションを行うことができる (図 6 または図 7 を参照。)。高精度な加工シミュレーションが行われることにより、数値制御旋盤 8 A を用いて行う干渉チェックを省略または簡略化することができる。加工サイトでの干渉チェックが省略または簡略化

50

されることにより、数値制御旋盤 8 A の稼働率を向上させることができる。また、加工サイトにおけるオペレータの作業負担が低減される。

【 0 0 4 3 】

また、第 1 の実施形態における加工シミュレーション装置 1 A では、加工シミュレーション座標系上のプログラム原点 F 1 が的確に設定され、的確に設定された当該プログラム原点 F 1 の位置を示すデータ 4 3 f が、数値制御旋盤 8 A に送信される。この場合、数値制御旋盤 8 A は、加工シミュレーション座標系上のプログラム原点 F 1 を利用して、加工プログラム原点を設定することができる。よって、加工プログラム原点を設定するために、ワーク 9 5 の基準位置を実測する作業が不要であるか、あるいは、当該作業を簡略化することができる。また、加工サイトで行われる段取り作業が少なくなることにより、数値制御旋盤 8 A の稼働率を更に向上させることができる。また、加工サイトにおけるオペレータの作業負担が更に低減される。また、段取り作業に付随するエネルギーの消費が削減されるために、環境への負荷も低減される。

10

【 0 0 4 4 】

数値制御旋盤 8 A は加工サイトへの設置が必須であるのに対し、加工シミュレーション装置 1 A は、加工サイト、オフィス、あるいは、オペレータの自宅のいずれにも設置可能である。加工シミュレーション装置 1 A が加工サイト以外に設置される場合、オペレータの作業環境が改善される。

【 0 0 4 5 】

また、段取り作業の一部がデジタル化され、D X (デジタルトランスフォーメーション) が促進される。換言すれば、第 1 の実施形態における加工シミュレーション装置 1 A を用いることにより、業務フローを改善するための D X が促進される。

20

【 0 0 4 6 】

(数値制御旋盤 8 A)

続いて、第 1 の実施形態における数値制御旋盤 8 A について説明する。

【 0 0 4 7 】

図 8 に記載の例では、数値制御旋盤 8 A は、制御ユニット 8 0 と、チャック 9 3 と、爪 9 4 と、スピンドル 9 1 と、回転駆動装置 9 0 と、工具を移動させる移動装置 8 7 と、を備える。数値制御旋盤 8 A は、工具を保持する工具保持ユニットが取り付けられる刃物台 9 6 (例えば、タレット 9 6 t) を備えていてもよい。数値制御旋盤 8 A は、タレット 9 6 t を第 2 軸 A X 2 まわりに回転させる第 2 回転駆動装置 8 8 を有していてもよい。また、数値制御旋盤 8 A (より具体的には、刃物台 9 6) は、工具を、工具軸まわりに回転させる第 3 回転駆動装置を有していてもよい。

30

【 0 0 4 8 】

チャック 9 3 は、爪 9 4 を支持する。チャック 9 3 は、チャック 9 3 の回転軸 A X に向かう方向に爪 9 4 を移動させることができ、当該回転軸 A X から離れる方向に爪 9 4 を移動させることができる。

【 0 0 4 9 】

複数の爪 9 4 は、チャック 9 3 に取り付けられ、ワーク 9 5 を把持する。

【 0 0 5 0 】

スピンドル 9 1 は、チャック 9 3 を支持する。また、スピンドル 9 1 は、回転駆動装置 9 0 の駆動力によって、第 1 軸 A X 1 まわりに回転する。

40

【 0 0 5 1 】

回転駆動装置 9 0 は、スピンドル 9 1 を第 1 軸 A X 1 まわりに回転させる。第 1 軸 A X 1 は、チャック 9 3 の回転軸 A X と同軸である。回転駆動装置 9 0 がスピンドル 9 1 を第 1 軸 A X 1 まわりに回転させることにより、スピンドル 9 1 と、チャック 9 3 と、複数の爪 9 4 と、ワーク 9 5 とは、一体的に、第 1 軸 A X 1 まわりに回転する。

【 0 0 5 2 】

移動装置 8 7 は、ワーク 9 5 を加工する第 1 工具 9 8 を移動させる。移動装置 8 7 は、第 1 工具 9 8 と、第 1 工具 9 8 を保持する第 1 工具保持ユニット 9 7 と、第 1 工具保持コ

50

ニット 97 を支持する刃物台 96 (例えば、タレット 96 t) とを、1 次元的、2 次元的または 3 次元的に移動させる。

【0053】

図 8 に例示されるように、移動装置 87 は、第 1 軸 A X 1 に垂直且つ水平面に平行な方向 (換言すれば、Y 軸方向) に、刃物台 96 (例えば、タレット 96 t) を移動させる第 1 移動装置 87 a を含んでいてもよい。付加的に、移動装置 87 は、第 1 軸 A X 1 に平行な方向 (換言すれば、Z 軸方向) に、刃物台 96 (例えば、タレット 96 t) を移動させる第 2 移動装置 87 b を含んでいてもよい。また、移動装置 87 は、刃物台 96 (例えば、タレット 96 t) の高さを変更する第 3 移動装置 87 c を有していてもよい。

【0054】

制御ユニット 80 は、制御対象機器を制御する。より具体的には、制御ユニット 80 は、複数の制御対象機器 (例えば、回転駆動装置 90、移動装置 87、第 2 回転駆動装置 88 等) の各々に制御指令を送信することにより、それぞれの制御対象機器を制御する。制御ユニット 80 は、複数の場所に分散配置されていてもよい。換言すれば、制御ユニットは、互いに通信可能な複数のサブユニットに分割されていてもよい。

【0055】

図 9 に記載の例では、数値制御旋盤 8 A (より具体的には、制御ユニット 80) は、第 2 演算装置 82 と、第 2 通信回路 83 と、第 2 メモリ 84 と、第 2 表示装置 85 と、を有する。付加的に、数値制御旋盤 8 A (より具体的には、制御ユニット 80) は、第 2 入力装置 86 を備えていてもよい。第 2 入力装置 86 は第 2 表示装置 85 に組み込まれていてもよい (より具体的には、第 2 表示装置 85 は、第 2 入力装置 86 を内蔵したタッチパネル付きディスプレイ 852 であってもよい。)。代替的に、あるいは、付加的に、数値制御旋盤 8 A は、第 2 表示装置とは別に設けられた第 2 入力装置 (例えば、ボタン、スイッチ、レバー、ポインティングデバイス、キーボード等) を備えていてもよい。

【0056】

図 9 に記載の例では、第 2 演算装置 82 と、第 2 通信回路 83 と、第 2 メモリ 84 と、第 2 表示装置 85 および / または第 2 入力装置 86 とは、バス 81 を介して互いに接続されている。第 2 演算装置 82 は、少なくとも 1 つのプロセッサ 82 a (例えば、少なくとも 1 つの CPU) を含む。

【0057】

第 2 通信回路 83 は、加工シミュレーション装置 1 A から、プログラム原点 F 1 の位置を示すデータ 43 f を受信する。第 2 メモリ 84 は、第 2 通信回路 83 によって受信されたプログラム原点 F 1 の位置を示すデータ 43 f を記憶する。加工シミュレーション装置 1 A、および、プログラム原点 F 1 については、第 1 の実施形態における加工シミュレーション装置 1 A の説明において説明済みであるため、加工シミュレーション装置 1 A、および、プログラム原点 F 1 についての繰り返しとなる説明は省略する。

【0058】

第 2 メモリ 84 は、第 2 演算装置 82 によって読み取り可能な記憶媒体である。第 2 メモリ 84 は、例えば、RAM、ROM、フラッシュメモリ等の不揮発性または揮発性の半導体メモリであってもよいし、磁気ディスクであってもよいし、その他の形式のメモリであってもよい。第 2 メモリ 84 は、演算プログラム 841、加工プログラム 42、および、データ 843 (例えば、機械原点 G0 の位置データ、ワーク 95 の形状を特定する寸法データ等) を記憶する。

【0059】

図 9 に記載の例では、第 2 メモリ 84 は、加工演算プログラム 841 a と、第 2 表示プログラム 841 b と、を記憶する。第 2 メモリ 84 は、複数の場所に分散配置されていてもよい。例えば、加工プログラム 42 を記憶するメモリが、演算プログラム 841 あるいはデータ 843 を記憶するメモリとは、別に設けられていてもよい。

【0060】

第 2 演算装置 82 は、プログラム原点 F 1 の位置に基づいて、加工プログラム座標系に

10

20

30

40

50

において加工プログラム原点 G 1 の位置（図 10 を参照。）を設定する。第 2 演算装置 8 2 は、加工プログラム座標系における機械原点 G 0 に対する加工プログラム原点 G 1 の相対位置（図 10 を参照。）が、加工シミュレーション座標系における機械モデル原点 F 0 に対するプログラム原点 F 1 の相対位置（図 4 または図 5 を参照。）と等しくなるように、上述の加工プログラム原点 G 1 の位置を設定することが好ましい。

【 0 0 6 1 】

第 2 演算装置 8 2 は、第 2 メモリ 8 4 に記憶された加工プログラム 4 2 を実行することにより、加工プログラム座標系において、加工プログラム原点 G 1 を基準として、第 1 工具 9 8 の移動経路を決定する。なお、本明細書において、第 2 演算装置 8 2 が加工プログラム 4 2 を実行することには、第 2 演算装置 8 2 が加工演算プログラム 8 4 1 a を介して加工プログラム 4 2 を実行することが包含される。換言すれば、第 2 演算装置 8 2 が、加工演算プログラム 8 4 1 a を実行することにより、第 2 演算装置 8 2 によって加工プログラム 4 2 が処理（換言すれば、解釈）されてもよい。また、第 2 演算装置 8 2 は、当該処理に基づいて（換言すれば、当該解釈に基づいて）、加工プログラム座標系において、加工プログラム原点 G 1 を基準として、第 1 工具 9 8 の移動経路を決定してもよい。第 2 演算装置 8 2 は、当該移動経路に基づいて、移動装置 8 7 に送信されることとなる移動指令 8 7 i を生成する。第 2 演算装置 8 2 によって生成された移動指令 8 7 i（図 11 を参照。）は、移動装置 8 7 に送信される。また、第 2 演算装置 8 2 は、加工プログラム 4 2 を実行することにより（例えば、加工演算プログラム 8 4 1 a を介して加工プログラム 4 2 を実行することにより）、回転指令 9 0 i を生成する。第 2 演算装置 8 2 によって生成された回転指令 9 0 i（図 11 を参照。）は、回転駆動装置 9 0 に送信される。

【 0 0 6 2 】

回転指令 9 0 i を受信する回転駆動装置 9 0 は、スピンドル 9 1 と、チャック 9 3 と、複数の爪 9 4 と、ワーク 9 5 とを、一体的に、第 1 軸 A X 1 まわりに回転させる。また、移動指令 8 7 i を受信する移動装置 8 7 は、上述の移動経路に沿って、第 1 工具 9 8 を移動させる。

【 0 0 6 3 】

第 1 の実施形態における数値制御旋盤 8 A は、高精度な加工シミュレーションを実行する加工シミュレーション装置 1 A からデータ（例えば、プログラム原点 F 1 の位置を示すデータ 4 3 f）を受け取る。高精度な加工シミュレーションが事前に行われることにより、数値制御旋盤 8 A を用いて行う干渉チェックを省略または簡略化することができる。加工サイトでの干渉チェックが省略または簡略化されることにより、数値制御旋盤 8 A の稼働率を向上させることができる。また、加工サイトにおけるオペレータの作業負担が低減される。

【 0 0 6 4 】

また、第 1 の実施形態における数値制御旋盤 8 A では、加工シミュレーション装置 1 A によつて的確に設定されたプログラム原点 F 1 の位置に基づいて、加工プログラム座標系において加工プログラム原点 G 1 が設定される（図 10 を参照。）。よつて、加工プログラム原点を設定するために、ワーク 9 5 の基準位置を実測する作業が不要であるか、あるいは、当該作業を簡略化することができる。また、加工サイトで行われる段取り作業が少なくなることにより、数値制御旋盤 8 A の稼働率を更に向上させることができる。また、加工サイトにおけるオペレータの作業負担が更に低減される。また、段取り作業に付随するエネルギーの消費が削減されるために、環境への負荷も低減される。

【 0 0 6 5 】

（工作機械システム 1 0 0 A）

続いて、第 1 の実施形態における工作機械システム 1 0 0 A について説明する。

【 0 0 6 6 】

図 2 5 に例示されるように、第 1 の実施形態における工作機械システム 1 0 0 A は、加工シミュレーション装置 1 A と、数値制御旋盤 8 A とを備える。加工シミュレーション装置 1 A と、数値制御旋盤 8 A とは、ネットワーク 1 0 1 を介して通信可能に接続されてい

ることが好ましい。ネットワーク 101 は、社内ネットワークであってもよいし、社外ネットワーク（例えば、インターネット）を含んでいてもよい。加工シミュレーション装置 1A、数値制御旋盤 8A については、説明済みであるため、加工シミュレーション装置 1A、数値制御旋盤 8A についての繰り返しとなる説明は省略する。

【0067】

（任意付加的な構成）

続いて、図 1 乃至図 25 を参照して、第 1 の実施形態における加工シミュレーション装置 1A、数値制御旋盤 8A、または、工作機械システム 100A において採用可能な任意付加的な構成について説明する。

【0068】

（オフセット量 T1 の表示）

演算装置 2（より具体的には、プログラム原点設定部 22）は、プログラム原点 F1 の相対位置を示すオフセット量 T1 を算出してもよい。

【0069】

図 5 に記載の例では、オフセット量 T1 は、加工シミュレーション座標系における機械モデル原点 F0 に対して位置固定された基準点 F2（例えば、基準ワークモデル原点）に対する、加工シミュレーション座標系におけるプログラム原点 F1 のオフセット量である。オフセット量 T1 は、z 軸方向（換言すれば、チャックモデル 93m の回転軸 AT に沿う方向）におけるオフセット量（すなわち、z オフセット量）である。

【0070】

代替的に、図 4 に例示されるように、オフセット量 T1 は、加工シミュレーション座標系における機械モデル原点 F0 に対する、加工シミュレーション座標系におけるプログラム原点 F1 のオフセット量であってもよい。なお、オフセット量 T1 は、z 軸方向（換言すれば、チャックモデル 93m の回転軸 AT に沿う方向）におけるオフセット量（すなわち、z オフセット量）である。

【0071】

図 12 に記載の例では、演算装置 2 は、メモリ 4 に記憶された表示プログラム 41d を実行することにより、表示装置 5 に、上述のオフセット量 T1 を表示させる。表示装置 5 にオフセット量 T1 が表示されることにより、オペレータは、プログラム原点 F1 の相対位置を数値的に確認することができる。

【0072】

演算装置 2（より具体的には、表示画像生成部 25）は、メモリ 4 に記憶された表示プログラム 41d を実行することにより、表示装置 5 に、上述のオフセット量 T1 をオペレータが編集可能な形式で表示させてもよい。この場合、オペレータは、演算装置 2 によって自動設定されたプログラム原点 F1 の位置を、入力装置 6 を用いて補正することができる。

【0073】

図 12 に例示されるように、演算装置 2 は、表示プログラム 41d を実行することにより、表示装置 5 に、上述のオフセット量 T1 と、爪モデル 94m と、ワークモデル 95m と、プログラム原点 F1 を示す画像 IM とを同時に表示させてもよい。この場合、オペレータは、オフセット量 T1 と、爪モデル 94m およびワークモデル 95m の配置と、プログラム原点 F1 の位置とを、容易に把握することができる。

【0074】

図 12 に記載の例では、演算装置 2 は、メモリ 4 に記憶された 3次元モデル作成プログラム 41a および表示プログラム 41d を実行することにより、表示装置 5 に、チャックモデル 93m と、爪モデル 94m と、ワークモデル 95m とを組み合わせたアセンブリモデル 92m を、3次元表示形式で表示させる。この場合、オペレータは、プログラム原点 F1（あるいは、オフセット量 T1）の導出に用いられた元データを直感的に把握し易い。

【0075】

10

20

30

40

50

加工シミュレーション装置 1 A は、上述のオフセット量 T 1 を示すデータを、上述のプログラム原点 F 1 の位置を示すデータ 4 3 f として、数値制御旋盤 8 A に送信してもよい。

【 0 0 7 6 】

(爪モデル 9 4 m の設定)

図 1 3 に記載の例では、演算装置 2 (より具体的には、表示画像生成部 2 5) は、メモリ 4 に記憶された演算プログラム 4 1 (より具体的には、表示プログラム 4 1 d) を実行することにより、表示装置 5 に、爪モデル 9 4 m の設定ウィンドウ 5 0 B を表示させる。なお、前回使用された爪モデル 9 4 m がそのまま使用される場合には、爪モデル 9 4 m の設定は省略されてもよい。

【 0 0 7 7 】

設定ウィンドウ 5 0 B において、既に形状設定されている複数の爪モデル 9 4 m の中から特定の爪モデル (以下、特定爪モデル 9 4 m - s という) が、入力装置 6 を介して選択されることにより、選択された特定爪モデル 9 4 m - s が、上述のプログラム原点 F 1 の位置の設定に用いられる爪モデル 9 4 m に決定されてもよい。

【 0 0 7 8 】

代替的に、あるいは、付加的に、演算装置 2 は、メモリ 4 に記憶された表示プログラム 4 1 d を実行することにより、表示装置 5 に、爪モデル 9 4 m の形状を特定する第 2 寸法データ 4 3 b をオペレータが編集可能な形式で表示させてもよい。表示装置 5 は、設定ウィンドウ 5 0 B の中に、第 2 寸法データ 4 3 b の値が入力される入力欄 5 0 1 を表示してもよい。また、演算装置 2 は、メモリ 4 に記憶された演算プログラム 4 1 (より具体的には、3次元モデル作成プログラム 4 1 a および表示プログラム 4 1 d) を実行することにより、表示装置 5 に、3次元表示形式の爪モデル 9 4 m と、当該3次元表示形式の爪モデル 9 4 m に付加された寸法線 S 2 と、当該寸法線 S 2 の長さが入力される入力欄 5 0 1 とを同時に表示させてもよい。また、演算装置 2 は、当該入力欄 5 0 1 に入力された値に基づいて、3次元表示形式の爪モデル 9 4 m の形状、および、寸法線 S 2 の長さを自動変更し、変更後の爪モデル 9 4 m、および、変更後の寸法線 S 2 を、表示装置 5 に自動表示させてもよい。

【 0 0 7 9 】

図 1 3 に記載の例において、演算装置 2 は、入力装置 6 を介して爪モデル 9 4 m を設定するためのデータが入力されることに応じて、爪モデル 9 4 m の形状を特定する第 2 寸法データ 4 3 b を決定し、決定された第 2 寸法データ 4 3 b をメモリ 4 に記憶する。代替的に、演算装置 2 は、CADソフト等のソフトウェアを用いて作成された爪モデルの寸法データを、通信回路 3 等を介して取得し、当該寸法データを、3次元モデル作成プログラム 4 1 a 等に対応する形式に変換し、変換された寸法データを、爪モデル 9 4 m の形状を特定する第 2 寸法データ 4 3 b としてメモリ 4 に記憶してもよい。

【 0 0 8 0 】

(ワークモデル 9 5 m の設定)

図 1 4 に記載の例では、演算装置 2 (より具体的には、表示画像生成部 2 5) は、メモリ 4 に記憶された演算プログラム 4 1 (より具体的には、表示プログラム 4 1 d) を実行することにより、表示装置 5 に、ワークモデル 9 5 m の設定ウィンドウ 5 0 C を表示させる。図 1 4 に記載の例では、演算装置 2 が、加工プログラム 4 2 を解析することにより、当該加工プログラム 4 2 で指定されたワークモデル (以下、「指定ワークモデル」という。) を抽出する。また、演算装置 2 は、メモリ 4 に記憶された表示プログラム 4 1 d を実行することにより、当該指定ワークモデルを、上述のプログラム原点 F 1 の位置の設定に用いられるワークモデル 9 5 m のデフォルトモデルとして、表示装置 5 に表示させる。表示装置 5 は、当該デフォルトモデルの形状を特定する寸法データ D T 1 を、オペレータが編集可能な形式で表示させてもよい。例えば、表示装置 5 は、設定ウィンドウ 5 0 C の中に、当該寸法データ D T 1 の値を変更する入力欄 5 0 2 を表示してもよい。当該寸法データ D T 1 の変更値が、入力欄 5 0 2 に入力されると、変更値が反映されたワークモデル 9 5 m が設定される。他方、当該寸法データ D T 1 の変更値が、入力欄 5 0 2 に入力されな

10

20

30

40

50

い場合には、デフォルトモデルがそのままワークモデル 9 5 mとして設定される。

【 0 0 8 1 】

代替的に、あるいは、付加的に、図 1 5 に例示されるように、演算装置 2 (より具体的には、表示画像生成部 2 5) は、メモリ 4 に記憶された演算プログラム 4 1 (より具体的には、表示プログラム 4 1 d) を実行することにより、表示装置 5 に、ワークモデル作成ウィンドウ 5 0 D を表示させてもよい。図 1 5 に記載の例では、演算装置 2 は、メモリ 4 に記憶された表示プログラム 4 1 d を実行することにより、ワークモデル 9 5 m の形状を特定する第 3 寸法データ 4 3 c をオペレータが編集可能な形式で表示させる。表示装置 5 は、ワークモデル作成ウィンドウ 5 0 D の中に、第 3 寸法データ 4 3 c の値が入力される入力欄 5 0 3 を表示してもよい。また、演算装置 2 は、メモリ 4 に記憶された演算プログラム 4 1 (より具体的には、3次元モデル作成プログラム 4 1 a および表示プログラム 4 1 d) を実行することにより、表示装置 5 に、3次元表示形式のワークモデル 9 5 m と、当該3次元表示形式のワークモデル 9 5 m に付加された寸法線 S 3 と、当該寸法線 S 3 の長さが入力される入力欄 5 0 3 とを同時に表示してもよい。また、演算装置 2 は、当該入力欄 5 0 3 に入力された値に基づいて、3次元表示形式のワークモデル 9 5 m の形状、および、寸法線 S 3 の長さを自動変更し、変更後のワークモデル 9 5 m、および、変更後の寸法線 S 3 を、表示装置 5 に自動表示させてもよい。

10

【 0 0 8 2 】

図 1 5 に記載の例において、演算装置 2 は、入力装置 6 を介してワークモデル 9 5 m を設定するためのデータが入力されることに応じて、ワークモデル 9 5 m の形状を特定する第 3 寸法データ 4 3 c を決定し、決定された第 3 寸法データ 4 3 c をメモリ 4 に記憶する。代替的に、演算装置 2 は、C A D ソフト等のソフトウェアを用いて作成されたワークモデルの寸法データを、通信回路 3 等を介して取得し、当該寸法データを、3次元モデル作成プログラム 4 1 a 等に対応する形式に変換し、変換された寸法データを、ワークモデル 9 5 m の形状を特定する第 3 寸法データ 4 3 c としてメモリ 4 に記憶してもよい。

20

【 0 0 8 3 】

(チャックモデル 9 3 m の設定)

図 1 6 に記載の例では、演算装置 2 (より具体的には、表示画像生成部 2 5) は、メモリ 4 に記憶された演算プログラム 4 1 (より具体的には、表示プログラム 4 1 d) を実行することにより、表示装置 5 に、チャックモデル 9 3 m の設定ウィンドウ 5 0 E を表示させる。なお、前回使用されたチャックモデル 9 3 m がそのまま使用される場合には、チャックモデル 9 3 m の設定は省略されてもよい。

30

【 0 0 8 4 】

図 1 6 に記載の例では、演算装置 2 は、メモリ 4 に記憶された表示プログラム 4 1 d を実行することにより、表示装置 5 に、チャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a をオペレータが編集可能な形式で表示させる。表示装置 5 は、設定ウィンドウ 5 0 E の中に、第 1 寸法データ 4 3 a の値が入力される入力欄 5 0 4 を表示してもよい。また、演算装置 2 は、メモリ 4 に記憶された演算プログラム 4 1 (より具体的には、3次元モデル作成プログラム 4 1 a および表示プログラム 4 1 d) を実行することにより、表示装置 5 に、3次元表示形式のチャックモデル 9 3 m と、当該3次元表示形式のチャックモデル 9 3 m に付加された寸法線 S 1 と、当該寸法線 S 1 の長さが入力される入力欄 5 0 4 とを同時に表示してもよい。また、演算装置 2 は、当該入力欄 5 0 4 に入力された値に基づいて、3次元表示形式のチャックモデル 9 3 m の形状、および、寸法線 S 1 の長さを自動変更し、変更後のチャックモデル 9 3 m、および、変更後の寸法線 S 1 を、表示装置 5 に自動表示させてもよい。

40

【 0 0 8 5 】

図 1 6 に記載の例において、演算装置 2 は、入力装置 6 を介してチャックモデル 9 3 m を設定するためのデータが入力されることに応じて、チャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a を決定し、決定された第 1 寸法データ 4 3 a をメモリ 4 に記憶する。代替的に、演算装置 2 は、C A D ソフト等のソフトウェアを用いて作成されたチャ

50

ックモデルの寸法データを、通信回路 3 等を介して取得し、当該寸法データを、3 次元モデル作成プログラム 4 1 a 等に対応する形式に変換し、変換された寸法データを、チャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a としてメモリ 4 に記憶してもよい。
【 0 0 8 6 】

図 1 7 に記載の例では、演算装置 2 (より具体的には、3 次元モデル作成部 2 1) は、メモリ 4 に記憶された演算プログラム 4 1 (より具体的には、3 次元モデル作成プログラム 4 1 a) を実行することにより、設定されたチャックモデル 9 3 m と、設定された爪モデル 9 4 m と、設定されたワークモデル 9 5 m とに基づいて、チャックモデル 9 3 m と、爪モデル 9 4 m と、ワークモデル 9 5 m とが組み合わせられたアセンブリモデル 9 2 m を作成する。また、演算装置 2 (より具体的には、表示画像生成部 2 5) は、メモリ 4 に記憶された演算プログラム 4 1 (より具体的には、表示プログラム 4 1 d) を実行することにより、作成されたアセンブリモデル 9 2 m を、表示装置 5 に表示させる。

10

【 0 0 8 7 】

図 1 6 に記載の例では、チャックモデル 9 3 m の形状を変更可能である。この場合、プログラム原点 F 1 の位置の設定において、爪モデル 9 4 m の寸法データおよびワークモデル 9 5 m の寸法データに加えて、チャックモデル 9 3 m の寸法データが使用される。

【 0 0 8 8 】

図 1 8 に記載の例では、演算装置 2 (より具体的には、プログラム原点設定部 2 2) は、数値制御旋盤 8 A の機械原点 G 0 (図 3 を参照。) に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点 F 0 と、アセンブリモデル 9 2 m (より具体的には、爪モデル 9 4 m と、ワークモデル 9 5 m と、チャックモデル 9 3 m) とに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点 F 1 の位置を設定する。

20

【 0 0 8 9 】

図 4 における「距離 L 2」、「距離 L 3」、「距離 L 4」の定義に加え、図 1 8 に記載の例において、予め設定された基準面 9 1 0 m (例えば、スピンドル 9 1 の形状モデル 9 1 m の先端面 9 1 1 m) から、チャックモデル 9 3 m の先端面 9 3 1 m までの距離を、距離 L 7 と定義する。また、チャックモデル 9 3 m の先端面 9 3 1 m から、爪モデル 9 4 m とワークモデル 9 5 m の基端面 9 5 1 m との間の接触面までの距離を、距離 L 8 と定義する。

【 0 0 9 0 】

演算装置 2 は、例えば、メモリ 4 に記憶された基準面 9 1 0 m の位置データ、メモリ 4 に記憶されたチャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a、および、メモリ 4 に記憶された爪モデル 9 4 m の形状を特定する第 2 寸法データ 4 3 b を用いて、上述の距離 L 7 および上述の距離 L 8 を算出可能である。「距離 L 2」、「距離 L 3」の算出方法については、説明済みであるため、これらの距離の算出方法についての繰り返しとなる説明は省略する。また、演算装置 2 は、距離 L 4 = 距離 L 3 - 距離 L 7 - 距離 L 8 - 距離 L 2 の計算式を用いて、上述の距離 L 4 を算出可能である。なお、当該距離 L 4 の算出は、爪モデル 9 4 m の底と、ワークモデル 9 5 m の基端面 9 5 1 m とが接触した状態のモデルを用いて行われる。

30

【 0 0 9 1 】

図 1 8 に記載の例において、演算装置 2 (プログラム原点設定部 2 2) は、プログラム原点 F 1 の位置を、上述の交点 C P 1 からワークモデル 9 5 m の先端面 9 5 2 m に向かって、チャックモデル 9 3 m の回転軸 A T に沿って距離 L 4 だけ移動した位置に設定する。こうして、演算装置 2 は、爪モデルの形状の多様性、ワークモデルの形状の多様性、および、チャックモデルの形状の多様性に関わらず、プログラム原点 F 1 の位置を、ワークモデルの所定位置 (例えば、上述の回転軸 A T とワークモデルの先端面 9 5 2 m との交点 C P 2) に的確に設定することができる。

40

【 0 0 9 2 】

付加的に、図 3 に例示されるように、機械原点 G 0 に対して位置固定された基準点 G 2 (例えば、基準ワーク原点) が設定されている場合には、加工シミュレーション座標系に

50

において、機械モデル原点 F 0 に対して位置固定された基準点 F 2 (例えば、基準ワークモデル原点) が設定されてもよい (図 19 を参照。)。また、当該基準点 F 2 の位置データは、メモリ 4 に記憶されていてもよい。当該基準点 F 2 (図 19 を参照。) は、加工シミュレーション座標系において、上述の基準点 G 2 (図 3 を参照。) に対応する点である。

【 0 0 9 3 】

図 19 に記載の例において、演算装置 2 (より具体的には、プログラム原点設定部 2 2) は、距離 L 6 = 距離 L 3 - 距離 L 7 - 距離 L 8 - 距離 L 2 - 距離 L 5 の計算式を用いて、上述の距離 L 6 を算出可能である。なお、「距離 L 2 」、「距離 L 3 」、「距離 L 5 」、「距離 L 7 」、「距離 L 8 」の算出方法については、説明済みであるため、これらの距離の算出方法についての繰り返しとなる説明は省略する。

10

【 0 0 9 4 】

図 19 に記載の例において、演算装置 2 (より具体的には、プログラム原点設定部 2 2) は、プログラム原点 F 1 の位置を、上述の交点 C P 3 からワークモデル 9 5 m の先端面 9 5 2 m に向かって、チャックモデル 9 3 m の回転軸 A T に沿って距離 L 6 だけ移動した位置に設定可能である。こうして、演算装置 2 は、爪モデルの形状の多様性、ワークモデルの形状の多様性、および、チャックモデルの形状の多様性に関わらず、プログラム原点 F 1 の位置を、ワークモデルの所定位置 (例えば、上述の回転軸 A T とワークモデルの先端面 9 5 2 m との交点 C P 2) に的確に設定することができる。

【 0 0 9 5 】

演算装置 2 は、機械モデル原点 F 0 と、爪モデル 9 4 m と、ワークモデル 9 5 m と、チャックモデル 9 3 m とに基づいて、上述のプログラム原点 F 1 の位置を設定する。また、プログラム原点 F 1 の位置が設定された後、演算装置 2 (より具体的には、移動経路生成部 2 3 および干渉チェック部 2 4) は、プログラム原点 F 1 を基準位置として用いて、ワークモデル 9 5 m を仮想的に加工する加工シミュレーションを行う。加工シミュレーションにおける動作および表示については、説明済みであるため、これらの動作および表示についての繰り返しとなる説明は省略する。

20

【 0 0 9 6 】

(加工プログラム原点 G 1)

図 9 に記載の例では、数値制御旋盤 8 A の第 2 通信回路 8 3 は、プログラム原点 F 1 の位置を示すデータ 4 3 f (例えば、プログラム原点 F 1 のオフセット量 T 1 を示すデータ 4 3 0 f) を、加工シミュレーション装置 1 A から受信する。また、第 2 メモリ 8 4 は、第 2 通信回路 8 3 によって受信されたプログラム原点 F 1 の位置を示すデータ 4 3 f (例えば、プログラム原点 F 1 のオフセット量 T 1 を示すデータ 4 3 0 f) を記憶する。

30

【 0 0 9 7 】

図 20 に記載の例では、第 2 演算装置 8 2 は、第 2 メモリ 8 4 に記憶された第 2 表示プログラム 8 4 1 b を実行することにより、第 2 表示装置 8 5 に、プログラム原点 F 1 のオフセット量 T 1 (換言すれば、機械モデル原点 F 0 または機械モデル原点 F 0 に対して位置固定された基準点 F 2 に対する、プログラム原点 F 1 のオフセット量 T 1) を表示させる。

【 0 0 9 8 】

上述のオフセット量 T 1 は、機械原点 G 0 または機械原点 G 0 に対して位置固定された基準点 G 2 (図 3 を参照。) に対する、加工プログラム原点 G 1 のオフセット量 (以下、「第 2 オフセット量 T 2 」という。) のデフォルト値として機能する。図 10 には、第 2 オフセット量 T 2 の一例が模式的に示されている。なお、第 2 オフセット量 T 2 は、Z 軸方向 (換言すれば、チャック 9 3 の回転軸 A X に沿う方向) におけるオフセット量 (すなわち、Z オフセット量) である。

40

【 0 0 9 9 】

加工シミュレーション装置 1 A において設定された上述のオフセット量 T 1 が、数値制御旋盤 8 A において設定される上述の第 2 オフセット量 T 2 のデフォルト値として機能することにより、数値制御旋盤 8 A における上述の第 2 オフセット量 T 2 の設定作業が省略

50

されるか、あるいは、当該設定作業が簡略化される（例えば、ワーク 9 5 の基準位置を実測することなく、第 2 オフセット量 T 2 を設定することができる。）。

【 0 1 0 0 】

図 2 0 に例示されるように、第 2 演算装置 8 2 は、メモリ 4 に記憶された表示プログラム 4 1 d を実行することにより、第 2 表示装置 8 5 に、上述のオフセット量 T 1（換言すれば、第 2 オフセット量のデフォルト値 D D）を、オペレータが編集可能な形式で表示させてもよい。第 2 表示装置 8 5 は、第 2 オフセット量 T 2 のデフォルト値 D D を他の値に変更する入力欄 8 5 3 を表示してもよい。入力欄 8 5 3 に数値が入力され、変更操作部 8 5 8 a（より具体的には、表示装置 5 に表示された変更操作画像）が操作されることにより、第 2 オフセット量 T 2 が、デフォルト値 D D から入力欄 8 5 3 に入力された数値に変更される。

10

【 0 1 0 1 】

第 2 演算装置 8 2 は、第 2 オフセット量 T 2 と、機械原点 G 0 または機械原点 G 0 に対して位置固定された基準点 G 2 とに基づいて、加工プログラム原点 G 1 の位置を設定する（図 1 0 を参照。）。また、第 2 演算装置 8 2 は、第 2 メモリ 8 4 に記憶された加工プログラム 4 2 を実行することにより（例えば、加工演算プログラム 8 4 1 a を介して加工プログラム 4 2 を実行することにより）、加工プログラム座標系において、加工プログラム原点 G 1 を基準として、第 1 工具 9 8 の移動経路を決定する。また、第 2 演算装置 8 2 は、当該移動経路に基づいて、移動装置 8 7 に送信されることとなる移動指令 8 7 i を生成する。第 2 演算装置 8 2 によって生成された移動指令 8 7 i（図 1 1 を参照。）は、移動装置 8 7 に送信される。また、第 2 演算装置 8 2 は、加工プログラム 4 2 を実行することにより（例えば、加工演算プログラム 8 4 1 a を介して加工プログラム 4 2 を実行することにより）、回転指令 9 0 i を生成する。第 2 演算装置 8 2 によって生成された回転指令 9 0 i（図 1 1 を参照。）は、回転駆動装置 9 0 に送信される。こうして、第 1 工具 9 8 が移動経路に沿って移動し、ワーク 9 5 が第 1 工具 9 8 によって加工される。

20

【 0 1 0 2 】

（爪モデル 9 4 m、および、ワークモデル 9 5 m の利用）

数値制御旋盤 8 A の第 2 通信回路 8 3 は、爪モデル 9 4 m の形状を特定する第 2 寸法データ 4 3 b、ワークモデル 9 5 m の形状を特定する第 3 寸法データ 4 3 c を加工シミュレーション装置 1 A から受信してもよい。付加的に、第 2 通信回路 8 3 は、チャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a を加工シミュレーション装置 1 A から受信してもよい。

30

【 0 1 0 3 】

図 9 に例示されるように、第 2 メモリ 8 4 は、第 2 通信回路 8 3 を介して受信される爪モデル 9 4 m の形状を特定する第 2 寸法データ 4 3 b を、爪 9 4 の形状を特定する第 5 寸法データ 8 4 3 b のデフォルトデータ（以下、「第 1 デフォルトデータ D D 1」という。）として記憶してもよい。第 2 メモリ 8 4 は、第 2 通信回路 8 3 を介して受信されるワークモデル 9 5 m の形状を特定する第 3 寸法データ 4 3 c を、ワーク 9 5 の形状を特定する第 6 寸法データ 8 4 3 c のデフォルトデータ（以下、「第 2 デフォルトデータ D D 2」という。）として記憶してもよい。また、第 2 メモリ 8 4 は、第 2 通信回路 8 3 を介して受信されるチャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a を、チャック 9 3 の形状を特定する第 4 寸法データ 8 4 3 a のデフォルトデータ（以下、「第 3 デフォルトデータ D D 3」という。）として記憶してもよい。

40

【 0 1 0 4 】

図 2 0 に例示されるように、第 2 演算装置 8 2 は、第 2 メモリ 8 4 に記憶された第 2 表示プログラム 8 4 1 b を実行することにより、デフォルトデータ（D D 1、D D 2、D D 3）に基づいて、第 2 表示装置 8 5 に、チャック 9 3 と、爪 9 4 と、ワーク 9 5 とが組み合わせられたアセンブリ 9 2 を、3次元表示形式で表示させてもよい。第 2 表示装置 8 5 は、当該アセンブリ 9 2 の 3次元画像と、後述の加工プログラム原点 G 1 を示す画像 I M 2 とを同時に表示してもよい。

50

【 0 1 0 5 】

図 2 1 に記載の例では、第 2 演算装置 8 2 は、第 2 メモリ 8 4 に記憶された第 2 表示プログラム 8 4 1 b を実行することにより、第 2 表示装置 8 5 に、爪 9 4 の形状を特定する第 1 デフォルトデータ D D 1 をオペレータが編集可能な形式で表示させる。第 2 表示装置 8 5 は、第 1 デフォルトデータ D D 1 の値を他の値に変更する入力欄 8 5 4 を表示してもよい。入力欄 8 5 4 に数値が入力され、変更操作部 8 5 8 b (より具体的には、第 2 表示装置 8 5 に表示された変更操作画像) が操作されることにより、爪 9 4 の形状を特定する第 5 寸法データ 8 4 3 b が、入力欄 8 5 4 に入力された数値に基づいて変更される。

【 0 1 0 6 】

図 2 2 に例示されるように、第 2 演算装置 8 2 は、第 1 デフォルトデータ D D 1 のいずれかの値が予め設定された許容値を超えて変更されることに応じて、第 2 表示装置 8 5 に、再度加工シミュレーションを実行することを推奨するメッセージ M G 1 を表示させてもよい。換言すれば、第 2 演算装置 8 2 は、爪モデル 9 4 m の形状に対する爪 9 4 の形状の逸脱量が許容量を超えることに応じて、第 2 表示装置 8 5 に、再度加工シミュレーションを実行することを推奨するメッセージ M G 1 を表示させてもよい。この場合、オペレータは、加工シミュレーション装置 1 A を用いて、爪モデル 9 4 m およびワークモデル 9 5 m を含むアセンブリモデル 9 2 m の再設定と、プログラム原点 F 1 の再設定と、加工シミュレーションの再実行とを行うことが好ましい。

【 0 1 0 7 】

図 2 3 に記載の例では、第 2 演算装置 8 2 は、第 2 メモリ 8 4 に記憶された第 2 表示プログラム 8 4 1 b を実行することにより、第 2 表示装置 8 5 に、ワーク 9 5 の形状を特定する第 2 デフォルトデータ D D 2 をオペレータが編集可能な形式で表示させる。第 2 表示装置 8 5 は、第 2 デフォルトデータ D D 2 の値を他の値に変更する入力欄 8 5 5 を表示してもよい。入力欄 8 5 5 に数値が入力され、変更操作部 8 5 8 c (より具体的には、第 2 表示装置 8 5 に表示された変更操作画像) が操作されることにより、ワーク 9 5 の形状を特定する第 6 寸法データ 8 4 3 c が、入力欄 8 5 5 に入力された数値に基づいて変更される。

【 0 1 0 8 】

図 2 4 に例示されるように、第 2 演算装置 8 2 は、第 2 デフォルトデータ D D 2 のいずれかの値が予め設定された許容値を超えて変更されることに応じて、第 2 表示装置 8 5 に、再度加工シミュレーションを実行することを推奨するメッセージ M G 2 を表示させてもよい。換言すれば、第 2 演算装置 8 2 は、ワークモデル 9 5 m の形状に対するワーク 9 5 の形状の逸脱量が許容量を超えることに応じて、第 2 表示装置 8 5 に、再度加工シミュレーションを実行することを推奨するメッセージ M G 2 を表示させてもよい。この場合、オペレータは、加工シミュレーション装置 1 A を用いて、爪モデル 9 4 m およびワークモデル 9 5 m を含むアセンブリモデル 9 2 m の再設定と、プログラム原点 F 1 の再設定と、加工シミュレーションの再実行とを行うことが好ましい。

【 0 1 0 9 】

(加工シミュレーション方法、および、演算プログラム 4 1)

図 1 乃至図 2 6 を参照して、第 1 の実施形態における加工シミュレーション方法について説明する。図 2 6 は、第 1 の実施形態における加工シミュレーション方法の一例を示すフローチャートである。

【 0 1 1 0 】

第 1 の実施形態における加工シミュレーション方法は、第 1 の実施形態における加工シミュレーション装置 1 A、あるいは、他の加工シミュレーション装置を用いて実行される。第 1 の実施形態における加工シミュレーション装置 1 A については、説明済みであるため、第 1 の実施形態における加工シミュレーション装置 1 A についての繰り返しとなる説明は省略する。

【 0 1 1 1 】

第 1 ステップ S T 1 において、ワークモデル 9 5 m が設定される。第 1 ステップ S T 1

は、第1設定工程である。第1設定工程は、加工シミュレーション装置1の演算装置2が、ワークモデル95mの形状を特定する第3寸法データ43cを決定すること、および、メモリ4が、決定された第3寸法データ43cを記憶すること、を含む。

【0112】

図14に例示されるように、第1設定工程は、演算装置2が、加工プログラム42を解析することにより、当該加工プログラム42で指定されたワークモデル95mを抽出すること、および、抽出されたワークモデル95mに基づいて、演算装置2が、ワークモデル95mの形状を特定する第3寸法データ43cを決定すること、を含んでいてもよい。代替的に、図15に例示されるように、第1設定工程は、入力装置6を介してワークモデル95mを設定するためのデータが入力されることに応じて、演算装置2が、ワークモデル95mの形状を特定する第3寸法データ43cを決定することを含んでいてもよい。更に代替的に、第1設定工程は、演算装置2が、過去に作成されたワークモデル95mを、メモリ4から読み出すことと、読み出されたワークモデル95mに基づいて、演算装置2が、ワークモデル95mの形状を特定する第3寸法データ43cを決定することと、を含んでいてもよい。

10

【0113】

第1ステップST1の実行中あるいは第1ステップST1の実行後に、ワークモデル95mが表示装置5に表示されてもよい。図15に例示されるように、ワークモデル95mを表示装置5に表示することは、ワークモデル95mの形状を特定する第3寸法データ43cを、オペレータが編集可能な形式で表示装置5に表示することを含んでいてもよい。図15に記載の例では、表示装置5は、3次元表示形式のワークモデル95mと、当該3次元表示形式のワークモデル95mに付加された寸法線S3と、当該寸法線S3の長さが入力される入力欄503とを同時に表示する。また、演算装置2は、当該入力欄503に入力された値に基づいて、3次元表示形式のワークモデル95mの形状、および、寸法線S3の長さを自動変更し、変更後のワークモデル95m、および、変更後の寸法線S3を、表示装置5に自動表示させる。

20

【0114】

第2ステップST2において、爪モデル94mが設定される。第2ステップST2は、第2設定工程である。第2設定工程は、演算装置2が、爪モデル94mの形状を特定する第2寸法データ43bを決定すること、および、メモリ4が、決定された第2寸法データ43bを記憶すること、を含む。

30

【0115】

第2設定工程は、入力装置6を介して爪モデル94mを設定するためのデータが入力されることに応じて、演算装置2が、爪モデル94mの形状を特定する第2寸法データ43bを決定することを含んでいてもよい。代替的に、第2設定工程は、演算装置2が、過去に作成された爪モデル94mを、メモリ4から読み出すことと、読み出された爪モデル94mに基づいて、演算装置2が、爪モデル94mの形状を特定する第2寸法データ43bを決定することと、を含んでいてもよい。

【0116】

第2ステップST2の実行中あるいは第2ステップST2の実行後に、爪モデル94mが表示装置5に表示されてもよい。図13に例示されるように、爪モデル94mを表示装置5に表示することは、爪モデル94mの形状を特定する第2寸法データ43bを、オペレータが編集可能な形式で表示装置5に表示することを含んでいてもよい。図13に記載の例では、表示装置5は、3次元表示形式の爪モデル94mと、当該3次元表示形式の爪モデル94mに付加された寸法線S2と、当該寸法線S2の長さが入力される入力欄501とを同時に表示する。また、演算装置2は、当該入力欄501に入力された値に基づいて、3次元表示形式の爪モデル94mの形状、および、寸法線S2の長さを自動変更し、変更後の爪モデル94m、および、変更後の寸法線S2を、表示装置5に自動表示させる。

40

【0117】

第2ステップST2は、第1ステップST1の後に実行されてもよいし、第1ステップ

50

S T 1 の前に実行されてもよい。

【 0 1 1 8 】

第 3 ステップ S T 3 において、チャックモデル 9 3 m が設定される。第 3 ステップ S T 3 は、第 3 設定工程である。第 3 設定工程は、演算装置 2 が、チャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a を決定すること、および、メモリ 4 が、決定された第 1 寸法データ 4 3 a を記憶すること、を含む。

【 0 1 1 9 】

第 3 設定工程は、入力装置 6 を介してチャックモデル 9 3 m を設定するためのデータが入力されることに応じて、演算装置 2 が、チャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a を決定することを含んでいてもよい。代替的に、第 3 設定工程は、演算装置 2 が、過去に作成されたチャックモデル 9 3 m を、メモリ 4 から読み出すことと、読み出されたチャックモデル 9 3 m に基づいて、演算装置 2 が、チャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a を決定することと、を含んでいてもよい。

10

【 0 1 2 0 】

第 3 ステップ S T 3 の実行中あるいは第 3 ステップ S T 3 の実行後に、チャックモデル 9 3 m が表示装置 5 に表示されてもよい。図 1 6 に例示されるように、チャックモデル 9 3 m を表示装置 5 に表示することは、チャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a を、オペレータが編集可能な形式で表示装置 5 に表示することを含んでいてもよい。図 1 6 に記載の例では、表示装置 5 は、3 次元表示形式のチャックモデル 9 3 m と、当該 3 次元表示形式のチャックモデル 9 3 m に付加された寸法線 S 1 と、当該寸法線 S 1 の長さが入力される入力欄 5 0 4 とを同時に表示する。また、演算装置 2 は、当該入力欄 5 0 4 に入力された値に基づいて、3 次元表示形式のチャックモデル 9 3 m の形状、および、寸法線 S 1 の長さを自動変更し、変更後のチャックモデル 9 3 m、および、変更後の寸法線 S 1 を、表示装置 5 に自動表示させる。

20

【 0 1 2 1 】

第 3 ステップ S T 3 は、第 1 ステップ S T 1 および第 2 ステップ S T 2 の後に実行されてもよいし、第 1 ステップ S T 1 および第 2 ステップ S T 2 の前に実行されてもよい。代替的に、第 3 ステップ S T 3 は、第 1 ステップ S T 1 と第 2 ステップ S T 2 との間に実行されてもよい。なお、第 3 ステップ S T 3 は、省略されてもよい。

【 0 1 2 2 】

第 4 ステップ S T 4 において、演算装置 2 は、ワークモデル 9 5 m と爪モデル 9 4 m とチャックモデル 9 3 m とが組み合わせられたアセンブリモデル 9 2 m を作成する。第 4 ステップ S T 4 は、アセンブリモデル作成工程である。アセンブリモデル作成工程は、作成されるアセンブリモデル 9 2 m が正常であるか否かをチェックすること（換言すれば、チェック工程）を含むことが好ましい。チェック工程は、例えば、爪モデル 9 4 m が、ワークモデル 9 5 m を把持するのに適した形状であるか否かをチェックすることを含む。アセンブリモデル 9 2 m が正常でない場合には、演算装置 2 は、表示装置 5 に、アラートを表示させてもよい。

30

【 0 1 2 3 】

図 1 7 に例示されるように、アセンブリモデル作成工程によって作成されたアセンブリモデル 9 2 m は、表示装置 5 に表示されてもよい。

40

【 0 1 2 4 】

第 5 ステップ S T 5 において、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点 F 1 の位置が設定される。第 5 ステップ S T 5 は、プログラム原点設定工程である。図 1 7 に記載の例では、プログラム原点設定工程は、原点設定操作部 5 5（より具体的には、表示装置 5 に表示された原点設定操作部 5 5 a）が操作されることにより、演算装置 2 によって自動的に実行されるように構成されてもよい。

【 0 1 2 5 】

図 4 または図 5 に例示されるように、プログラム原点設定工程において、演算装置 2 は、数値制御旋盤 8 の機械原点 G 0 に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル

50

原点 F 0 と、数値制御旋盤 8 のチャック 9 3 に取り付けられる爪 9 4 の形状モデルである爪モデル 9 4 m と、複数の爪 9 4 によって把持されるワーク 9 5 の形状モデルであるワークモデル 9 5 m とに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点 F 1 の位置を設定する。

【 0 1 2 6 】

また、チャックモデル 9 3 m の形状を変更可能である場合、演算装置 2 は、チャックモデル 9 3 m の形状も考慮して、プログラム原点 F 1 の位置を設定する。より具体的には、図 1 8 または図 1 9 に例示されるように、プログラム原点設定工程において、演算装置 2 は、上述の機械モデル原点 F 0 と、上述の爪モデル 9 4 m と、上述のワークモデル 9 5 m と、チャックモデル 9 3 m とに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点 F 1 の位置を設定する。

10

【 0 1 2 7 】

演算装置 2 が、プログラム原点 F 1 の位置を設定する手順については、図 4 または図 5 (あるいは、図 1 8 または図 1 9) を参照して説明済みであるため、当該手順についての繰り返しとなる説明は省略する。なお、プログラム原点 F 1 の位置を設定するために必要なデータ (例えば、基準面 9 1 0 m の位置データ、機械モデル原点 F 0 の位置データ 4 3 e、爪モデル 9 4 m の形状を特定する第 2 寸法データ 4 3 b、ワークモデル 9 5 m の形状を特定する第 3 寸法データ 4 3 c 等) は、プログラム原点設定工程の実行前に、メモリ 4 に記憶されていることが好ましい。

【 0 1 2 8 】

プログラム原点設定工程 (第 5 ステップ S T 5) は、演算装置 2 によって設定されたプログラム原点 F 1 の位置を示すデータ 4 3 f を、メモリ 4 に記憶することを含むことが好ましい。なお、プログラム原点 F 1 の位置を示すデータ 4 3 f は、機械モデル原点 F 0 または機械モデル原点 F 0 に対して位置固定された基準点 F 2 に対する、プログラム原点 F 1 のオフセット量 T 1 を示すデータであってもよい。

20

【 0 1 2 9 】

第 6 ステップ S T 6 において、演算装置 2 によって設定されたプログラム原点 F 1 の位置を示す画像 I M、および、上述のオフセット量 T 1 のうちの少なくとも一方が、表示装置 5 に表示される (図 1 2 を参照。)。第 6 ステップ S T 6 は、表示工程である。表示工程は、上述のオフセット量 T 1 と、3 次元表示形式の爪モデル 9 4 m と、3 次元表示形式のワークモデル 9 5 m と、プログラム原点 F 1 を示す画像 I M とを、表示装置 5 に同時に表示することを含んでいてもよい。また、表示工程は、上述のオフセット量 T 1 をオペレータが編集可能な形式で表示装置 5 に表示することを含んでいてもよい。なお、表示工程 (第 6 ステップ S T 6) は、省略されてもよい。

30

【 0 1 3 0 】

第 7 ステップ S T 7 において、ワークモデル 9 5 m を仮想的に加工する加工シミュレーションが実行される。第 7 ステップ S T 7 は、加工シミュレーション実行工程である。加工シミュレーション実行工程は、演算装置 2 (より具体的には、移動経路生成部 2 3、および、干渉チェック部 2 4) が、プログラム原点 F 1 を基準位置として用いて加工プログラム 4 2 を実行することにより、ワークモデル 9 5 m を仮想的に加工する加工シミュレーションを行うことを含む。

40

【 0 1 3 1 】

加工シミュレーション実行工程は、演算装置 2 が、加工シミュレーション座標系において、プログラム原点 F 1 を基準として、ワークモデル 9 5 m を疑似的に加工する第 1 工具モデル 9 8 m の移動経路データを生成することを含む。

【 0 1 3 2 】

図 6 または図 7 に例示されるように、加工シミュレーション実行工程は、上述の移動経路データによって指定される経路に沿って、第 1 工具モデル 9 8 m、および、第 1 工具モデル 9 8 m とともに移動する複数のモデル (9 6 m、9 7 m、9 7 m - 2、9 8 m - 2) が、ワークモデル 9 5 m に対して移動する動画を、表示装置 5 に表示することを含んでい

50

てもよい。当該動画において、ワークモデル 9 5 m は、第 1 工具モデル 9 8 m によって疑似的に加工される。

【 0 1 3 3 】

加工シミュレーション実行工程は、演算装置 2 が、第 1 工具モデル 9 8 m、および、第 1 工具モデル 9 8 m とともに移動する複数のモデルと、他の複数のモデル（例えば、ワークモデル 9 5 m、テールストックモデル 9 9 m 等）との異常干渉の有無をチェックすることを含んでいてもよい。また、加工シミュレーション実行工程は、演算装置 2 によって、異常干渉が「有る」と判断された場合に、表示装置 5 に、異常干渉がある旨のメッセージを表示することを含んでいてもよい。

【 0 1 3 4 】

第 8 ステップ S T 8 において、加工シミュレーション装置 1 の通信回路 3 から数値制御旋盤 8 に、データ（4 3 a、4 3 b、4 3 c、4 3 f）が送信される。第 1 0 ステップ S T 1 0 はデータ送信工程である。

【 0 1 3 5 】

データ送信工程は、加工シミュレーション装置 1 の通信回路 3 から数値制御旋盤 8 に、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点 F 1 の位置を示すデータ 4 3 f（例えば、上述のオフセット量 T 1）を送信することを含む。

【 0 1 3 6 】

付加的に、データ送信工程は、加工シミュレーション装置 1 の通信回路 3 から数値制御旋盤 8 に、爪モデル 9 4 m の形状を特定する第 2 寸法データ 4 3 b、および、ワークモデル 9 5 m の形状を特定する第 3 寸法データ 4 3 c を送信することを含んでいてもよい。また、データ送信工程は、加工シミュレーション装置 1 の通信回路 3 から数値制御旋盤 8 に、チャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a を送信することを含んでいてもよい。

【 0 1 3 7 】

また、データ送信工程は、加工シミュレーション装置 1 の通信回路 3 から数値制御旋盤 8 に、加工シミュレーションの実行結果データ（例えば、加工シミュレーションにおいて異常干渉が無かったことを示すデータ）を送信することを含んでいてもよい。

【 0 1 3 8 】

第 1 の実施形態における演算プログラム 4 1 は、第 1 の実施形態における加工シミュレーション方法を加工シミュレーション装置 1 に実行させるためのプログラムである。

【 0 1 3 9 】

より具体的には、第 1 の実施形態におけるプログラム（より具体的には、演算プログラム 4 1）は、（ 1 ）数値制御旋盤 8 の機械原点 G 0 に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点 F 0 と、数値制御旋盤 8 のチャック 9 3 に取り付けられる爪 9 4 の形状モデルである爪モデル 9 4 m と、複数の爪 9 4 によって把持されるワーク 9 5 の形状モデルであるワークモデル 9 5 m とに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点 F 1 の位置を設定する工程（換言すれば、上述の第 5 ステップ S T 5）と、（ 2 ）プログラム原点 F 1 を基準位置として用いて加工プログラム 4 2 を実行することにより（例えば、プログラム原点 F 1 を基準位置として用いて加工プログラム 4 2 を解釈することにより）、ワークモデル 9 5 m を仮想的に加工する加工シミュレーションを行う工程（換言すれば、上述の第 7 ステップ S T 7）と、（ 3 ）プログラム原点 F 1 の位置を示すデータ 4 3 f（例えば、上述のオフセット量 T 1）を、数値制御旋盤 8 に送信する工程（換言すれば、上述の第 8 ステップ S T 8）と、を具備する加工シミュレーション方法を加工シミュレーション装置 1 に実行させるためのプログラムである。

【 0 1 4 0 】

付加的に、第 1 の実施形態におけるプログラム（より具体的には、演算プログラム 4 1）は、上述の第 1 設定工程（第 1 ステップ S T 1）、および/または、上述の第 2 設定工程（第 2 ステップ S T 2）を含む加工シミュレーション方法を加工シミュレーション装置 1 に実行させるためのプログラムであってもよい。代替的に、あるいは、付加的に、第 1

10

20

30

40

50

の実施形態におけるプログラム（より具体的には、演算プログラム 4 1）は、上述の第 3 設定工程（第 3 ステップ S T 3）を含む加工シミュレーション方法を加工シミュレーション装置 1 に実行させるためのプログラムであってもよい。代替的に、あるいは、付加的に、第 1 の実施形態におけるプログラム（より具体的には、演算プログラム 4 1）は、上述のアセンブリモデル作成工程（第 4 ステップ S T 4）を含む加工シミュレーション方法を加工シミュレーション装置 1 に実行させるためのプログラムであってもよい。代替的に、あるいは、付加的に、第 1 の実施形態におけるプログラム（より具体的には、演算プログラム 4 1）は、上述の表示工程（第 6 ステップ S T 6）を含む加工シミュレーション方法を加工シミュレーション装置 1 に実行させるためのプログラムであってもよい。

【 0 1 4 1 】

例えば、図 1 3 に例示されるように、プログラム（より具体的には、演算プログラム 4 1）は、（ 1 ） 3 次元表示形式の爪モデル 9 4 m と、 3 次元表示形式の爪モデル 9 4 m に付加された寸法線 S 2 と、当該寸法線 S 2 の長さが入力される入力欄 5 0 1 とを、表示装置 5 に同時に表示する工程と、（ 2 ）当該入力欄 5 0 1 に入力された値に基づいて、 3 次元表示形式の爪モデル 9 4 m の形状、および、寸法線 S 2 の長さを自動変更し、変更後の爪モデル 9 4 m、および、変更後の寸法線 S 2 を、表示装置 5 に自動表示する工程を含む加工シミュレーション方法を加工シミュレーション装置 1 に実行させるためのプログラムであってもよい。

【 0 1 4 2 】

また、第 1 の実施形態におけるメモリ 4 は、上述のプログラム（より具体的には、演算プログラム 4 1）を記録した不揮発性記憶媒体であってもよい。上述のプログラム（より具体的には、演算プログラム 4 1）を記録した不揮発性記憶媒体は、図 2 8 に例示されるように、可搬式の記憶媒体 4 M であってもよい。

【 0 1 4 3 】

第 1 の実施形態における加工シミュレーション方法、プログラム（より具体的には、演算プログラム 4 1）、あるいは、当該プログラム（より具体的には、演算プログラム 4 1）を記録した不揮発性記憶媒体は、第 1 の実施形態における加工シミュレーション装置 1 A と同様の効果を奏する。

【 0 1 4 4 】

（ワーク加工方法）

図 1 乃至図 2 7 を参照して、第 1 の実施形態におけるワーク加工方法について説明する。図 2 6 および図 2 7 は、第 1 の実施形態におけるワーク加工方法の一例を示すフローチャートである。

【 0 1 4 5 】

第 1 の実施形態におけるワーク加工方法は、第 1 の実施形態における工作機械システム 1 0 0 A、あるいは、他の工作機械システムを用いて実行される。第 1 の実施形態における工作機械システム 1 0 0 A（より具体的には、加工シミュレーション装置 1 A および数値制御旋盤 8 A）については説明済みであるため、第 1 の実施形態における工作機械システム 1 0 0 A についての繰り返しとなる説明は省略する。

【 0 1 4 6 】

第 1 の実施形態におけるワーク加工方法は、（ 1 ）数値制御旋盤 8 の機械原点 G 0 に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点 F 0 と、数値制御旋盤 8 のチャック 9 3 に取り付けられる爪 9 4 の形状モデルである爪モデル 9 4 m と、複数の爪 9 4 によって把持されるワーク 9 5 の形状モデルであるワークモデル 9 5 m とに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点 F 1 の位置を設定する工程（換言すれば、上述の第 5 ステップ S T 5）と、（ 2 ）プログラム原点 F 1 を基準位置として用いて加工プログラム 4 2 を実行することにより、ワークモデル 9 5 m を仮想的に加工する加工シミュレーションを行う工程（換言すれば、上述の第 7 ステップ S T 7）と、（ 3 ）プログラム原点 F 1 の位置に基づいて、加工プログラム座標系における加工プログラム原点 G 1 の位置を設定する工程（換言すれば、後述の第 1 3 ステップ S T 1 3）と、（ 4 ）加

10

20

30

40

50

エプログラム原点 G 1 を基準位置として用いて加工プログラム 4 2 を実行する数値制御旋盤 8 によって、ワーク 9 5 を加工する工程（換言すれば、後述の第 1 4 ステップ S T 1 4 ）と、を具備する。

【 0 1 4 7 】

第 1 の実施形態におけるワーク加工方法は、上述の第 1 設定工程（第 1 ステップ S T 1 ）、および/または、上述の第 2 設定工程（第 2 ステップ S T 2 ）を含んでいてもよい。代替的に、あるいは、付加的に、第 1 の実施形態におけるワーク加工方法は、上述の第 3 設定工程（第 3 ステップ S T 3 ）を含んでいてもよい。代替的に、あるいは、付加的に、第 1 の実施形態におけるワーク加工方法は、上述のアセンブリモデル作成工程（第 4 ステップ S T 4 ）を含んでいてもよい。代替的に、あるいは、付加的に、第 1 の実施形態におけるワーク加工方法は、上述の表示工程（第 6 ステップ S T 6 ）を含んでいてもよい。また、第 1 の実施形態におけるワーク加工方法は、上述のデータ送信工程（第 8 ステップ S T 8 ）を含んでいてもよい。

10

【 0 1 4 8 】

第 1 ステップ S T 1 乃至第 8 ステップ S T 8 については、第 1 の実施形態における加工シミュレーション方法において説明済みであるため、第 1 ステップ S T 1 乃至第 8 ステップ S T 8 についての繰り返しとなる説明は省略する。

【 0 1 4 9 】

第 8 ステップ S T 8 の実行後、第 9 ステップ S T 9 において、数値制御旋盤 8 の第 2 通信回路 8 3 は、加工シミュレーション装置 1 から、データ（4 3 a、4 3 b、4 3 c、4 3 f ）を受信する。第 9 ステップ S T 9 はデータ受信工程である。

20

【 0 1 5 0 】

図 9 に記載の例では、データ受信工程は、数値制御旋盤 8 の第 2 通信回路 8 3 が、加工シミュレーション装置 1 から、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点 F 1 の位置を示すデータ 4 3 f （例えば、上述のオフセット量 T 1 を示すデータ 4 3 0 f ）を受信することを含む。

【 0 1 5 1 】

付加的に、データ受信工程は、数値制御旋盤 8 の第 2 通信回路 8 3 が、加工シミュレーション装置 1 から、爪モデル 9 4 m の形状を特定する第 2 寸法データ 4 3 b、および、ワークモデル 9 5 m の形状を特定する第 3 寸法データ 4 3 c を受信することを含んでいてもよい。また、データ受信工程は、数値制御旋盤 8 の第 2 通信回路 8 3 が、加工シミュレーション装置 1 から、チャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a を受信することを含んでいてもよい。

30

【 0 1 5 2 】

また、データ受信工程は、数値制御旋盤 8 の第 2 通信回路 8 3 が、加工シミュレーション装置 1 から、加工シミュレーションの実行結果データ（例えば、加工シミュレーションにおいて異常干渉が無かったことを示すデータ）を受信することを含んでいてもよい。

【 0 1 5 3 】

第 2 通信回路 8 3 を介して受信されたデータ（4 3 a、4 3 b、4 3 c、4 3 f、4 3 0 f ）は、第 2 メモリ 8 4 に記憶される。例えば、プログラム原点 F 1 の位置を示すデータ 4 3 f （より具体的には、上述のオフセット量 T 1 を示すデータ 4 3 0 f ）が、第 2 メモリ 8 4 に記憶される。また、チャックモデル 9 3 m の形状を特定する第 1 寸法データ 4 3 a、爪モデル 9 4 m の形状を特定する第 2 寸法データ 4 3 b、および、ワークモデル 9 5 m の形状を特定する第 3 寸法データ 4 3 c が、第 2 メモリ 8 4 に記憶される。

40

【 0 1 5 4 】

図 2 0 に記載の例では、第 1 0 ステップ S T 1 0 において、上述のオフセット量 T 1 が第 2 表示装置 8 5 に表示される。第 1 0 ステップ S T 1 0 は、第 2 表示工程である。

【 0 1 5 5 】

より具体的には、第 2 表示工程は、第 2 表示装置 8 5 に、機械モデル原点 F 0 または機械モデル原点 F 0 に対して位置固定された基準点 F 2 に対する、プログラム原点 F 1 のオ

50

フセット量 T 1 を表示することを含む。

【 0 1 5 6 】

上述のオフセット量 T 1 は、機械原点 G 0 または機械原点 G 0 に対して位置固定された基準点 G 2 (図 1 0 を参照。) に対する、加工プログラム原点 G 1 のオフセット量である第 2 オフセット量 T 2 のデフォルト値 D D として機能する。加工シミュレーション装置 1 において設定された上述のオフセット量 T 1 が、数値制御旋盤 8 において設定される上述の第 2 オフセット量 T 2 のデフォルト値 D D として機能することにより、数値制御旋盤 8 における上述の第 2 オフセット量 T 2 の設定作業が省略されるか、あるいは、当該設定作業が簡略化される (例えば、ワーク 9 5 の基準位置を実測することなく、第 2 オフセット量 T 2 を設定することができる。) 。

10

【 0 1 5 7 】

第 2 表示工程は、第 2 表示装置 8 5 に、上述のオフセット量 T 1 (換言すれば、上述の第 2 オフセット量 T 2 のデフォルト値 D D) を、オペレータが編集可能な形式で表示することを含んでいてもよい。この場合、第 2 表示工程は、当該デフォルト値 D D が予め設定された許容値を超えて変更されることに応じて、第 2 表示装置 8 5 に、再度加工シミュレーションを実行することを推奨するメッセージを表示することを含んでいてもよい。

【 0 1 5 8 】

図 2 1 に記載の例では、第 1 1 ステップ S T 1 1 において、爪 9 4 の形状を特定する寸法データ (より具体的には、第 5 寸法データ 8 4 3 b) が、第 2 表示装置 8 5 に表示される。第 1 1 ステップ S T 1 1 は、第 3 表示工程である。なお、第 2 表示装置 8 5 に、第 5 寸法データ 8 4 3 b の第 1 デフォルトデータ D D 1 として、爪モデル 9 4 m の形状を特定するデータが表示されてもよい。また、第 2 表示装置 8 5 は、当該第 1 デフォルトデータ D D 1 を、オペレータが編集可能な形式で表示してもよい。より具体的には、第 2 表示装置 8 5 は、第 1 デフォルトデータ D D 1 の値を他の値に変更する入力欄 8 5 4 を表示してもよい。また、入力欄 8 5 4 に数値が入力され、変更操作部 8 5 8 b が操作されることにより、第 2 表示装置 8 5 に表示される第 5 寸法データ 8 4 3 b が、入力欄 8 5 4 に入力された数値に基づいて変更されてもよい。

20

【 0 1 5 9 】

図 2 2 に例示されるように、第 3 表示工程 (第 1 1 ステップ S T 1 1) は、第 1 デフォルトデータ D D 1 のいずれかの値が予め設定された許容値を超えて変更されることに応じて、第 2 表示装置 8 5 に、再度加工シミュレーションを実行することを推奨するメッセージ M G 1 を表示することを含んでいてもよい。

30

【 0 1 6 0 】

図 2 3 に記載の例では、第 1 2 ステップ S T 1 2 において、ワーク 9 5 の形状を特定する寸法データ (より具体的には、第 6 寸法データ 8 4 3 c) が、第 2 表示装置 8 5 に表示される。第 1 2 ステップ S T 1 2 は、第 4 表示工程である。なお、第 2 表示装置 8 5 に、第 6 寸法データ 8 4 3 c の第 2 デフォルトデータ D D 2 として、ワークモデル 9 5 m の形状を特定するデータが表示されてもよい。また、第 2 表示装置 8 5 は、当該第 2 デフォルトデータ D D 2 を、オペレータが編集可能な形式で表示してもよい。より具体的には、第 2 表示装置 8 5 は、第 2 デフォルトデータ D D 2 の値を他の値に変更する入力欄 8 5 5 を表示してもよい。また、入力欄 8 5 5 に数値が入力され、変更操作部 8 5 8 c が操作されることにより、第 2 表示装置 8 5 に表示される第 6 寸法データ 8 4 3 c が、入力欄 8 5 5 に入力された数値に基づいて変更されてもよい。

40

【 0 1 6 1 】

図 2 4 に例示されるように、第 4 表示工程 (第 1 2 ステップ S T 1 2) は、第 2 デフォルトデータ D D 2 のいずれかの値が予め設定された許容値を超えて変更されることに応じて、第 2 表示装置 8 5 に、再度加工シミュレーションを実行することを推奨するメッセージ M G 2 を表示することを含んでいてもよい。

【 0 1 6 2 】

第 1 0 ステップ S T 1 0 乃至第 1 2 ステップ S T 1 2 は、どのような順番で実行されて

50

もよい。また、第10ステップST10と第12ステップST12とが同時に実行されてもよく、第11ステップST11と第12ステップST12とが同時に実行されてもよい。更に、第10ステップST10乃至第12ステップST12の各々は、省略されてもよい。

【0163】

第13ステップST13において、プログラム原点F1の位置に基づいて、加工プログラム座標系における加工プログラム原点G1の位置が設定される。第13ステップST13は、加工プログラム原点設定工程である。

【0164】

図10に記載の例では、加工プログラム原点設定工程は、加工プログラム座標系における機械原点G0に対する加工プログラム原点G1の相対位置が、機械モデル原点F0に対するプログラム原点F1の相対位置(図4、図5、図18、または、図19を参照。)と等しくなるように、第2演算装置82が、加工プログラム原点G1の位置を設定することを含む。

10

【0165】

加工プログラム原点設定工程は、機械原点G0または機械原点G0に対して位置固定された基準点G2に対する、加工プログラム原点G1の第2オフセット量T2が、上述のオフセット量T1と等しくなるように、第2演算装置82が、加工プログラム原点G1の位置を設定することを含んでいてもよい。また、第10ステップST10において、第2オフセット量T2が補正された場合には、加工プログラム原点設定工程は、補正後の第2オフセット量T2と補正前の第2オフセット量T2との差分に基づいて、加工プログラム原点G1の位置を補正することを含んでいてもよい。

20

【0166】

第14ステップST14において、加工プログラム原点G1を基準位置として用いて加工プログラム42を実行する数値制御旋盤8によって、ワーク95が加工される。第14ステップST14は、加工工程である。

【0167】

加工工程は、加工プログラム原点G1を基準として、第1工具98の移動経路を決定することを含む。また、加工工程は、第2演算装置82が、複数の制御対象機器(例えば、移動装置87、回転駆動装置90等)の各々に制御指令を送信することを含む。

30

【0168】

例えば、加工工程は、(1)第2演算装置82が、加工プログラム原点G1を基準として決定された第1工具98の移動経路に基づいて、移動指令87iを生成すること、(2)第2演算装置82が、当該移動指令87iを移動装置87に送信すること、および、(3)移動指令87iを受信する移動装置87が、上述の移動経路に沿って、第1工具98を移動させること、を含む。また、加工工程は、(4)第2演算装置82が、回転駆動装置90に回転指令90iを送信すること、および、(5)回転指令90iを受信する回転駆動装置90が、スピンドル91と、チャック93と、複数の爪94と、ワーク95とを、一体的に、第1軸AX1まわりに回転させることを含む。

【0169】

第1の実施形態におけるワーク加工方法では、事前に高精度な加工シミュレーションが実行される。高精度な加工シミュレーションが事前に行われることにより、数値制御旋盤8を用いて行う干渉チェックを省略または簡略化することができる。加工サイトでの干渉チェックが省略または簡略化されることにより、数値制御旋盤8の稼働率を向上させることができる。また、加工サイトにおけるオペレータの作業負担が低減される。

40

【0170】

また、第1の実施形態におけるワーク加工方法では、加工シミュレーションにおいて的確に設定された加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点F1の位置に基づいて、加工プログラム座標系における加工プログラム原点G1が設定される。よって、加工プログラム原点を設定するために、ワーク95の基準位置を実測する作業が不要で

50

あるか、あるいは、当該作業を簡略化することができる。また、加工サイトで行われる段取り作業が少なくなることにより、数値制御旋盤 8 A の稼働率を更に向上させることができる。また、加工サイトにおけるオペレータの作業負担が更に低減される。また、段取り作業に付随するエネルギーの消費が削減されるために、環境への負荷も低減される。

【 0 1 7 1 】

本発明は上記各実施形態または各変形例に限定されず、本発明の技術思想の範囲内において、各実施形態または各変形例は適宜変形又は変更され得ることは明らかである。また、各実施形態または各変形例で用いられる種々の技術は、技術的矛盾が生じない限り、他の実施形態または他の変形例にも適用可能である。さらに、各実施形態または各変形例における任意付加的な構成は、適宜省略可能である。

【符号の説明】

【 0 1 7 2 】

1、1 A ...加工シミュレーション装置、2 ...演算装置、2 a ...プロセッサ、3 ...通信回路、4 ...メモリ、4 M ...記憶媒体、5 ...表示装置、6、6 a、6 b ...入力装置、8、8 A ...数値制御旋盤、10 ...バス、21 ...3次元モデル作成部、22 ...プログラム原点設定部、23 ...移動経路生成部、24 ...干渉チェック部、25 ...表示画像生成部、41 ...演算プログラム、41 a ...3次元モデル作成プログラム、41 b ...プログラム原点設定プログラム、41 c ...シミュレーション演算プログラム、41 d ...表示プログラム、42 ...加工プログラム、43 ...データ、43 a ...第1寸法データ、43 b ...第2寸法データ、43 c ...第3寸法データ、43 e ...機械モデル原点の位置データ、43 f ...プログラム原点の位置を示すデータ、50 A ...シミュレーション画像、50 B ...爪モデルの設定ウィンドウ、50 C ...ワークモデルの設定ウィンドウ、50 D ...ワークモデル作成ウィンドウ、50 E ...チャックモデルの設定ウィンドウ、52 ...タッチパネル付きディスプレイ、55、55 a ...原点設定操作部、80 ...制御ユニット、81 ...バス、82 ...第2演算装置、82 a ...プロセッサ、83 ...第2通信回路、84 ...第2メモリ、85 ...第2表示装置、86 ...第2入力装置、87 ...移動装置、87 a ...第1移動装置、87 b ...第2移動装置、87 c ...第3移動装置、87 i ...移動指令、88 ...第2回転駆動装置、90 ...回転駆動装置、90 i ...回転指令、91 ...スピンドル、91 m ...スピンドルの形状モデル、92 ...アセンブリ、92 m ...アセンブリモデル、93 ...チャック、93 m ...チャックモデル、94 ...爪、94 m ...爪モデル、94 m - s ...特定爪モデル、95 ...ワーク、95 m ...ワークモデル、96 ...刃物台、96 m ...刃物台モデル、96 t ...タレット、97 ...第1工具保持ユニット、97 - 2 ...他の工具保持ユニット、97 m ...第1工具保持ユニットモデル、97 m - 2 ...他の工具保持ユニットモデル、98 ...第1工具、98 - 2 ...他の工具、98 m ...第1工具モデル、98 m - 2 ...他の工具モデル、99 m ...テールストックモデル、100、100 A ...工作機械システム、101 ...ネットワーク、430 f ...オフセット量を示すデータ、501、502、503、504 ...入力欄、841 ...演算プログラム、841 a ...加工演算プログラム、841 b ...第2表示プログラム、843 ...データ、843 a ...第4寸法データ、843 b ...第5寸法データ、843 c ...第6寸法データ、852 ...タッチパネル付きディスプレイ、853、854、855 ...入力欄、858 a、858 b、858 c ...変更操作部、910 m ...基準面、911 m ...スピンドルの形状モデルの先端面、931 m ...チャックモデルの先端面、951 m ...ワークモデルの基端面、952 m ...ワークモデルの先端面、A T ...チャックモデルの回転軸、A X ...チャックの回転軸、A X 1 ...第1軸、A X 2 ...第2軸、D D ...デフォルト値、D D 1 ...第1デフォルトデータ、D D 2 ...第2デフォルトデータ、D D 3 ...第3デフォルトデータ、D T 1 ...デフォルトモデルの形状を特定する寸法データ、F 0 ...機械モデル原点、F 1 ...プログラム原点、F 2 ...基準点、G 0 ...機械原点、G 1 ...加工プログラム原点、G 2 ...基準点、I M ...プログラム原点を示す画像、I M 2 ...加工プログラム原点を示す画像、S 1、S 2、S 3 ...寸法線、T 1 ...オフセット量、T 2 ...第2オフセット量

10

20

30

40

50

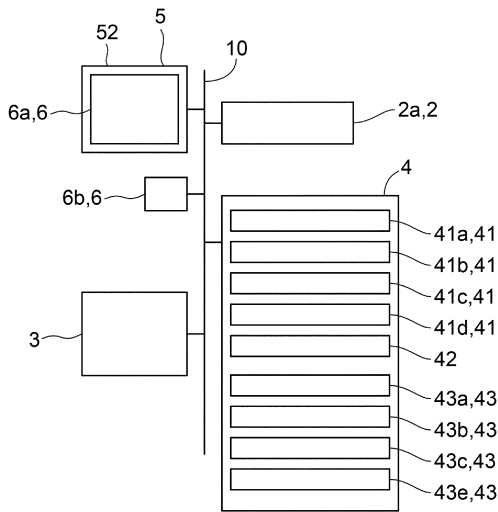
【要約】

加工シミュレーション装置は、演算装置と、通信回路とを具備する。演算装置は、数値制御旋盤の機械原点に対応する加工シミュレーション座標系上の機械モデル原点と、数値制御旋盤のチャックに取り付けられる爪の形状モデルである爪モデルと、複数の爪によって把持されるワークの形状モデルであるワークモデルとに基づいて、加工シミュレーション座標系上の原点であるプログラム原点の位置を設定する。また、演算装置は、プログラム原点を基準位置として用いて加工プログラムを実行することにより、ワークモデルを仮想的に加工する加工シミュレーションを行う。通信回路は、プログラム原点の位置を示すデータを、数値制御旋盤に送信する。

【図面】

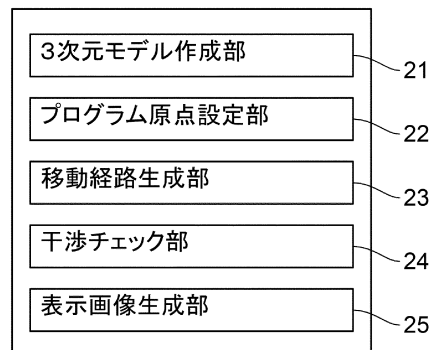
【図 1】

1A,1



【図 2】

2



10

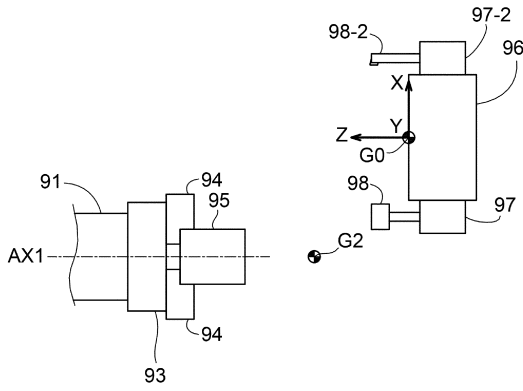
20

30

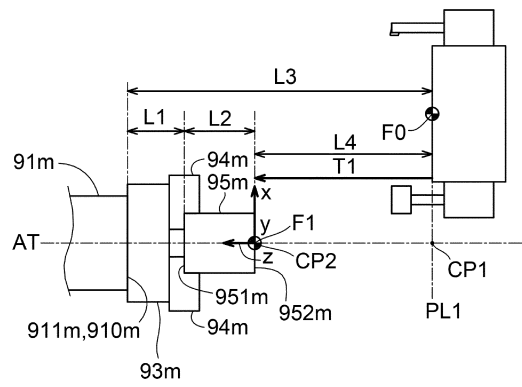
40

50

【 図 3 】

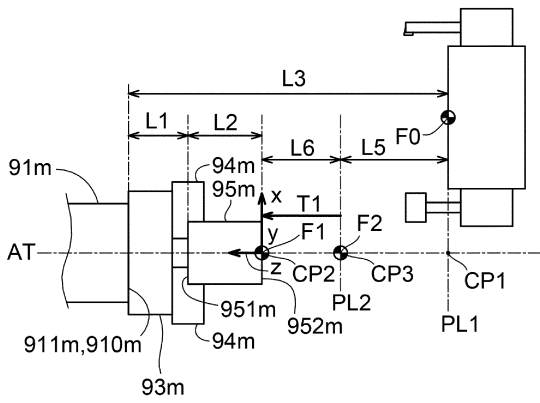


【 図 4 】

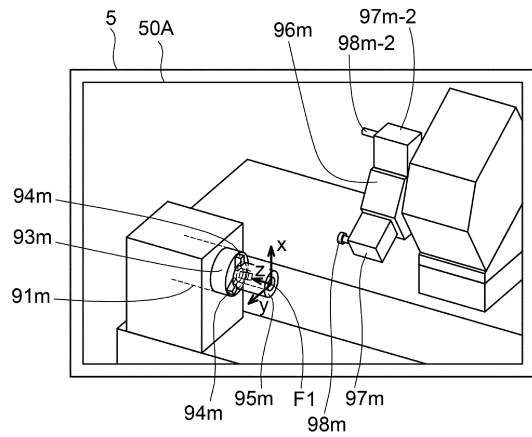


10

【 図 5 】



【 図 6 】



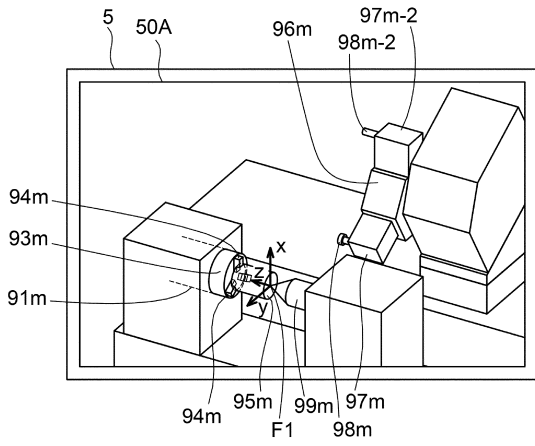
20

30

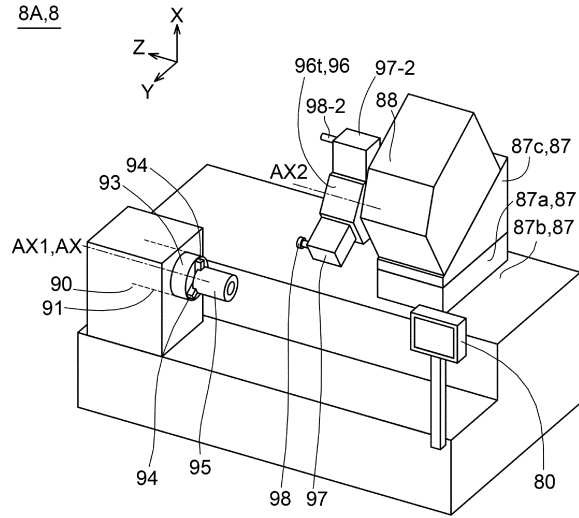
40

50

【 図 7 】

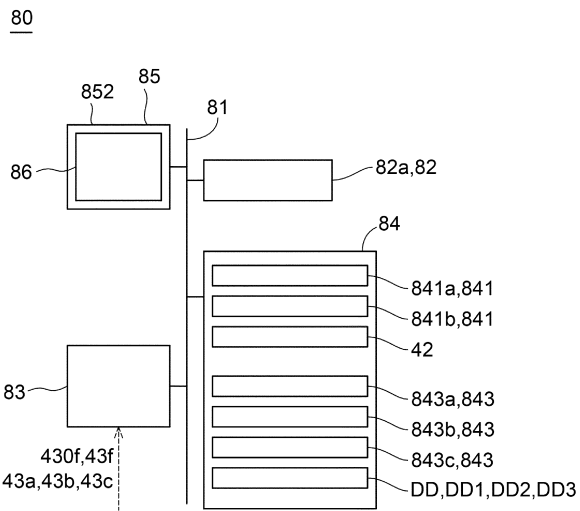


【 図 8 】

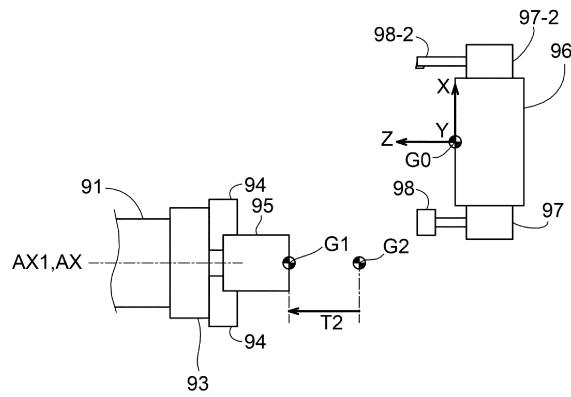


10

【 図 9 】



【 図 10 】



20

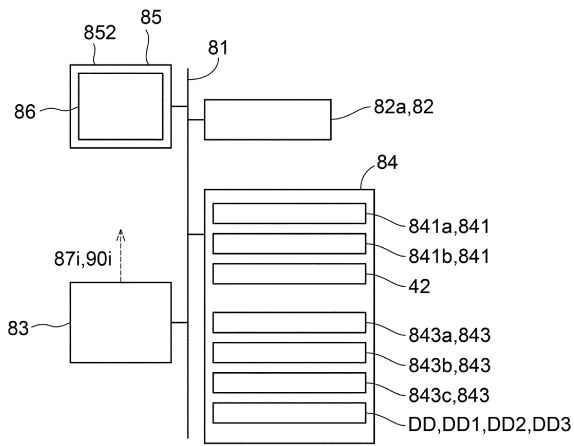
30

40

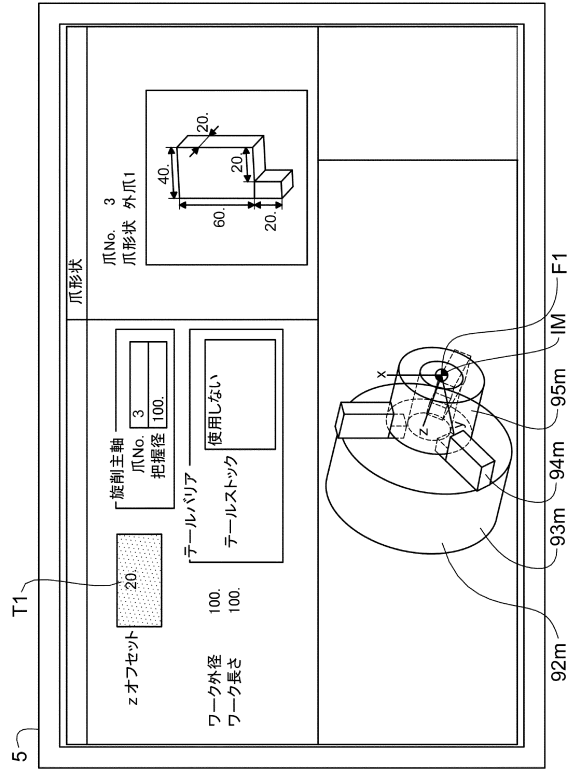
50

【図 1 1】

80



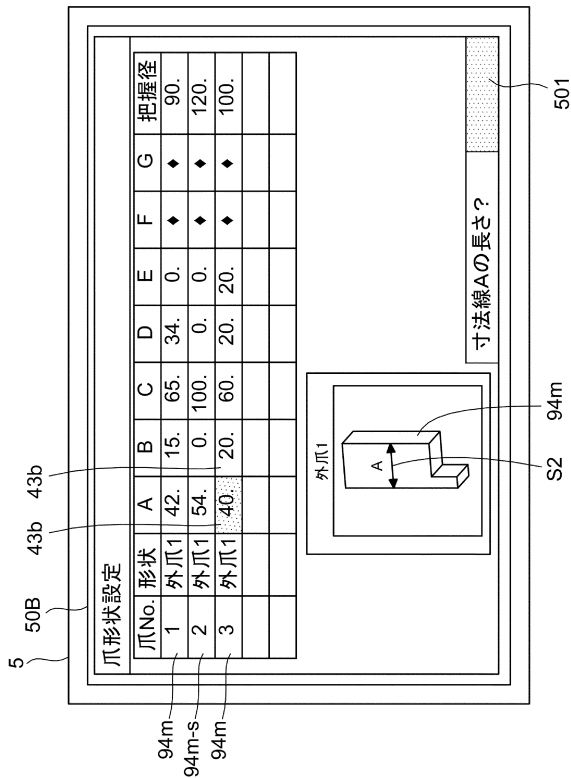
【図 1 2】



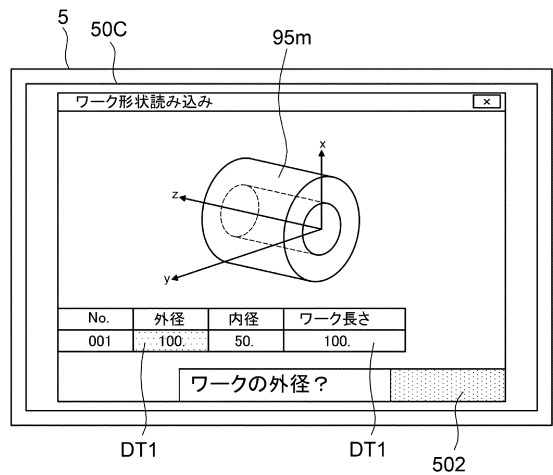
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

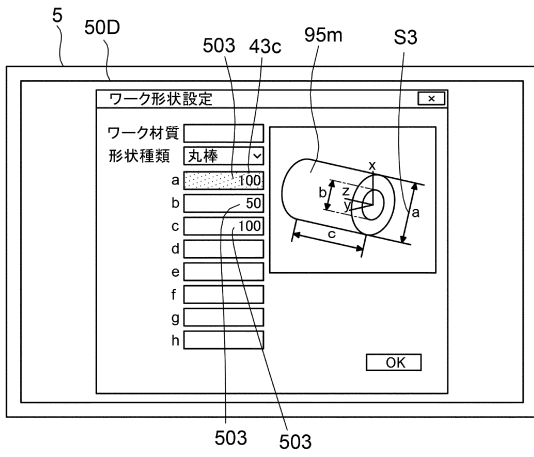


30

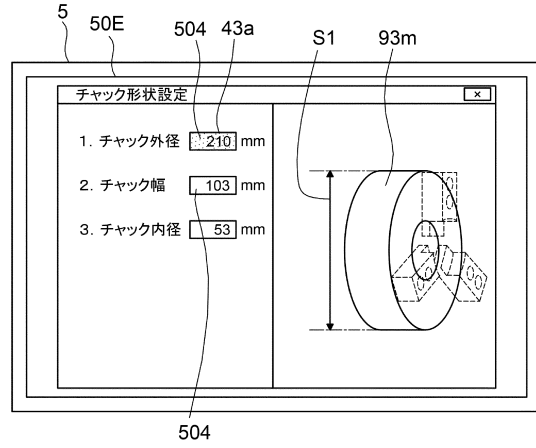
40

50

【図 15】

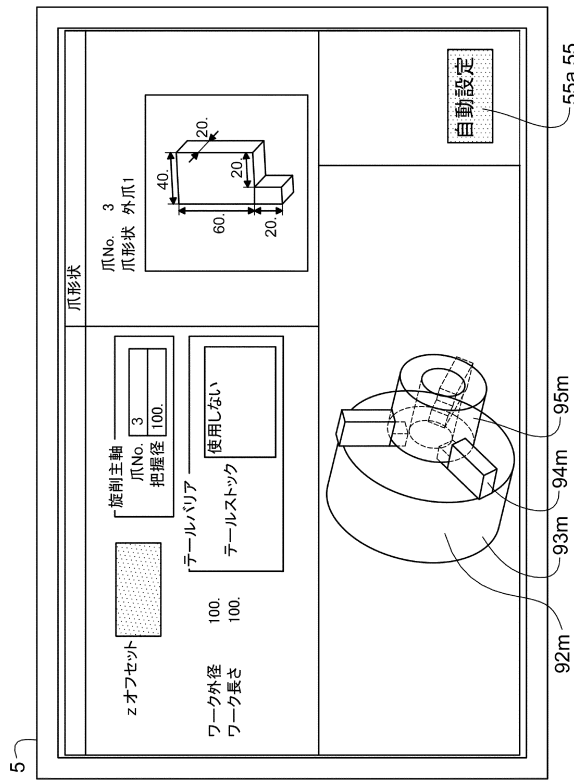


【図 16】

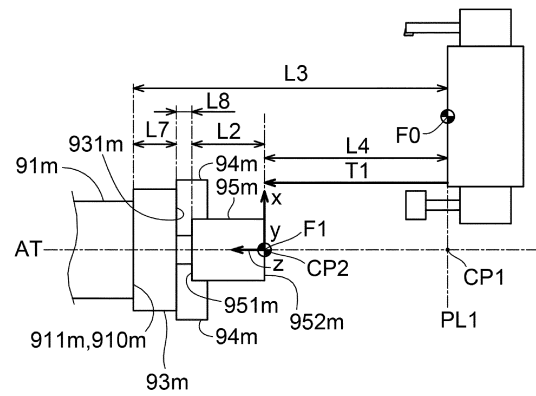


10

【図 17】



【図 18】



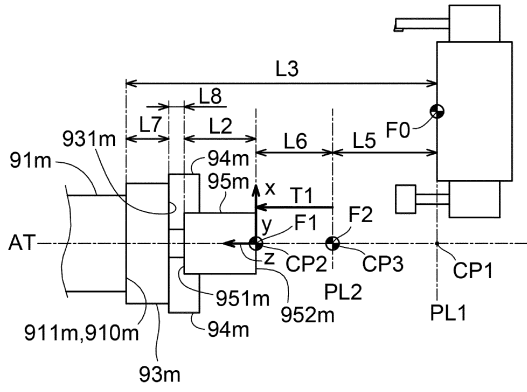
20

30

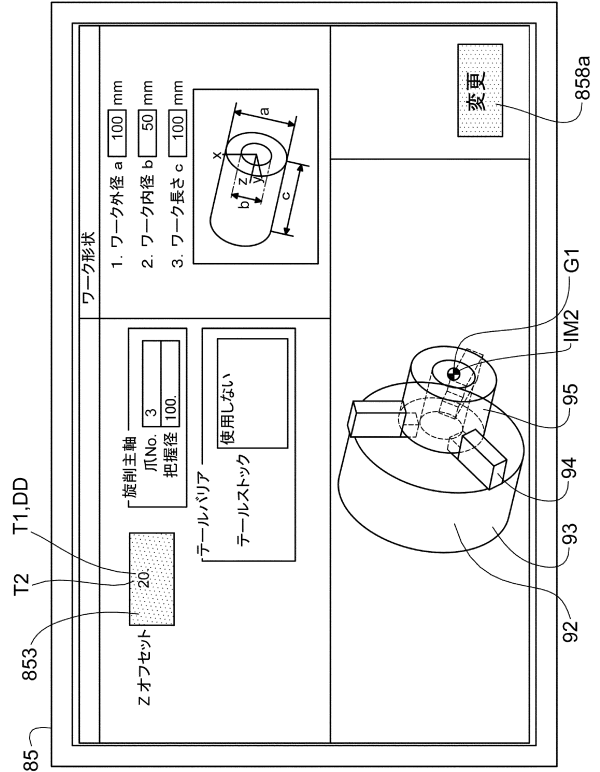
40

50

【図 19】



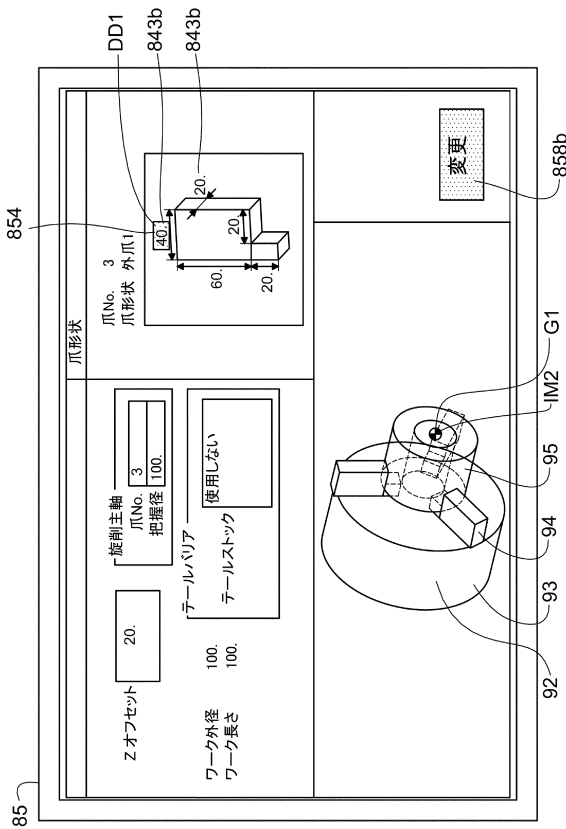
【図 20】



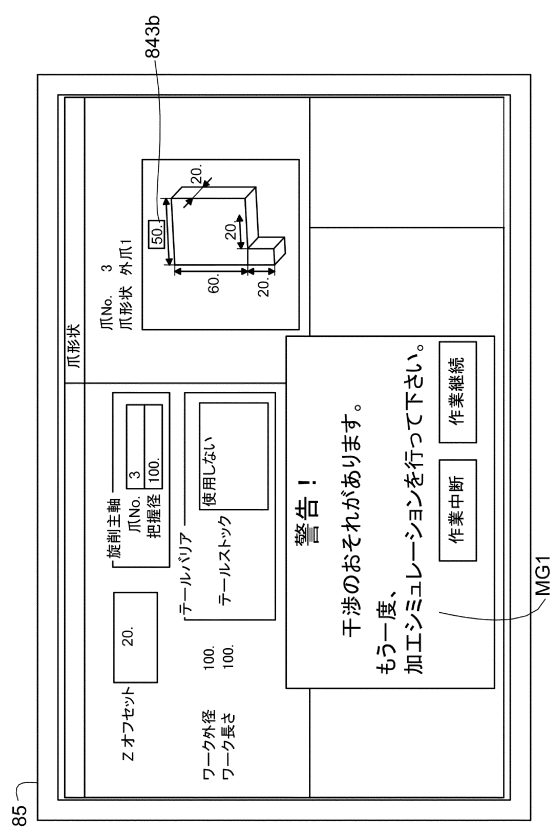
10

20

【図 21】



【図 22】

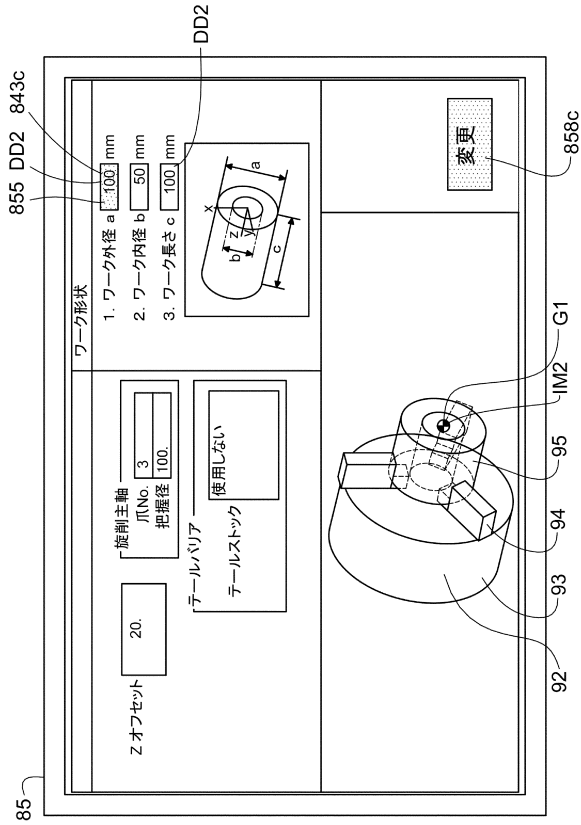


30

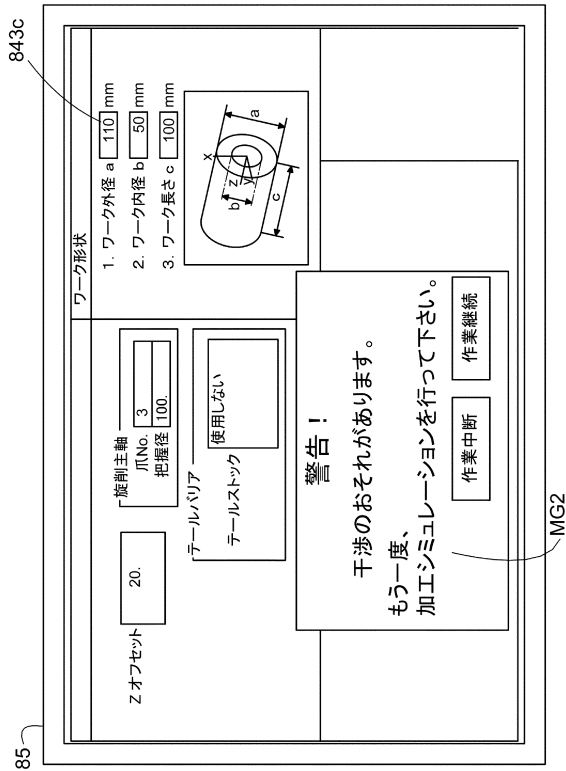
40

50

【図 2 3】



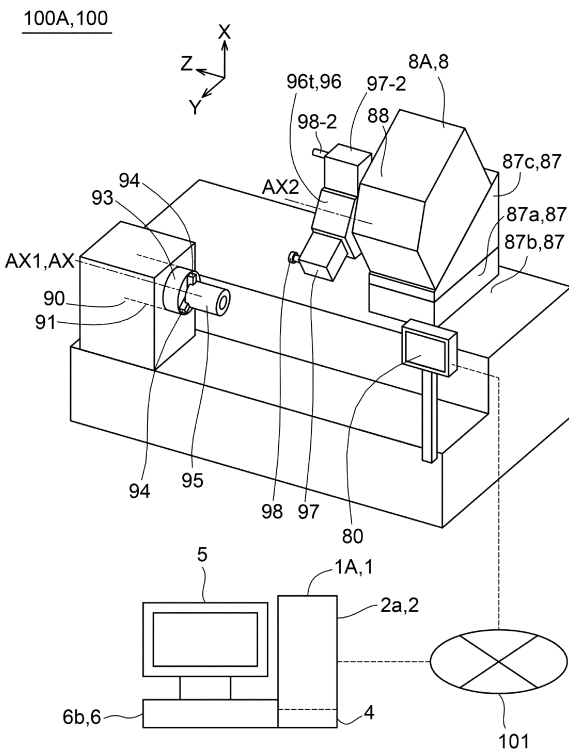
【図 2 4】



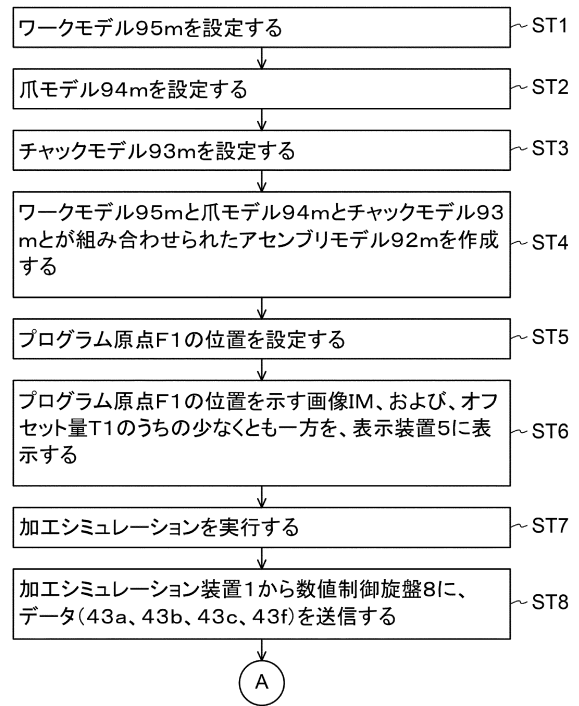
10

20

【図 2 5】



【図 2 6】

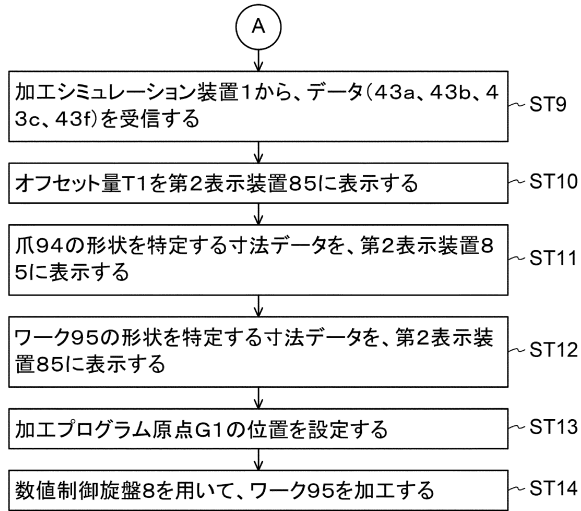


30

40

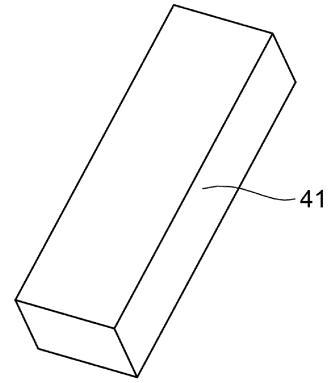
50

【 図 2 7 】



【 図 2 8 】

4M



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 山本 忠博

- (56)参考文献 特開平5 - 261647 (JP, A)
特開昭60 - 180749 (JP, A)
特開昭62 - 54604 (JP, A)
特開平4 - 131910 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B23Q 15/00 ;
G05B 19/4063 - 19/4099 ;
B23B 1/00, 31/00 - 31/42