

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年5月10日(10.05.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/095367 A1

(51) 国際特許分類:
B23Q 15/00 (2006.01) *G05B 19/4097* (2006.01)
B23B 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/040901

(22) 国際出願日: 2022年11月1日(01.11.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: ヤマザキマザック株式会社(YAMAZAKI MAZAK CORPORATION) [JP/JP]; 〒4800197 愛知県丹羽郡大口町竹田 1-1-31 Aichi (JP).

(72) 発明者: 坂香太郎(SAKA, Kotaro); 〒4800197 愛知県丹羽郡大口町竹田 1-1-31 ヤマザキマザック株式会社内 Aichi (JP).

ック株式会社内 Aichi (JP). 小池 俊輔(KOIKE, Shunsuke); 〒4800197 愛知県丹羽郡大口町竹田 1-1-31 ヤマザキマザック株式会社内 Aichi (JP). 片山 拓朗(KATAYAMA, Takuro); 〒4800197 愛知県丹羽郡大口町竹田 1-1-31 ヤマザキマザック株式会社内 Aichi (JP).

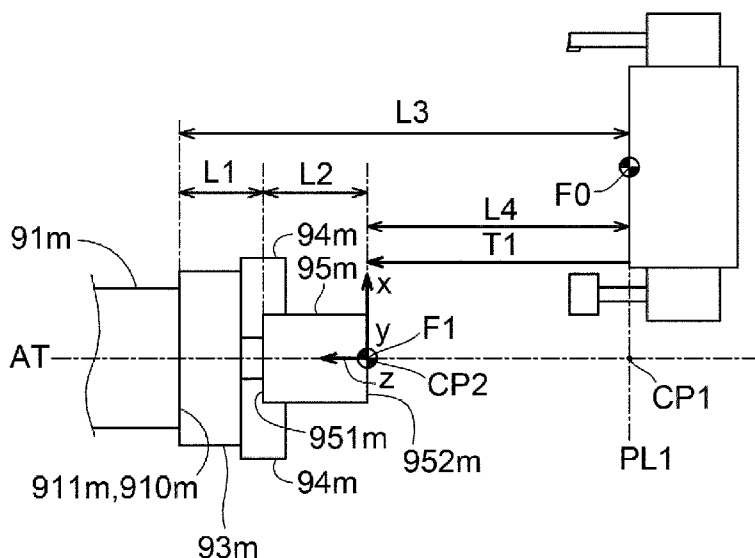
(74) 代理人: 石川 太郎(ISHIKAWA Taro); 〒1420052 東京都品川区東中延 1-4-7 リビオレゾン品川戸越403号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE,

(54) Title: MACHINING SIMULATION DEVICE, NUMERICALLY CONTROLLED LATHE, MACHINE TOOL SYSTEM, WORKPIECE MACHINING METHOD, AND PROGRAM

(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

[図4]



(57) Abstract: This machining simulation device comprises a computation device and a communication circuit. The computation device sets the position of a program origin, that is, an origin in a machining simulation coordinate system, on the basis of a machine model origin in the machining simulation coordinate system which corresponds to a machine



WO 2024/095367 A1

KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

origin of a numerically controlled lathe, a jaw model, that is, a shape model of jaws to be attached to a chuck of the numerically controlled lathe, and a workpiece model, that is, a shape model of a workpiece to be grabbed by the multiple jaws. In addition, the computation device carries out machining simulation to virtually machine the workpiece model by executing a machining program by using the program origin as a reference position. The communication circuit transmits data indicating the position of the program origin to the numerically controlled lathe.

(57) 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。

明 細 書

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

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] 特許文献1：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

エ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。

[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。

[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せら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。

[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。

[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。

[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]（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 1 A、数値制御旋盤 8 A、および、工作機械システム 100 A 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 1 A 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 G 0 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 F 0 とプログラム原点 F 1 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 50 A 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 8 A を模式的に示す概略斜視図である。図 9 は、数値制御旋盤 8 A 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 G 0 と加工プログラム原点 G 1 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 8 A 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 T 1 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 94 m の設定ウィンドウ 50 B 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 95 m の設定ウィンドウ 50 C 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 50 D 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 93 m 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とが組み合わせら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 1 A 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 4 1（例えば、3次元モデル作成プログラム 4 1 a、プログラム原点設定プログラム 4 1 b、シミュレーション演算プログラム 4 1 c、表示プログラム 4 1 d）、ワーク 9 5 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 4 2（より具体的には、ワーク 9 5 を所望の形状に加工するために数値制御旋盤 8 A によって実行されることとなる加工プログラム 4 2）、および、データ 4 3（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 4 3 a、爪モデルの形状を特定する第 2 寸法データ 4 3 b、ワークモデルの形状を特定する第 3 寸法データ 4 3 c、機械モデル原点の位置データ 4 3 e 等）を記憶する。

[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 4 2 を記憶するメモリが、演算プログラム 4 1 あるいはデータ 4 3 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 4 1 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 4 1 の少なくとも一部、あるいは、データ 4 3 の一部を提供してもよい。データ 4 3 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 4 3 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。

[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。

[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。

[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、「ワークモデル95m」という。)は、加工シミュ

レーション座標系において、ワーク95と実質的に同じ形状を有する。

[0025] 演算装置2（より具体的には、プログラム原点設定部22）は、プログラム原点設定プログラム41b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F1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8Aの機械原点G0（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F0（図4を参照。）と、上述の爪モデル94mと、上述のワークモデル95m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F1（図4を参照。）の位置を設定する。

[0026] 図4に示されるように、機械モデル原点F0は、加工シミュレーション座標系上で、数値制御旋盤8Aの機械原点G0を模擬した点である。なお、機械モデル原点F0の位置データ43eは、メモリ4に予め記憶されていることが好ましい。

[0027] 図4に記載の例において、予め設定された基準面910m（例えば、スピンドル91の形状モデル91mの先端面911m）から、爪モデル94mとワークモデル95mの基端面951mとの間の接触面までの距離を、距離L1と定義する。また、ワークモデル95mの基端面951mからワークモデル95mの先端面952mまでの距離を、距離L2と定義する。また、予め設定された基準面910m（例えば、スピンドル91の形状モデル91mの先端面911m）から、機械モデル原点F0までの距離を、距離L3と定義する。また、チャックモデル93mの回転軸ATに沿う方向における機械モデル原点F0とプログラム原点F1との間の距離を、距離L4と定義する。更に、チャックモデル93mの回転軸ATと、機械モデル原点F0をとおり当該回転軸ATに垂直な第1面PL1との交点を、交点CP1と定義する。

[0028] 演算装置2は、例えば、メモリ4に記憶された基準面910mの位置データ、メモリ4に記憶されチャックモデル93mの形状を特定する第1寸法データ43a、および、メモリ4に記憶され爪モデル94mの形状を特定する第2寸法データ43bを用いて、上述の距離L1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 = 距離 L 3 - 距離 L 1 - 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。

[0029] 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。

[0030] 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、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。

[0031] 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。

[0032] 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 $L 6 = \text{距離 } L 3 - \text{距離 } L 1 - \text{距離 } L 2 - \text{距離 } L 5$ 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。

[0033] 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。

[0034] 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。

[0035] 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95m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。

[0036] 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41cを介して加工プログラム42を実行し、且つ、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にシミュレーション画像50Aを表示してもよい。なお、表示プログラム41dは、シミュレーション演算プログラム41cとは別のプログラムであってもよいし、シミュレーション演算プログラム41cに組み込まれたプログラムであってもよい。

[0037] 図8に記載の例では、数値制御旋盤8Aは、ワーク95を把持する複数の爪94と、複数の爪94を支持するチャック93と、チャック93を支持し、第1軸AX1まわりに回転するスピンドル91と、刃物台96と、刃物台96に保持された第1工具保持ユニット97と、第1工具保持ユニット97に保持された第1工具98とを備える。数値制御旋盤8Aは、刃物台96に保持された他の工具保持ユニット97-2と、当該他の工具保持ユニット97-2に保持された他の工具98-2を備えていてもよい。また、数値制御旋盤8Aは、ワーク95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。

[0038] 図6に記載の例では、シミュレーション画像50Aは、少なくとも、ワーク95に対応するワークモデル95mの画像と、複数の爪94に対応する複数の爪モデル94mの画像と、刃物台96に対応する刃物台モデル96mの画像と、第1工具保持ユニット97に対応する第1工具保持ユニットモデル97mの画像と、第1工具98に対応する第1工具モデル98mの画像と、を含む。シミュレーション画像50Aは、他の工具保持ユニット97-2に対応する他の工具保持ユニットモデル97m-2の画像と、他の工具98-2に対応する他の工具モデル98m-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50Aは、テール

ストックに対応するテールストックモデル 99 m の画像を含んでいてもよい。

[0039] 演算装置 2（より具体的には、移動経路生成部 23）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 41 c を介して加工プログラム 42 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 F1 を基準として、第 1 工具モデル 98 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 41 c および表示プログラム 41 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 98 m、および、第 1 工具モデル 98 m とともに移動する複数のモデル（96 m、97 m、97 m-2、98 m-2）が、ワークモデル 95 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 50 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 95 m は、第 1 工具モデル 98 m によって疑似的に加工される。

[0040] また、演算装置 2（より具体的には、干渉チェック部 24）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 41 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 98 m、および、第 1 工具モデル 98 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 95 m、テールストックモデル 99 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 96 m に取り付けられた第 1 工具保持ユニットモデル 97 m と、ワークモデル 95 m との間の干渉、（2）刃物台モデル 96 m に取り付けられた第 1 工具保持ユニットモデル 97 m 以外の他の工具保持ユニットモデル 97 m-2、あるいは、第 1 工具モデル 98 m 以外の他の工具モデル 98 m-2 と、ワークモデル 95 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 98 m、あるいは、

第1工具モデル98m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99mとの間の干渉、等が含まれる。

[0041] 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F1（図4または図5を参照。）の位置を示すデータ43fを、数値制御旋盤8A（図8を参照。）に送信する。

[0042] 第1の実施形態における加工シミュレーション装置1Aでは、機械モデル原点F0と、爪モデル94mと、ワークモデル95m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F1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F0に対するプログラム原点F1（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F1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8A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8A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。

[0043] 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1Aでは、加工シミュレーション座標系上のプログラム原点F1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F1の位置を示すデータ43fが、数値制御旋盤8Aに送信される。この場合、数値制御旋盤8Aは、加工シミュレーション座標系上のプログラム原点F1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95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8A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。

[0044] 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。

[0045] また、段取り作業の一部がデジタル化され、DX（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 DX が促進される。

[0046] (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。

[0047] 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 AX 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。

[0048] 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 AX 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 AX から離れる方向に爪 9 4 を移動させることができる。

[0049] 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。

[0050] 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 AX 1 まわりに回転する。

[0051] 回転駆動装置 9 0 は、スピンドル 9 1 を第 1 軸 AX 1 まわりに回転させる。第 1 軸 AX 1 は、チャック 9 3 の回転軸 AX と同軸である。回転駆動装置

90がスピンドル91を第1軸AX1まわりに回転させることにより、スピンドル91と、チャック93と、複数の爪94と、ワーク95とは、一体的に、第1軸AX1まわりに回転する。

[0052] 移動装置87は、ワーク95を加工する第1工具98を移動させる。移動装置87は、第1工具98と、第1工具98を保持する第1工具保持ユニット97と、第1工具保持ユニット97を支持する刃物台96（例えば、タレット96t）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AX1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96t）を移動させる第1移動装置87aを含んでいてもよい。付加的に、移動装置87は、第1軸AX1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96t）を移動させる第2移動装置87b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96t）の高さを変更する第3移動装置87c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8A（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8A（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8Aは、第2表示装置とは別に設けられた第2入力装置（例

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82a(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1Aから、プログラム原点F1の位置を示すデータ43f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F1の位置を示すデータ43fを記憶する。加工シミュレーション装置1A、および、プログラム原点F1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1A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1A、および、プログラム原点F1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841aと、第2表示プログラム841b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F1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G1の位置(図10を参照。)を設定する。第2演算装置82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。

[0061] 第2演算装置82は、第2メモリ84に記憶された加工プログラム42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98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82が加工プログラム42を実行することには、第2演算装置82が加工演算プログラム841aを介して加工プログラム42を実行することが包含される。換言すれば、第2演算装置82が、加工演算プログラム841aを実行することにより、第2演算装置82によって加工プログラム42が処理（換言すれば、解釈）されてもよい。また、第2演算装置82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98の移動経路を決定してもよい。第2演算装置82は、当該移動経路に基づいて、移動装置87に送信されることとなる移動指令87iを生成する。第2演算装置82によって生成された移動指令87i（図11を参照。）は、移動装置87に送信される。また、第2演算装置82は、加工プログラム42を実行することにより（例えば、加工演算プログラム841aを介して加工プログラム42を実行することにより）、回転指令90iを生成する。第2演算装置82によって生成された回転指令90i（図11を参照。）は、回転駆動装置90に送信される。

[0062] 回転指令90iを受信する回転駆動装置90は、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。また、移動指令87iを受信する移動装置87は、上述の移動経路に沿って、第1工具98を移動させる。

[0063] 第1の実施形態における数値制御旋盤8A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1A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。

[0064] 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。

[0065] （工作機械システム 100 A）

続いて、第 1 の実施形態における工作機械システム 100 A について説明する。

[0066] 図 25 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 100 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 101 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 1 A、数値制御旋盤 8 A 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 1 A、数値制御旋盤 8 A 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とが組み合わせられ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] 加工シミュレーション装置1Aは、上述のオフセット量T1を示すデータを、上述のプログラム原点F1の位置を示すデータ43fとして、数値制御旋盤8Aに送信してもよい。

[0076] （爪モデル94mの設定）

図13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25）は、メモリ4に記憶された演算プログラム41（より具体的には、表示プログラム41d）を実行することにより、表示装置5に、爪モデル94mの設定ウィンドウ50Bを表示させる。なお、前回使用された爪モデル94mがそのまま使用される場合には、爪モデル94mの設定は省略されてもよい。

[0077] 設定ウィンドウ50Bにおいて、既に形状設定されている複数の爪モデル94mの中から特定の爪モデル（以下、特定爪モデル94m-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94m-sが、上述のプログラム原点F1の位置の設定に用いられる爪モデル94mに決定されてもよい。

[0078] 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41dを実行することにより、表示装置5に、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させてもよい。表示装置5は、設定ウィンドウ50Bの中に、第2寸法データ43bの値が入力される入力欄501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41（より具体的には、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、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とを同時に表示させてもよい。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に自動表示させてもよい。

[0079] 図13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94m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94mの形状を特定する第2寸法データ43bを決定し、決定された第2寸法データ43b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41a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94mの形状を特定する第2寸法データ43bとしてメモリ4に記憶してもよい。

[0080] (ワークモデル95mの設定)

図14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25）は、メモリ4に記憶された演算プログラム41（より具体的には、表示プログラム41d）を実行することにより、表示装置5に、ワークモデル95mの設定ウィンドウ50Cを表示させる。図14に記載の例では、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（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。

[0081] 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。

[0082] 図15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95m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95mの形状を特定する第3寸法データ43cを決定し、決定された第3寸法データ43c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41a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95mの形状を特定する第3寸法データ43cとしてメモリ4に記憶してもよい。

[0083] (チャックモデル93mの設定)

図16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25)は、メモリ4に記憶された演算プログラム41(より具体的には、表示プログラム41d)を実行することにより、表示装置5に、チャックモデル93mの設定ウィンドウ50Eを表示させる。なお、前回使用されたチャックモデル93mがそのまま使用される場合には、チャックモデル93mの設定は省略されてもよい。

[0084] 図16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、チャックモデル93mの形状を特定する第1寸法データ43a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50Eの中に、第1寸法データ43aの値が入力される入力欄504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41(より具体的には、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、3次元表示形式のチャックモデル93mと、当該3次元表示形式のチャックモデル93mに付加された寸法線S1と、当該寸法線S1の長が入力される入力欄504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504に入力された値に基づいて、3次元表示形式のチ

チャックモデル93mの形状、および、寸法線S1の長さを自動変更し、変更後のチャックモデル93m、および、変更後の寸法線S1を、表示装置5に自動表示させてもよい。

[0085] 図16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93m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93mの形状を特定する第1寸法データ43aを決定し、決定された第1寸法データ43a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チャ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41a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93mの形状を特定する第1寸法データ43aとしてメモリ4に記憶してもよい。

[0086] 図17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21）は、メモリ4に記憶された演算プログラム41（より具体的には、3次元モデル作成プログラム41a）を実行することにより、設定されたチャックモデル93mと、設定された爪モデル94mと、設定されたワークモデル95mとに基づいて、チャックモデル93mと、爪モデル94mと、ワークモデル95mとが組み合わせられたアセンブリモデル92m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25）は、メモリ4に記憶された演算プログラム41（より具体的には、表示プログラム41d）を実行することにより、作成されたアセンブリモデル92mを、表示装置5に表示させる。

[0087] 図16に記載の例では、チャックモデル93mの形状を変更可能である。この場合、プログラム原点F1の位置の設定において、爪モデル94mの寸法データおよびワークモデル95mの寸法データに加えて、チャックモデル93mの寸法データが使用される。

[0088] 図18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22）は、数値制御旋盤8Aの機械原点G0（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。

[0089] 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18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。

[0090] 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。

[0091] 図18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。

- [0092] 付加的に、図3に例示されるように、機械原点G0に対して位置固定された基準点G2（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）が設定されてもよい（図19を参照。）。また、当該基準点F2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F2（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G2（図3を参照。）に対応する点である。
- [0093] 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22）は、距離L6 = 距離L3 - 距離L7 - 距離L8 - 距離L2 - 距離L5の計算式を用いて、上述の距離L6を算出可能である。なお、「距離L2」、「距離L3」、「距離L5」、「距離L7」、「距離L8」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。
- [0094] 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22）は、プログラム原点F1の位置を、上述の交点CP3からワークモデル95mの先端面952mに向かって、チャックモデル93mの回転軸ATに沿って距離L6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F1の位置を、ワークモデルの所定位置（例えば、上述の回転軸ATとワークモデルの先端面952mとの交点CP2）に的確に設定することができる。
- [0095] 演算装置2は、機械モデル原点F0と、爪モデル94mと、ワークモデル95mと、チャックモデル93mとに基づいて、上述のプログラム原点F1の位置を設定する。また、プログラム原点F1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23および干渉チェック部24）は、プログラム原点F1を基準位置として用いて、ワークモデル95m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。

[0096] (加工プログラム原点G1)

図9に記載の例では、数値制御旋盤8Aの第2通信回路83は、プログラム原点F1の位置を示すデータ43f(例えば、プログラム原点F1のオフセット量T1を示すデータ430f)を、加工シミュレーション装置1Aから受信する。また、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F1の位置を示すデータ43f(例えば、プログラム原点F1のオフセット量T1を示すデータ430f)を記憶する。

[0097] 図20に記載の例では、第2演算装置82は、第2メモリ84に記憶された第2表示プログラム841bを実行することにより、第2表示装置85に、プログラム原点F1のオフセット量T1(換言すれば、機械モデル原点F0または機械モデル原点F0に対して位置固定された基準点F2に対する、プログラム原点F1のオフセット量T1)を表示させる。

[0098] 上述のオフセット量T1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(図3を参照。)に対する、加工プログラム原点G1のオフセット量(以下、「第2オフセット量T2」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T2の一例が模式的に示されている。なお、第2オフセット量T2は、Z軸方向(換言すれば、チャック93の回転軸AX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。

[0099] 加工シミュレーション装置1Aにおいて設定された上述のオフセット量T1が、数値制御旋盤8Aにおいて設定される上述の第2オフセット量T2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8Aにおける上述の第2オフセット量T2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95の基準位置を実測することなく、第2オフセット量T2を設定することができる。)

[0100] 図20に例示されるように、第2演算装置82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、第2表示装置85に、上述のオフセット量T1（換言すれば、第2オフセット量のデフォルト値DD）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85は、第2オフセット量T2のデフォルト値DDを他の値に変更する入力欄853を表示してもよい。入力欄853に数値が入力され、変更操作部858a（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T2が、デフォルト値DDから入力欄853に入力された数値に変更される。

[0101] 第2演算装置82は、第2オフセット量T2と、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とに基づいて、加工プログラム原点G1の位置を設定する（図10を参照。）。また、第2演算装置82は、第2メモリ84に記憶された加工プログラム42を実行することにより（例えば、加工演算プログラム841aを介して加工プログラム42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G1を基準として、第1工具98の移動経路を決定する。また、第2演算装置82は、当該移動経路に基づいて、移動装置87に送信されることとなる移動指令87iを生成する。第2演算装置82によって生成された移動指令87i（図11を参照。）は、移動装置87に送信される。また、第2演算装置82は、加工プログラム42を実行することにより（例えば、加工演算プログラム841aを介して加工プログラム42を実行することにより）、回転指令90iを生成する。第2演算装置82によって生成された回転指令90i（図11を参照。）は、回転駆動装置90に送信される。こうして、第1工具98が移動経路に沿って移動し、ワーク95が第1工具98によって加工される。

[0102] （爪モデル94m、および、ワークモデル95mの利用）

数値制御旋盤8Aの第2通信回路83は、爪モデル94mの形状を特定する第2寸法データ43b、ワークモデル95mの形状を特定する第3寸法データ43cを加工シミュレーション装置1Aから受信してもよい。付加的に

、第2通信回路83は、チャックモデル93mの形状を特定する第1寸法データ43aを加工シミュレーション装置1Aから受信してもよい。

[0103] 図9に例示されるように、第2メモリ84は、第2通信回路83を介して受信される爪モデル94mの形状を特定する第2寸法データ43bを、爪94の形状を特定する第5寸法データ843bのデフォルトデータ（以下、「第1デフォルトデータDD1」という。）として記憶してもよい。第2メモリ84は、第2通信回路83を介して受信されるワークモデル95mの形状を特定する第3寸法データ43cを、ワーク95の形状を特定する第6寸法データ843cのデフォルトデータ（以下、「第2デフォルトデータDD2」という。）として記憶してもよい。また、第2メモリ84は、第2通信回路83を介して受信されるチャックモデル93mの形状を特定する第1寸法データ43aを、チャック93の形状を特定する第4寸法データ843aのデフォルトデータ（以下、「第3デフォルトデータDD3」という。）として記憶してもよい。

[0104] 図20に例示されるように、第2演算装置82は、第2メモリ84に記憶された第2表示プログラム841bを実行することにより、デフォルトデータ（DD1、DD2、DD3）に基づいて、第2表示装置85に、チャック93と、爪94と、ワーク95とが組み合わされたアセンブリ92を、3次元表示形式で表示させてもよい。第2表示装置85は、当該アセンブリ92の3次元画像と、後述の加工プログラム原点G1を示す画像IM2とを同時に表示してもよい。

[0105] 図21に記載の例では、第2演算装置82は、第2メモリ84に記憶された第2表示プログラム841bを実行することにより、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85は、第1デフォルトデータDD1の値を他の値に変更する入力欄854を表示してもよい。入力欄854に数値が入力され、変更操作部858b（より具体的には、第2表示装置85に表示された変更操作画像）が操作されることにより、爪94の形状を特定

する第5寸法データ843bが、入力欄854に入力された数値に基づいて変更される。

[0106] 図22に例示されるように、第2演算装置82は、第1デフォルトデータDD1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を表示させてもよい。換言すれば、第2演算装置82は、爪モデル94mの形状に対する爪94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1Aを用いて、爪モデル94mおよびワークモデル95mを含むアセンブリモデル92mの再設定と、プログラム原点F1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。

[0107] 図23に記載の例では、第2演算装置82は、第2メモリ84に記憶された第2表示プログラム841bを実行することにより、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85は、第2デフォルトデータDD2の値を他の値に変更する入力欄855を表示してもよい。入力欄855に数値が入力され、変更操作部858c（より具体的には、第2表示装置85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95の形状を特定する第6寸法データ843cが、入力欄855に入力された数値に基づいて変更される。

[0108] 図24に例示されるように、第2演算装置82は、第2デフォルトデータDD2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を表示させてもよい。換言すれば、第2演算装置82は、ワークモデル95mの形状に対するワーク95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MG 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。

[0109] (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。

[0110] 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。

[0111] 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9 5 mの形状を特定する第3寸法データ4 3 c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4 3 cを記憶すること、を含む。

[0112] 図1 4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9 5 mを抽出すること、および、抽出されたワークモデル9 5 mに基づいて、演算装置2が、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を決定すること、を含んでもよい。代替的に、図1 5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、演算装置2が、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を決定することを含んでもよい。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。

[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。

[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。

[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。

- [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ST1の前に実行されてもよい。
- [0118] 第3ステップST3において、チャックモデル93mが設定される。第3ステップST3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93mの形状を特定する第1寸法データ43a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43aを記憶すること、を含む。
- [0119] 第3設定工程は、入力装置6を介してチャックモデル93m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93mの形状を特定する第1寸法データ43a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93m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93mに基づいて、演算装置2が、チャックモデル93mの形状を特定する第1寸法データ43aを決定することと、を含んでいてもよい。
- [0120] 第3ステップST3の実行中あるいは第3ステップST3の実行後に、チャックモデル93mが表示装置5に表示されてもよい。図16に例示されるように、チャックモデル93mを表示装置5に表示することは、チャックモデル93mの形状を特定する第1寸法データ43a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16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。

[0121] 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。

[0122] 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。

[0123] 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。

[0124] 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。

- [0125] 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G0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F0と、数値制御旋盤8のチャック93に取り付けられる爪94の形状モデルである爪モデル94mと、複数の爪94によって把持されるワーク95の形状モデルであるワークモデル95m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F1の位置を設定する。
- [0126] また、チャックモデル93m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93mの形状も考慮して、プログラム原点F1の位置を設定する。より具体的には、図18または図19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F0と、上述の爪モデル94mと、上述のワークモデル95mと、チャックモデル93m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F1の位置を設定する。
- [0127] 演算装置2が、プログラム原点F1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18または図19）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F1の位置を設定するために必要なデータ（例えば、基準面910mの位置データ、機械モデル原点F0の位置データ43e、爪モデル94mの形状を特定する第2寸法データ43b、ワークモデル95mの形状を特定する第3寸法データ43c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。
- [0128] プログラム原点設定工程（第5ステップST5）は、演算装置2によって設定されたプログラム原点F1の位置を示すデータ43f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F1の位置を示すデータ43fは、機械モデル原点F0または機械モデル原点F0に対して位置固定された基準点F2に対する、プログラム原点F1のオフセット量T1

を示すデータであってもよい。

- [0129] 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のうち少なくとも一方が、表示装置5に表示される（図12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94 mと、3次元表示形式のワークモデル95 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。
- [0130] 第7ステップS T 7において、ワークモデル95 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23、および、干渉チェック部24）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42を実行することにより、ワークモデル95 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。
- [0131] 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95 mを疑似的に加工する第1工具モデル98 mの移動経路データを生成することを含む。
- [0132] 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98 m、および、第1工具モデル98 mとともに移動する複数のモデル（96 m、97 m、97 m-2、98 m-2）が、ワークモデル95 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てもよい。当該動画において、ワークモデル95 mは、第1工具モデル98 mによって疑似的に加工される。

- [0133] 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もよい。
- [0134] 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。
- [0135] 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。
- [0136] 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もよい。
- [0137] 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もよい。
- [0138] 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。

[0139] 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41）は、（1）数値制御旋盤8の機械原点G0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F0と、数値制御旋盤8のチャック93に取り付けられる爪94の形状モデルである爪モデル94mと、複数の爪94によって把持されるワーク95の形状モデルであるワークモデル95m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F1の位置を設定する工程（換言すれば、上述の第5ステップST5）と、（2）プログラム原点F1を基準位置として用いて加工プログラム42を実行することにより（例えば、プログラム原点F1を基準位置として用いて加工プログラム42を解釈することにより）、ワークモデル95m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ST7）と、（3）プログラム原点F1の位置を示すデータ43f（例えば、上述のオフセット量T1）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ST8）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。

[0140] 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41）は、上述の第1設定工程（第1ステップST1）、および／または、上述の第2設定工程（第2ステップST2）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41）は、上述の第3設定工程（第3ステップST3）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41）は、上述のアセンブリモデル作成工程（第4ステップST4）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41）は、上述の表示工程（第6ステップST6）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。

[0141] 例えば、図13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41）は、（1）3次元表示形式の爪モデル94mと、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、表示装置5に同時に表示する工程と、（2）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。

[0142] 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41）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41）を記録した不揮発性記憶媒体は、図28に例示されるように、可搬式の記憶媒体4Mであってもよい。

[0143] 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41）、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41）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1Aと同様の効果を奏する。

[0144] （ワーク加工方法）

図1乃至図27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26および図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。

[0145] 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100A、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100A（より具体的には、加工シミュレーション装置1Aおよび数値制御旋盤8A）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100Aについての繰り返しとなる説明は省略する。

[0146] 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G0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F0と、数値制御旋盤8のチャック93に取り付けられる爪94の形状モデルである爪モデル94mと、複数の爪94によって把持されるワーク95の形状モデルであるワークモデル95m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F1の位置を設定する工程（換言すれば、上述の第5ステップST5）と、（2）プログラム原点F1を基準位置として用いて加工プログラム42を実行することにより、ワークモデル95m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ST7）と、（3）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の位置を設定する工程（換言すれば、後述の第13ステップST13）と、（4）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を加工する工程（換言すれば、後述の第14ステップST14）と、を具備する。

[0147] 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ST1）、および／または、上述の第2設定工程（第2ステップST2）を含んでもよい。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ST3）を含んでもよい。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ST4）を含んでもよい。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ST6）を含んでもよい。また、第1の実施形態におけるワーク加工方法は、上述の第

ータ送信工程（第8ステップST8）を含んでいてもよい。

- [0148] 第1ステップST1乃至第8ステップST8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ST1乃至第8ステップST8についての繰り返しとなる説明は省略する。
- [0149] 第8ステップST8の実行後、第9ステップST9において、数値制御旋盤8の第2通信回路83は、加工シミュレーション装置1から、データ（43a、43b、43c、43f）を受信する。第9ステップST9はデータ受信工程である。
- [0150] 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83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F1の位置を示すデータ43f（例えば、上述のオフセット量T1を示すデータ430f）を受信することを含む。
- [0151] 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83が、加工シミュレーション装置1から、爪モデル94mの形状を特定する第2寸法データ43b、および、ワークモデル95mの形状を特定する第3寸法データ43c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83が、加工シミュレーション装置1から、チャックモデル93mの形状を特定する第1寸法データ43aを受信することを含んでいてもよい。
- [0152] また、データ受信工程は、数値制御旋盤8の第2通信回路83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。
- [0153] 第2通信回路83を介して受信されたデータ（43a、43b、43c、43f、430f）は、第2メモリ84に記憶される。例えば、プログラム原点F1の位置を示すデータ43f（より具体的には、上述のオフセット量T1を示すデータ430f）が、第2メモリ84に記憶される。また、チャ

ックモデル 93 m の形状を特定する第 1 寸法データ 43 a、爪モデル 94 m の形状を特定する第 2 寸法データ 43 b、および、ワークモデル 95 m の形状を特定する第 3 寸法データ 43 c が、第 2 メモリ 84 に記憶される。

[0154] 図 20 に記載の例では、第 10 ステップ ST 10 において、上述のオフセット量 T1 が第 2 表示装置 85 に表示される。第 10 ステップ ST 10 は、第 2 表示工程である。

[0155] より具体的には、第 2 表示工程は、第 2 表示装置 85 に、機械モデル原点 F0 または機械モデル原点 F0 に対して位置固定された基準点 F2 に対する、プログラム原点 F1 のオフセット量 T1 を表示することを含む。

[0156] 上述のオフセット量 T1 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 (図 10 を参照。) に対する、加工プログラム原点 G1 のオフセット量である第 2 オフセット量 T2 のデフォルト値 DD 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 T1 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 T2 のデフォルト値 DD 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 T2 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 95 の基準位置を実測することなく、第 2 オフセット量 T2 を設定することができる。) 。

[0157] 第 2 表示工程は、第 2 表示装置 85 に、上述のオフセット量 T1 (換言すれば、上述の第 2 オフセット量 T2 のデフォルト値 DD) 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 DD 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 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を表示することを含んでいてもよい。

[0158] 図 21 に記載の例では、第 11 ステップ ST 11 において、爪 94 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 843 b) が、第 2 表示装置 85 に表示される。第 11 ステップ ST 11 は、第 3 表示工程である。なお、第 2 表示装置 85 に、第 5 寸法データ 843 b の第 1 デフォル

トデータDD1として、爪モデル94m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85は、当該第1デフォルトデータDD1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85は、第1デフォルトデータDD1の値を他の値に変更する入力欄854を表示してもよい。また、入力欄854に数値が入力され、変更操作部858bが操作されることにより、第2表示装置85に表示される第5寸法データ843bが、入力欄854に入力された数値に基づいて変更されてもよい。

[0159] 図22に例示されるように、第3表示工程（第11ステップST11）は、第1デフォルトデータDD1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を表示することを含んでいてもよい。

[0160] 図23に記載の例では、第12ステップST12において、ワーク95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843c）が、第2表示装置85に表示される。第12ステップST12は、第4表示工程である。なお、第2表示装置85に、第6寸法データ843cの第2デフォルトデータDD2として、ワークモデル95m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85は、当該第2デフォルトデータDD2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85は、第2デフォルトデータDD2の値を他の値に変更する入力欄855を表示してもよい。また、入力欄855に数値が入力され、変更操作部858cが操作されることにより、第2表示装置85に表示される第6寸法データ843cが、入力欄855に入力された数値に基づいて変更されてもよい。

[0161] 図24に例示されるように、第4表示工程（第12ステップST12）は、第2デフォルトデータDD2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MG 2を表示することを含んでいてもよい。

[0162] 第10ステップST 10乃至第12ステップST 12は、どのような順番で実行されてもよい。また、第10ステップST 10と第12ステップST 12とが同時に実行されてもよく、第11ステップST 11と第12ステップST 12とが同時に実行されてもよい。更に、第10ステップST 10乃至第12ステップST 12の各々は、省略されてもよい。

[0163] 第13ステップST 13において、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の位置が設定される。第13ステップST 13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G 0に対する加工プログラム原点G 1の相対位置が、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、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G 1の位置を設定することを含む。

[0165] 加工プログラム原点設定工程は、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に対する、加工プログラム原点G 1の第2オフセット量T 2が、上述のオフセット量T 1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G 1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ST 10において、第2オフセット量T 2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T 2と補正前の第2オフセット量T 2との差分に基づいて、加工プログラム原点G 1の位置を補正することを含んでいてもよい。

[0166] 第14ステップST 14において、加工プログラム原点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ST 14は、加工工程である。

[0167] 加工工程は、加工プログラム原点G 1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。

[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。

[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 8A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。

[0171] 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

[0172] 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、97m…第1工具保持ユニットモデル、97m-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、98m…第1工具モデル、98m-2…他の工具モデル、99m…テールストックモデル、100、100A…工作機械システム、101…ネットワーク、430f…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、841a…加工演算プログラム、841b…第2表示プログラム、843…データ、843a…第4寸法データ、843b…第5寸法データ、843c…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、858a、858b、858c…変更操作部、910m…基準面、911m…スピンドルの形状モデルの先端面、931m…チャックモデルの先端面、951m…ワークモデルの基端面、952m…ワークモデルの先端面、AT…チャックモデルの回転軸、AX…チャックの回転軸、AX1…第1軸、AX2…第2軸、DD…デフォルト値、DD1…第1デフォルトデータ、DD2…第2デフォルトデータ、DD3…第3デフォルトデータ、DT1…デフォルトモデルの形状を特定する寸法データ、F0…機械モデル原点、F1…プログラム原点、F2…基準点、G0…機械原点、G1…加工プログラム原点、G2…基準点、IM…プログラム原点を示す画像、IM2…加工プログラム原点を示す画像、S1、S2、S3…寸法線、T1…オフセット量、T2…第2オフセット量

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。

[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、
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] 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

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]

請求項1乃至4のいずれか一項に記載の加工シミュレーション装置と、

請求項5乃至9のいずれか一項に記載の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、

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] 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。

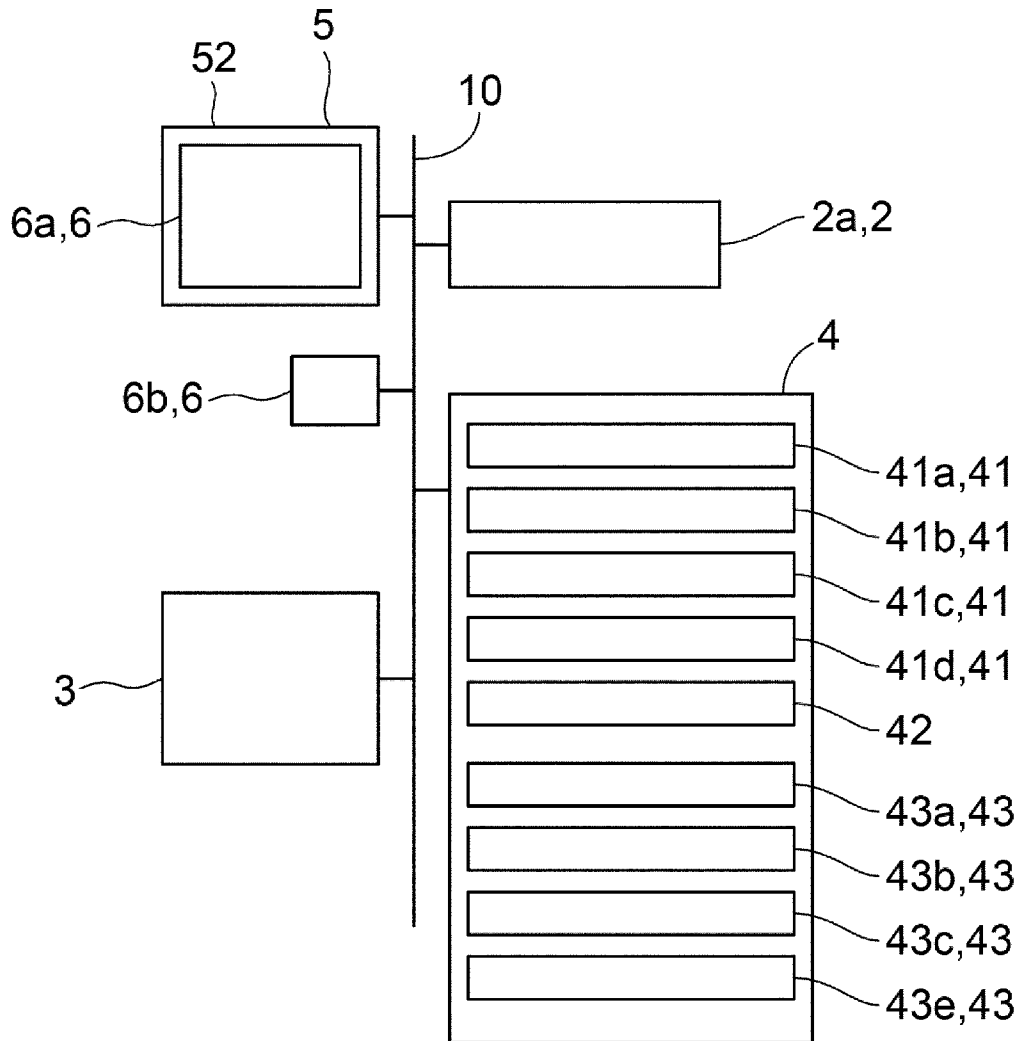
[請求項13]

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、

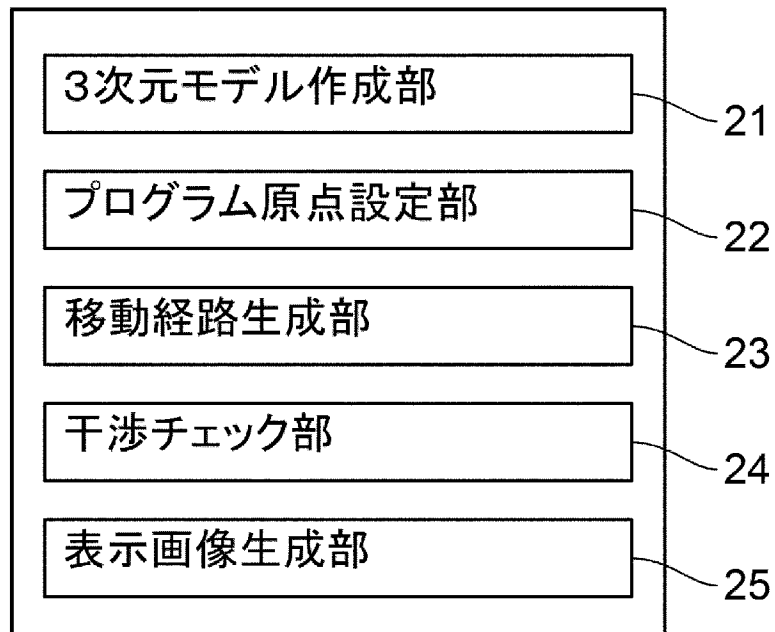
前記入力欄に入力された値に基づいて、前記3次元表示形式の前記爪モデルの形状、および、前記寸法線の長さを自動変更し、変更後の前記爪モデル、および、変更後の前記寸法線を、前記表示装置に自動表示する工程と

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。

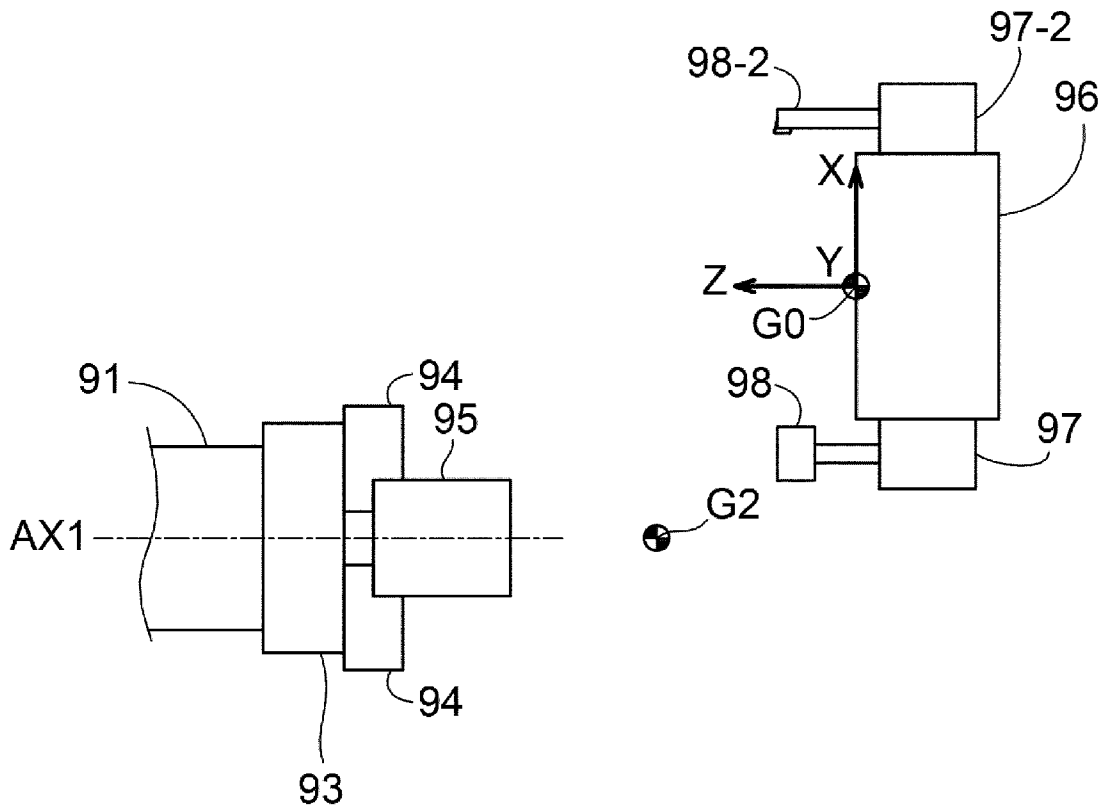
[図1]

1A,1

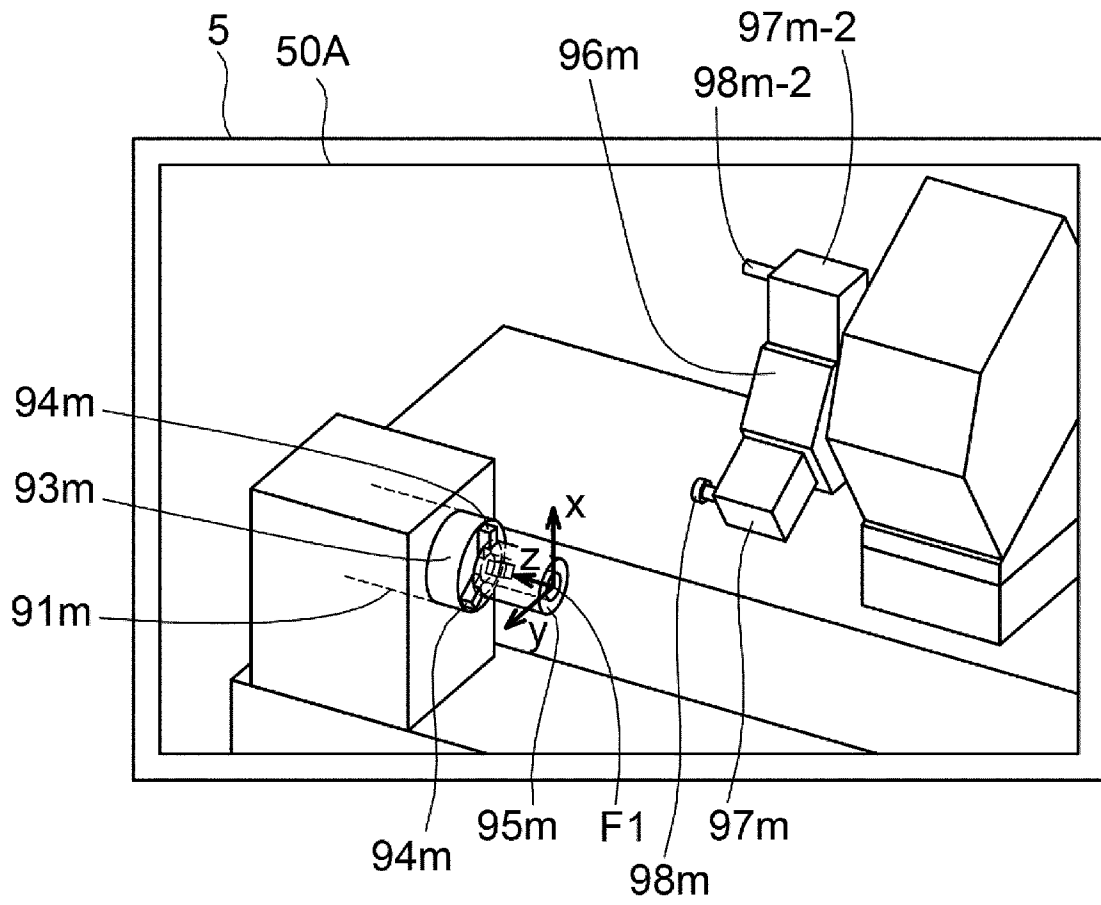
[図2]

2

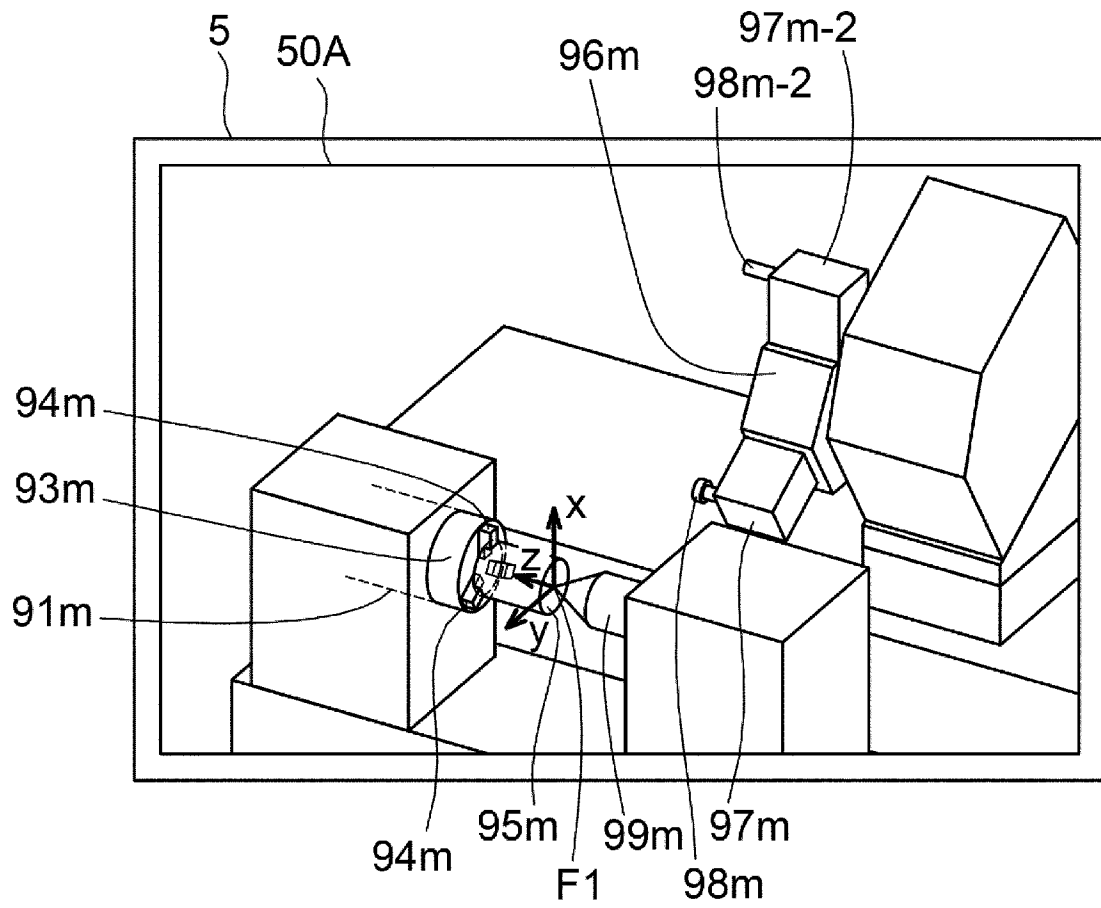
[図3]



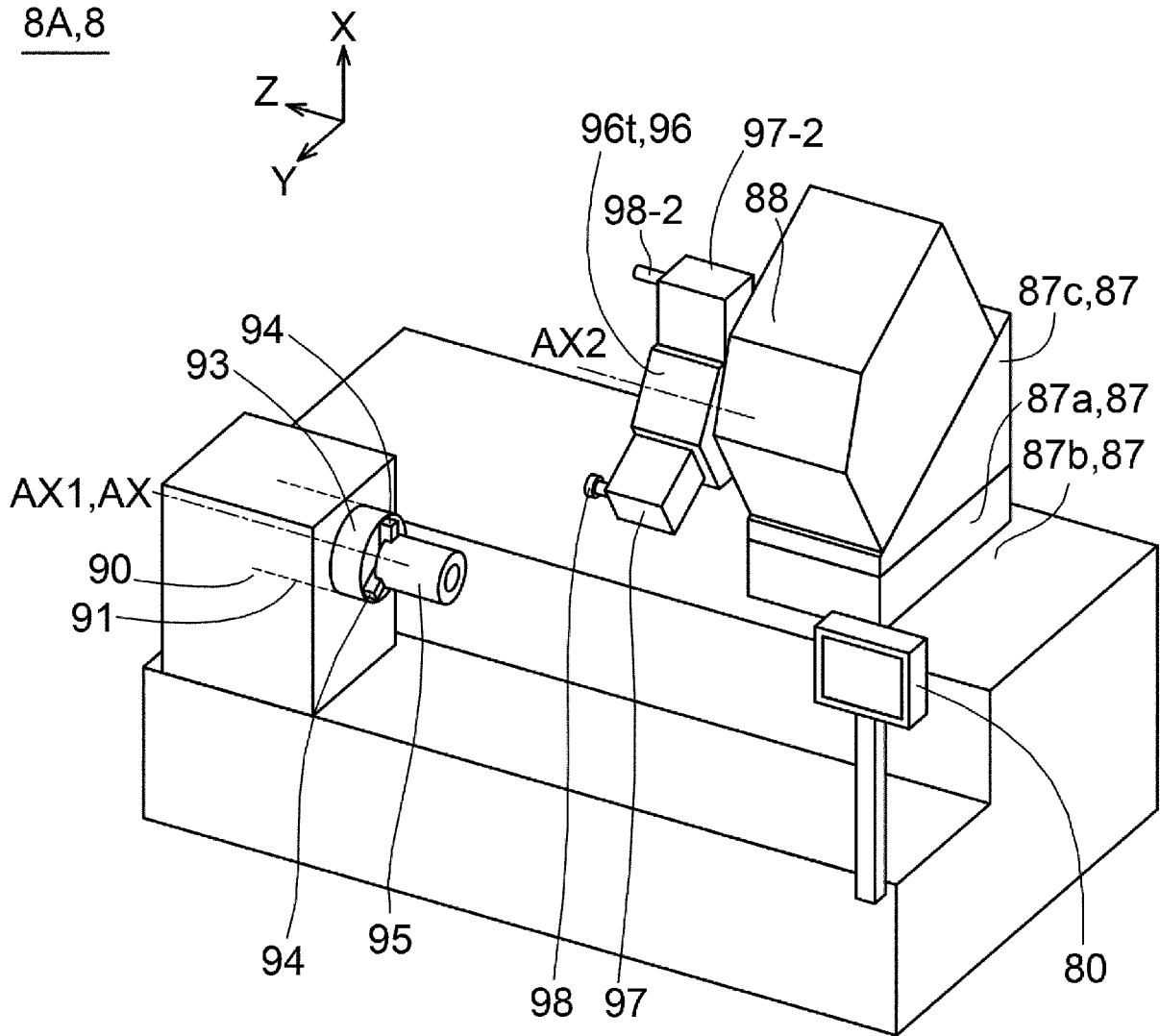
[図6]



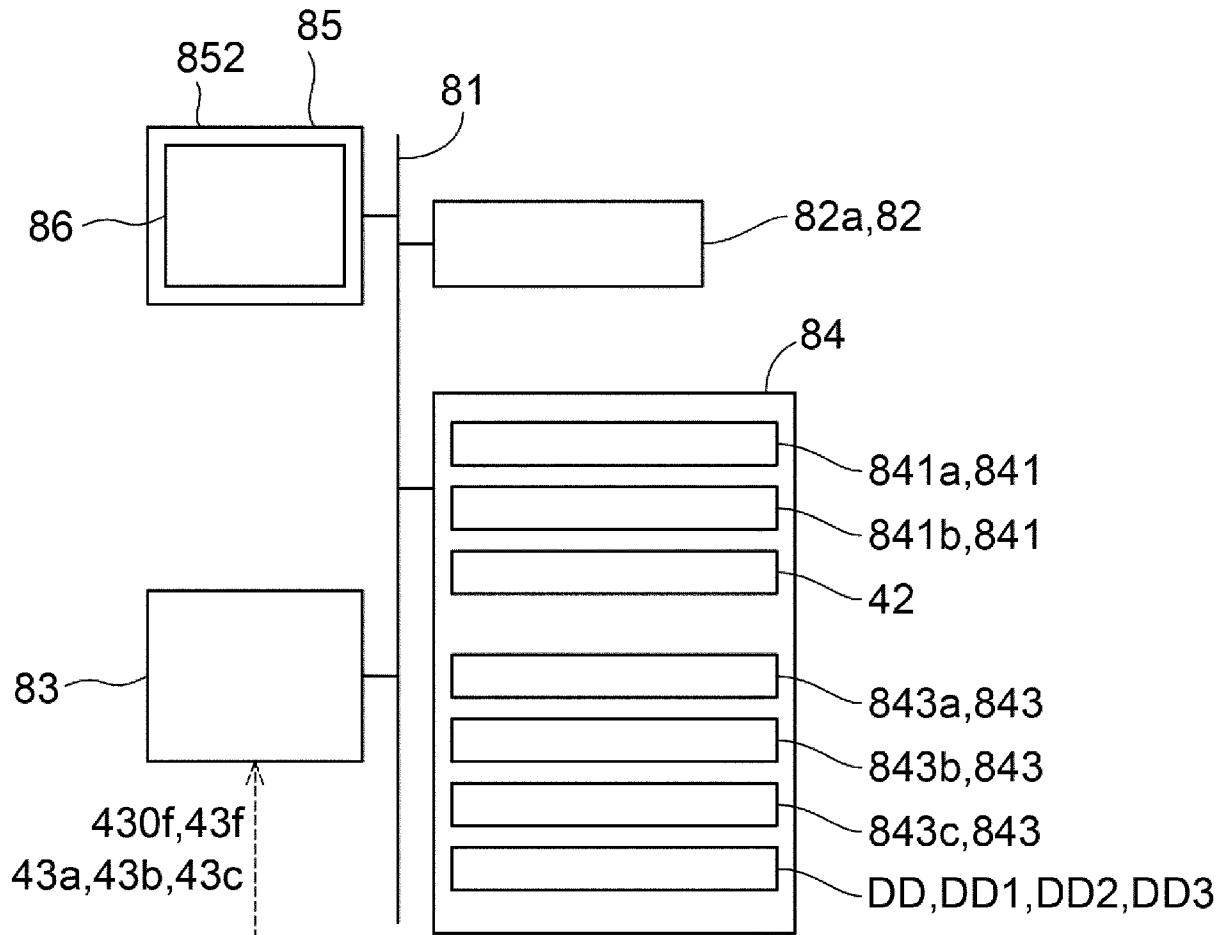
[図7]



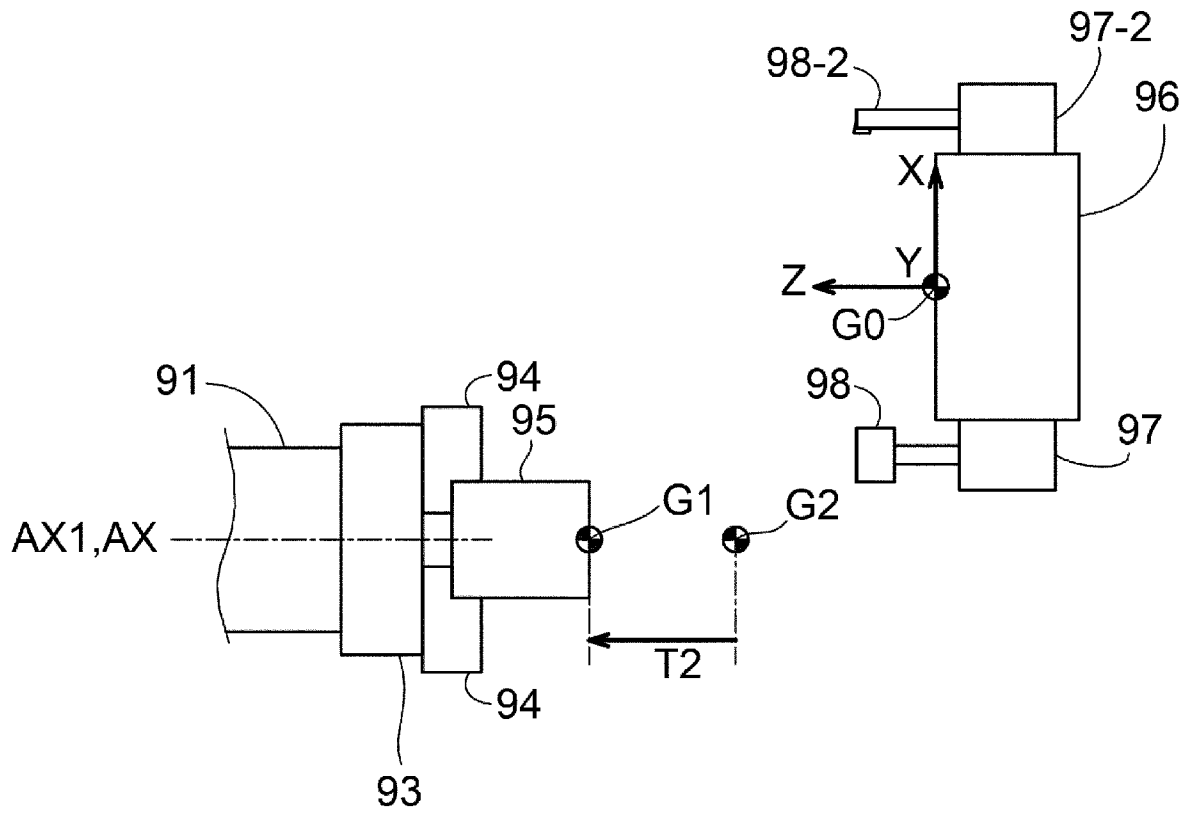
[図8]

8A,8

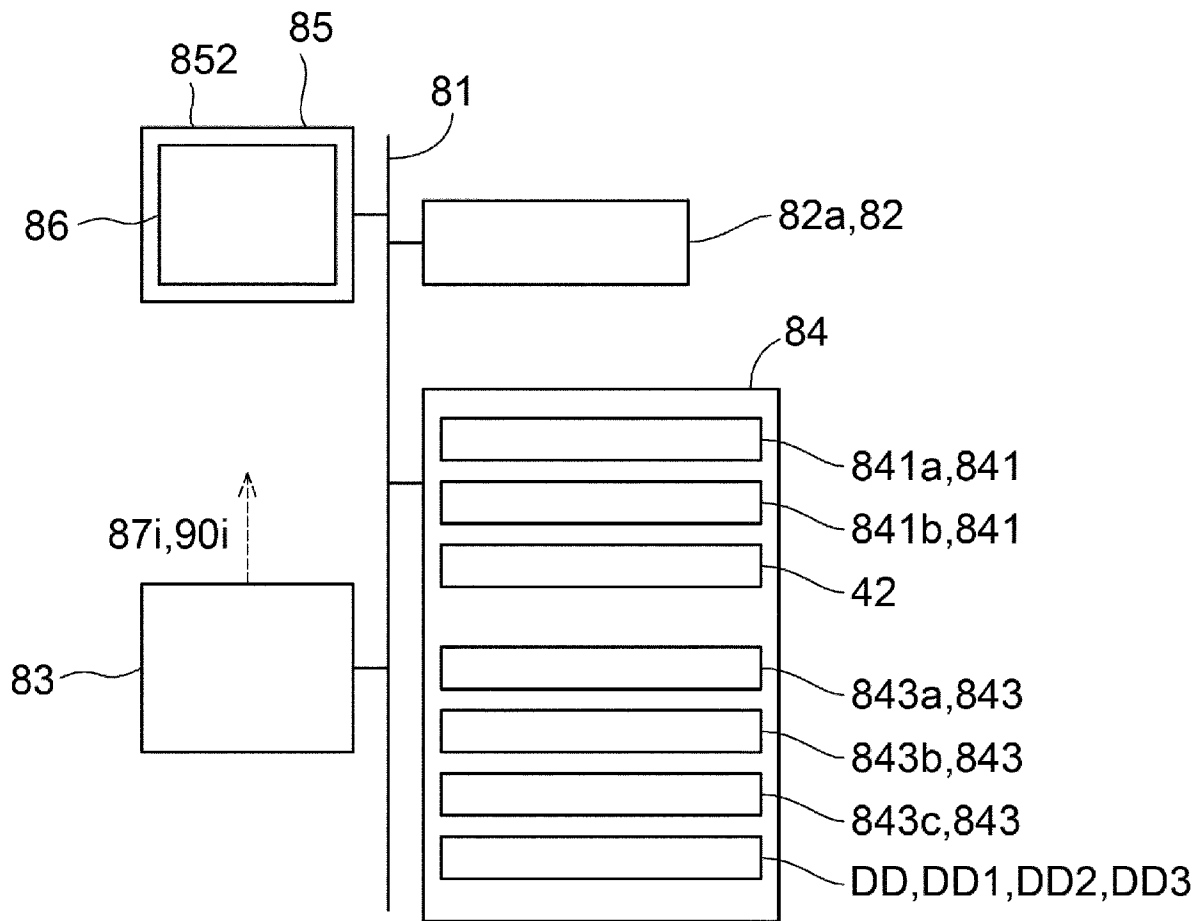
[図9]

80

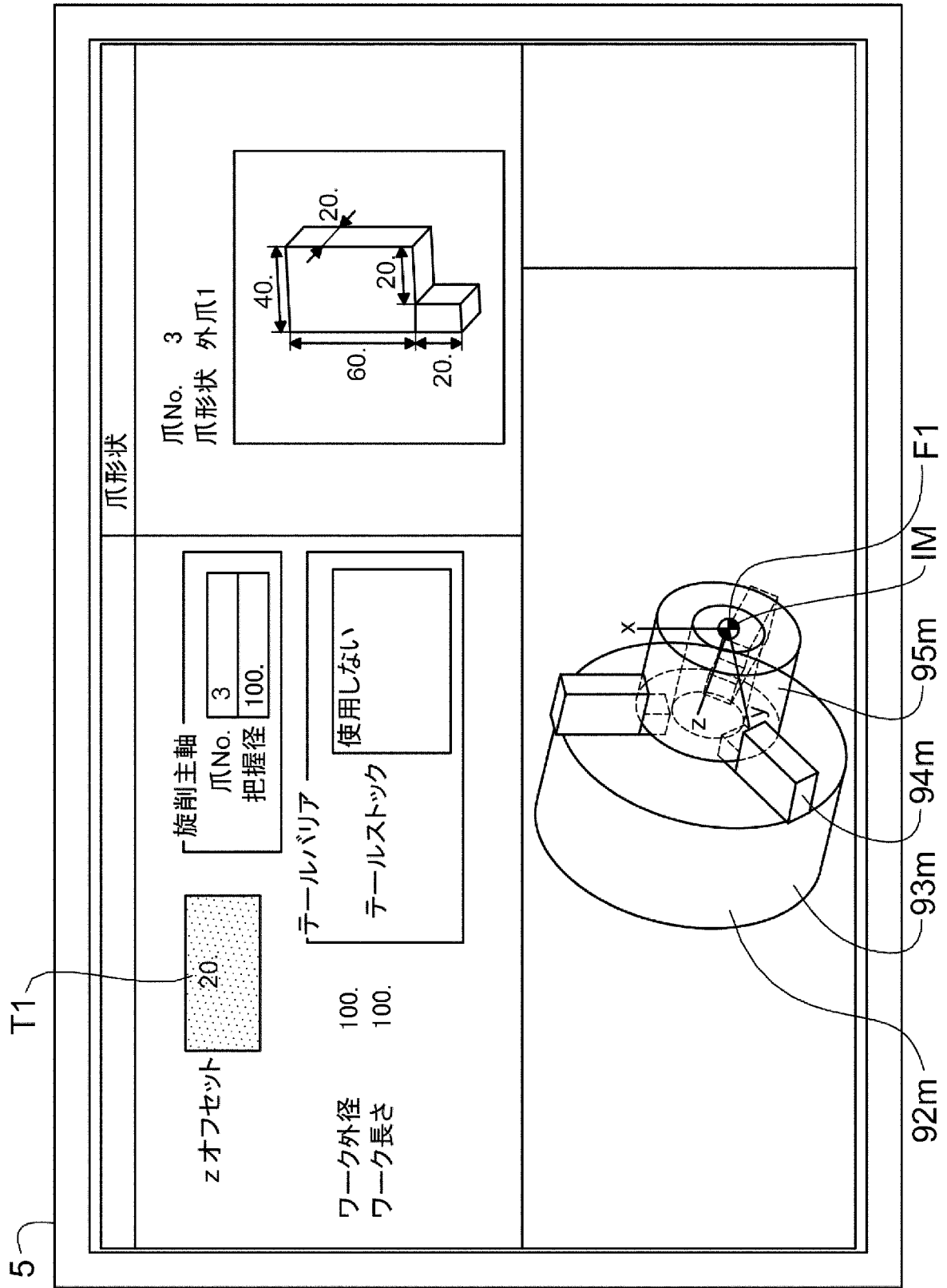
[図10]



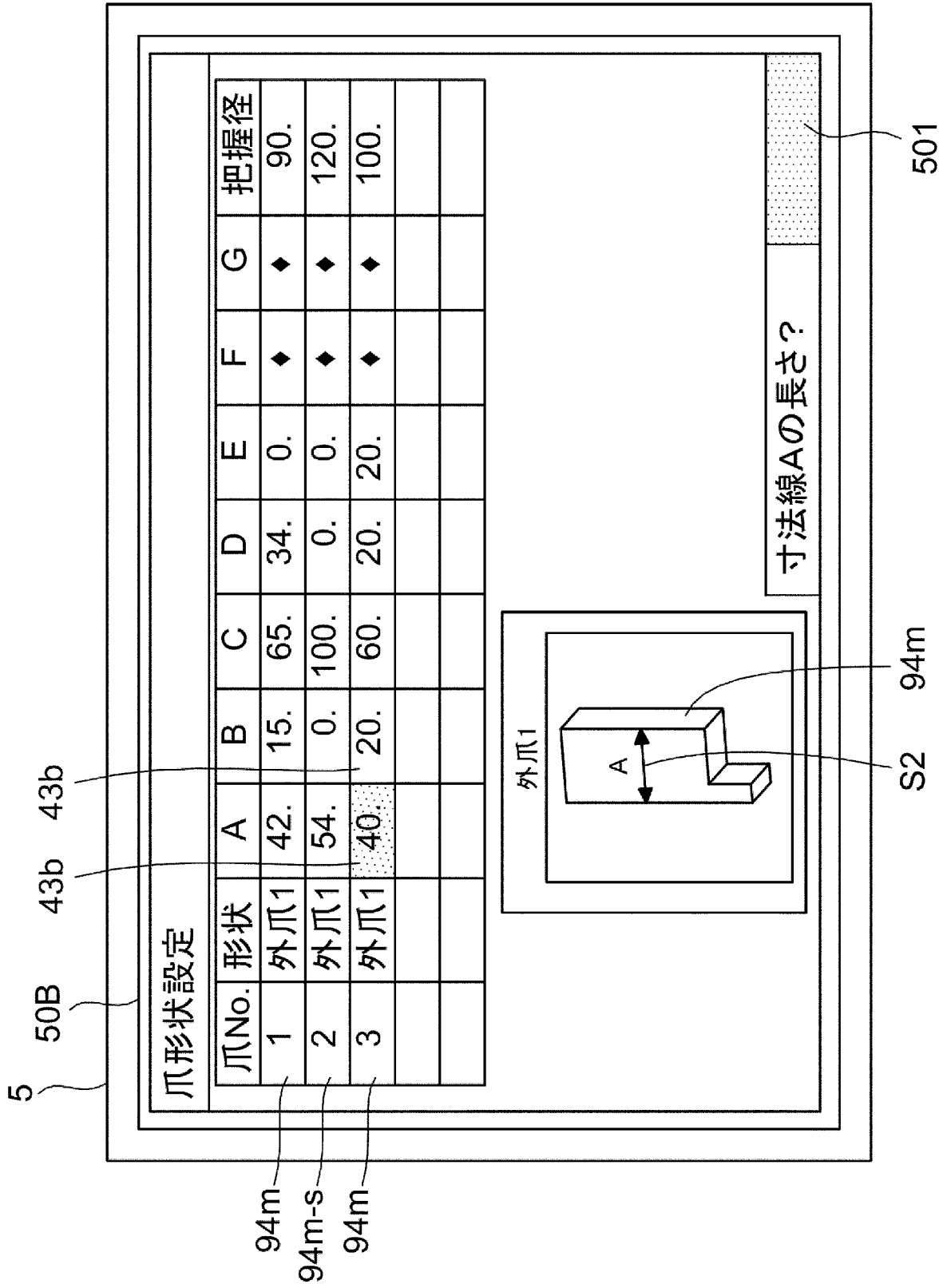
[図11]

80

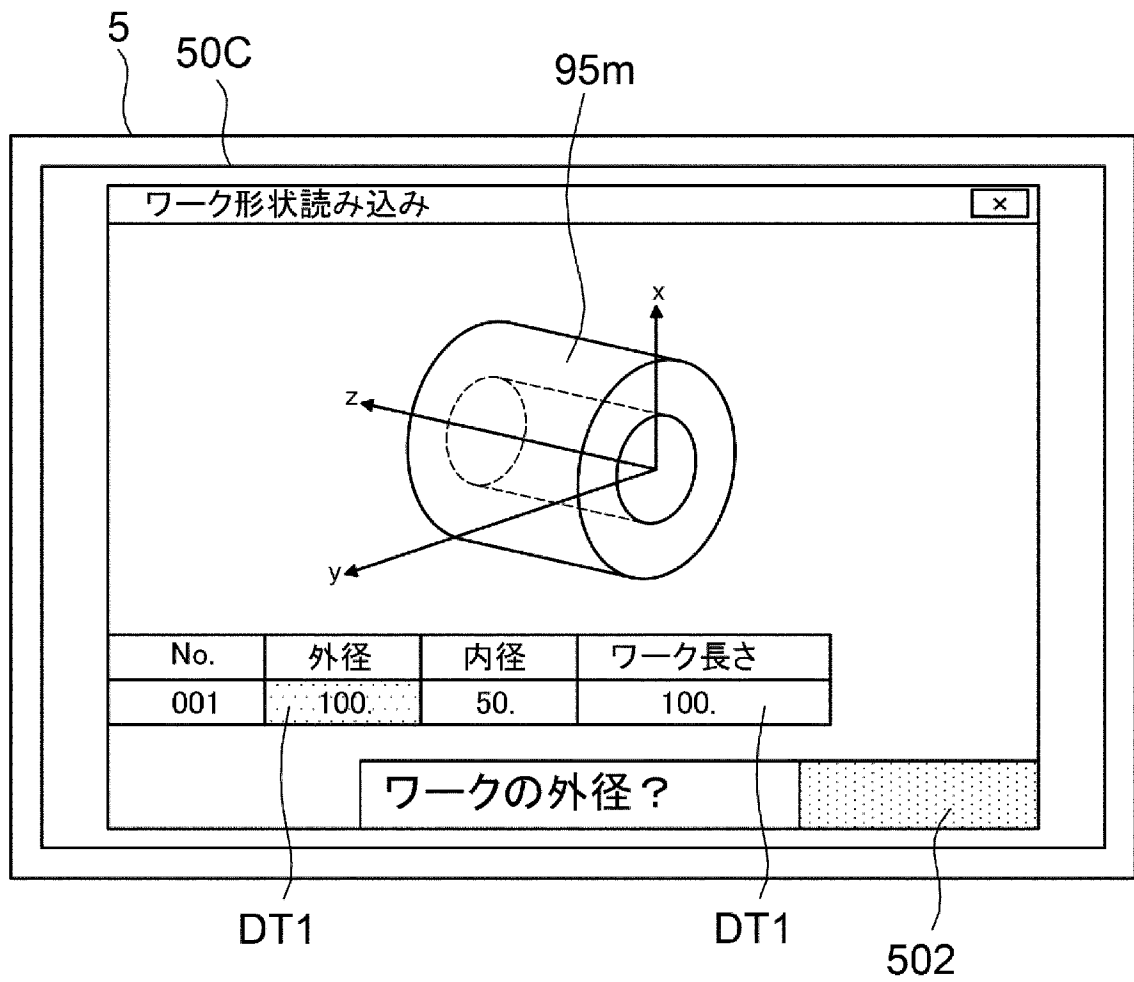
[図12]



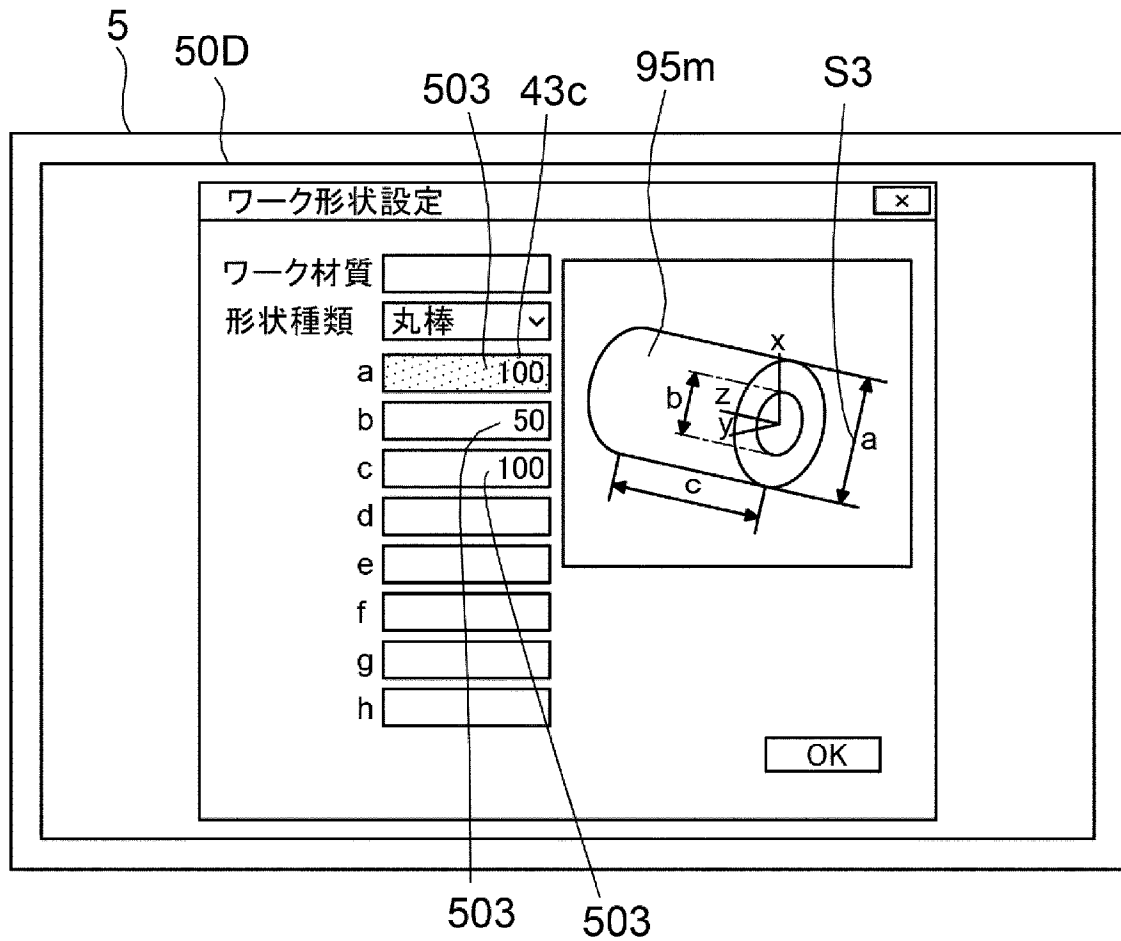
[図13]



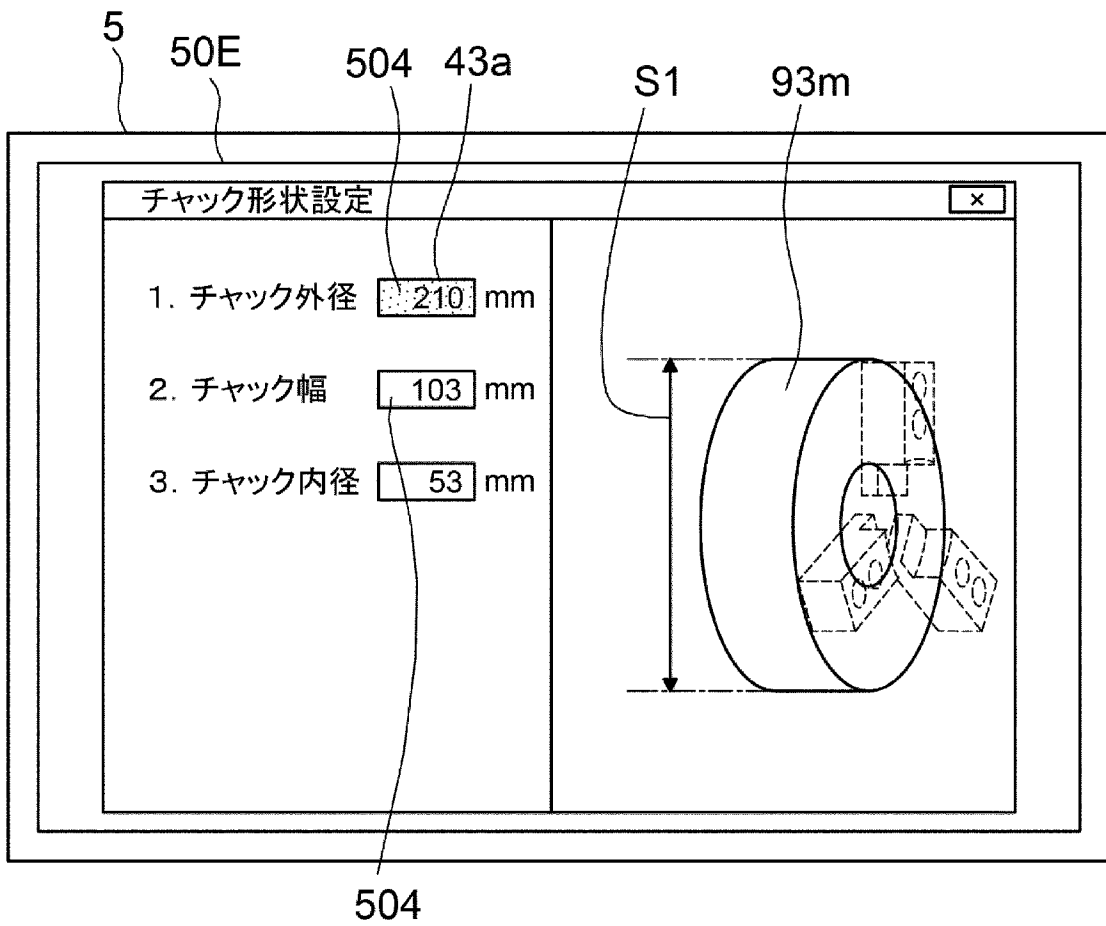
[図14]



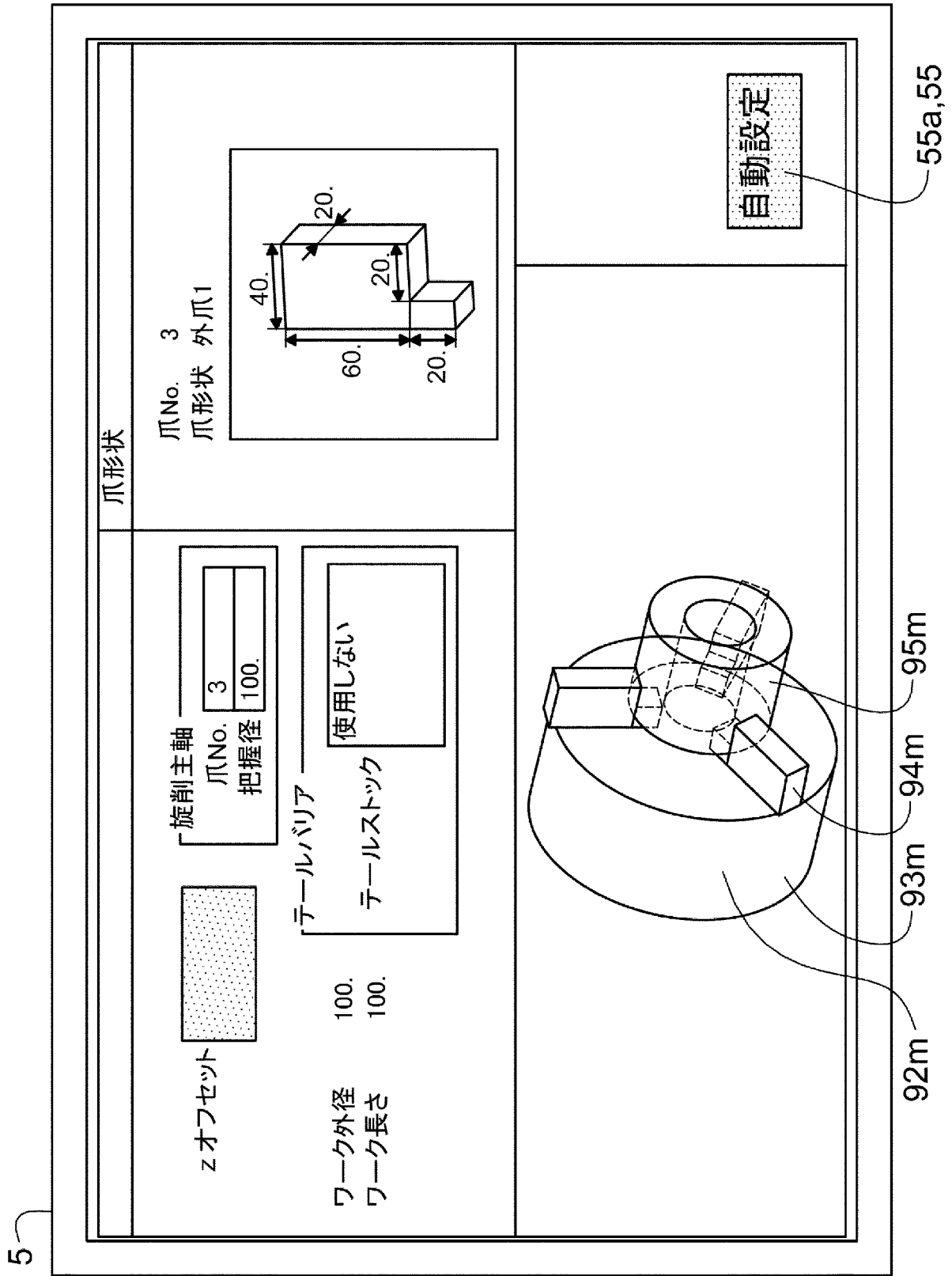
[図15]



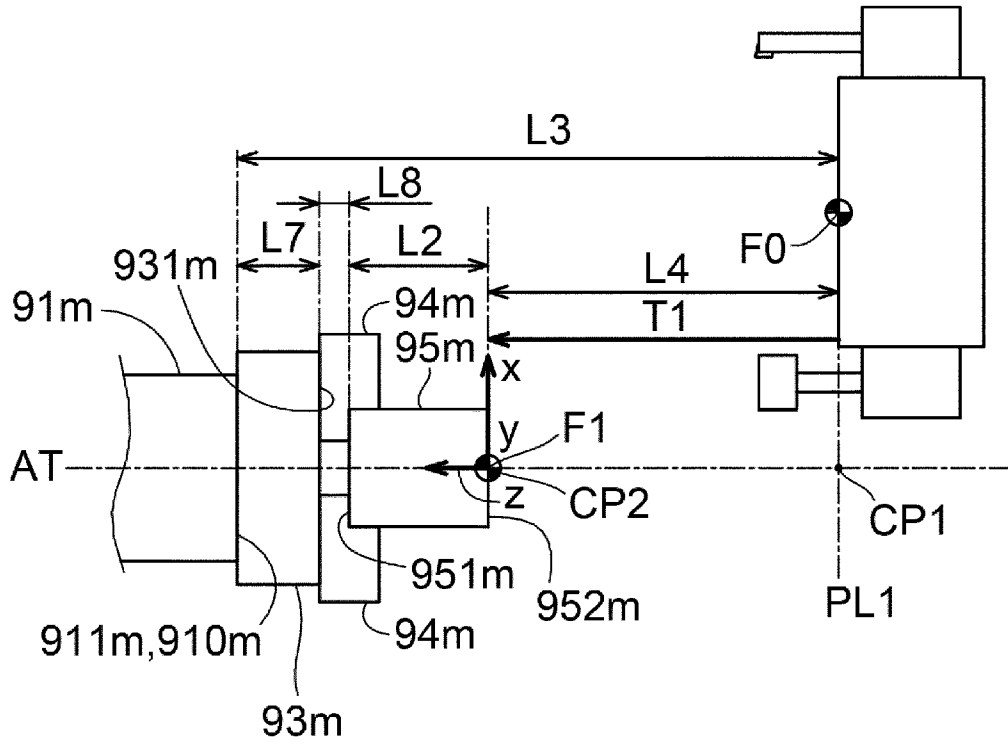
[図16]



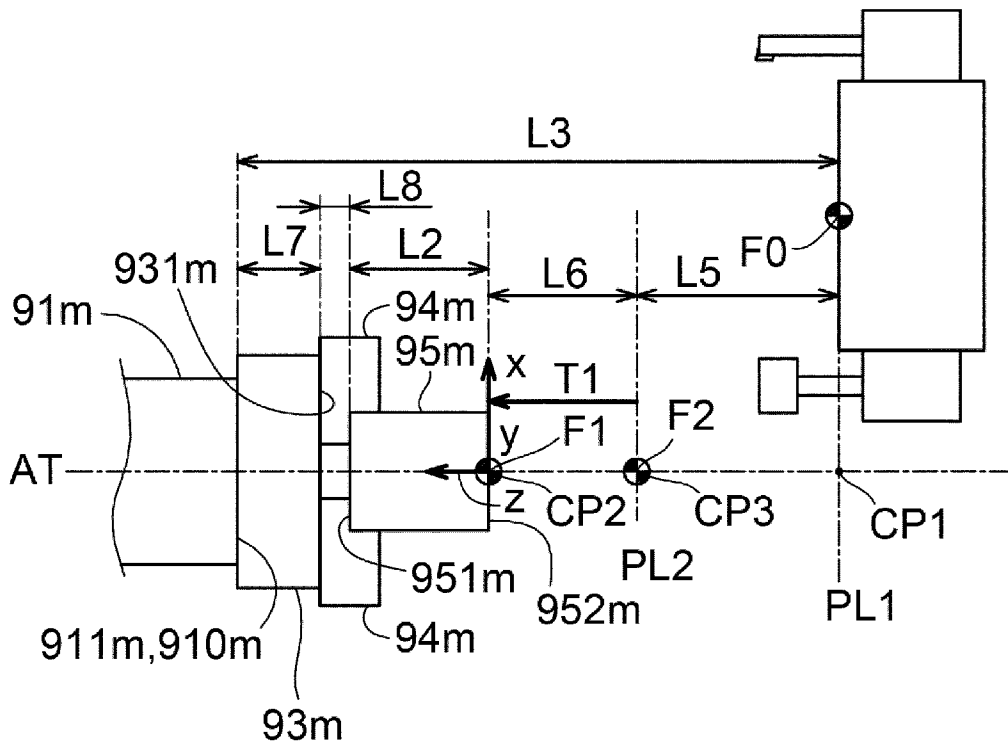
[図17]



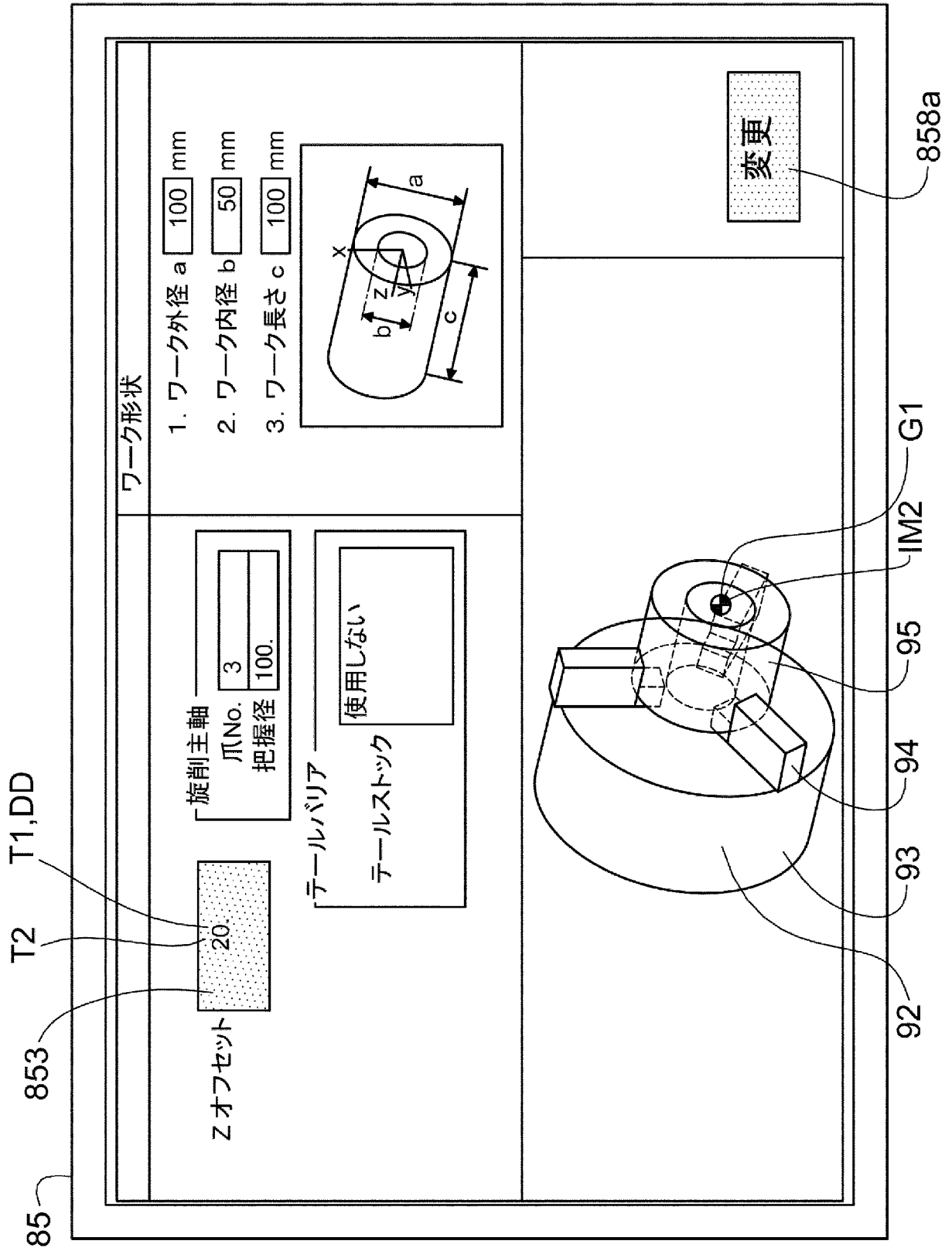
[図18]



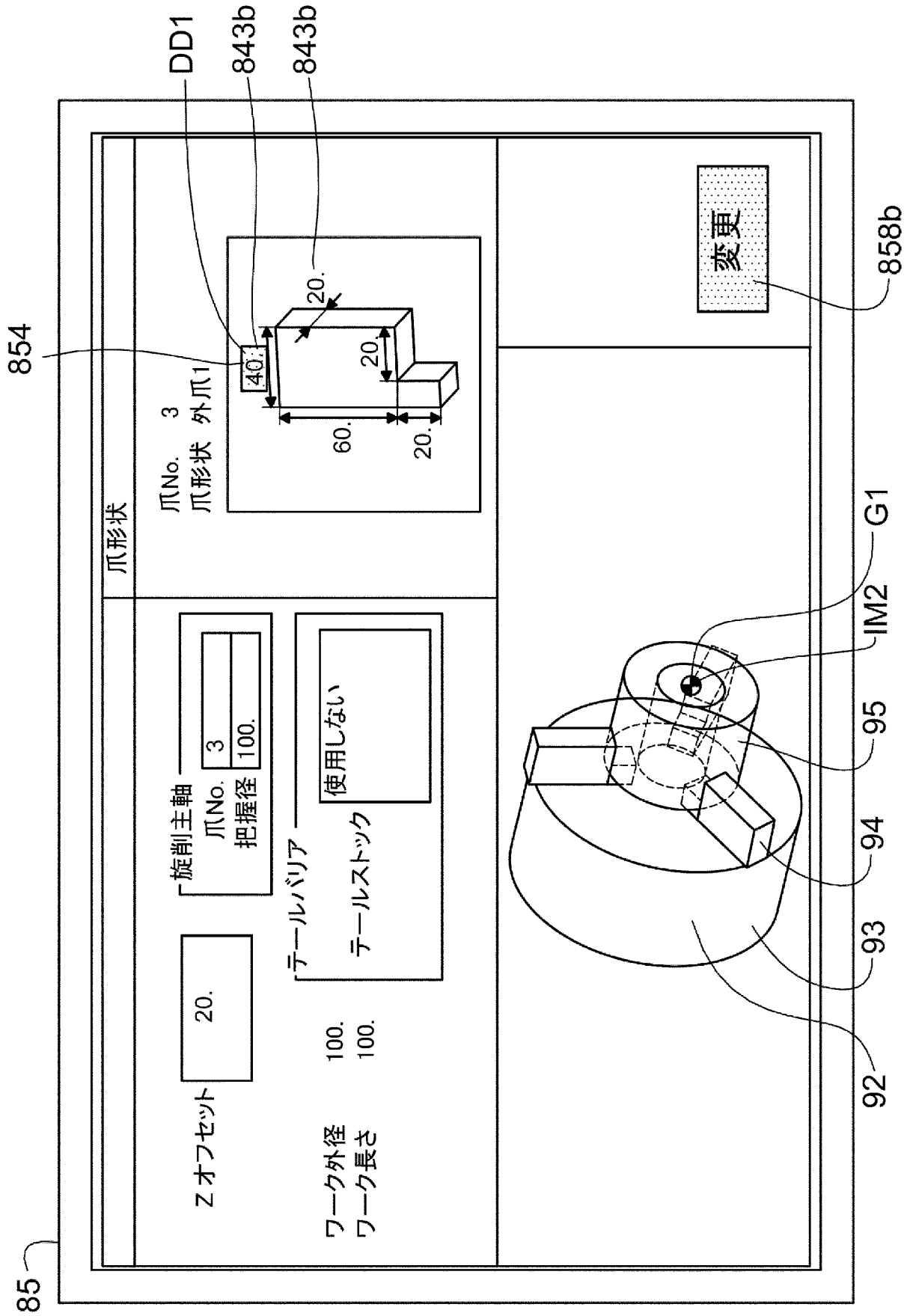
[図19]



[図20]

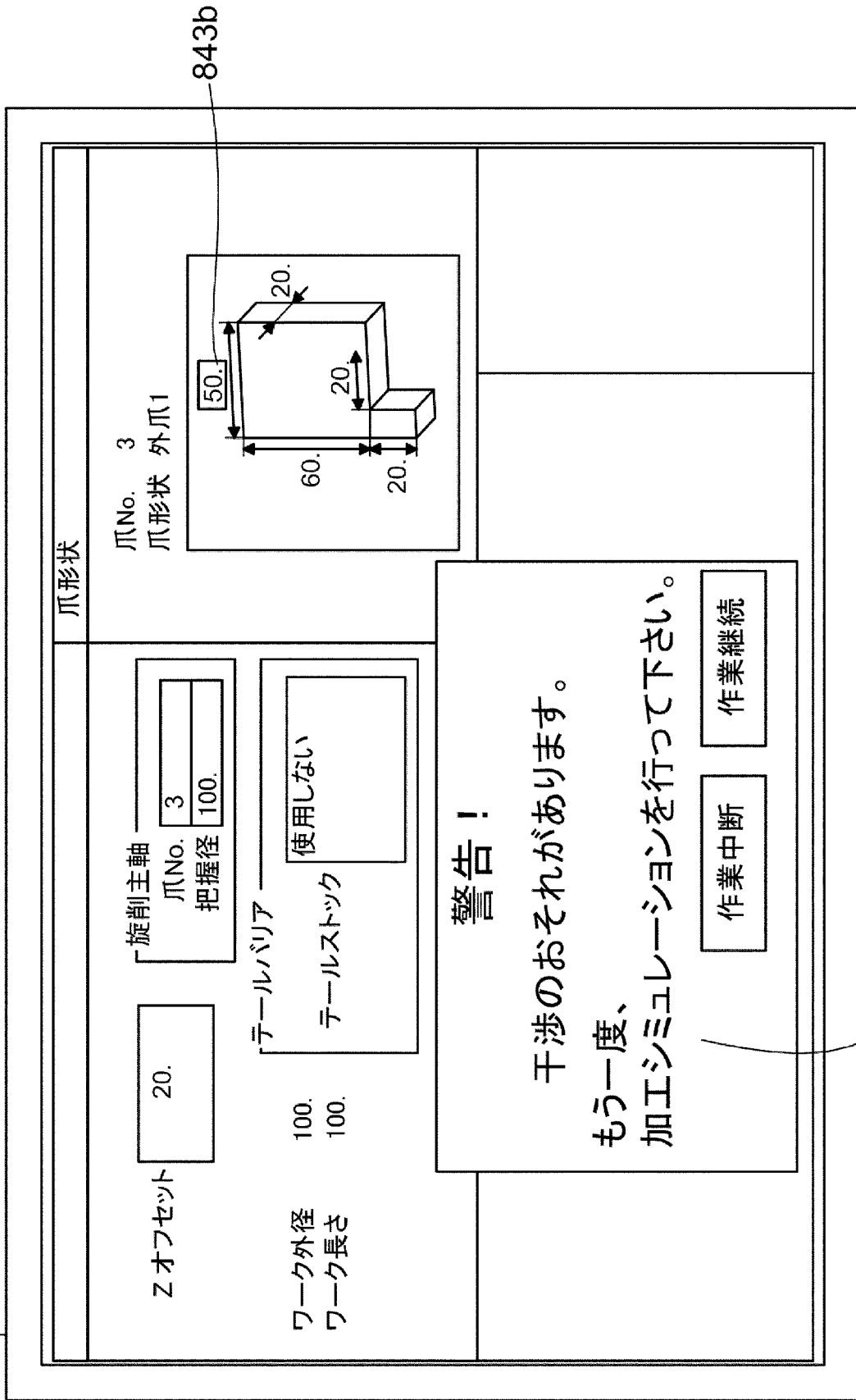


[図21]

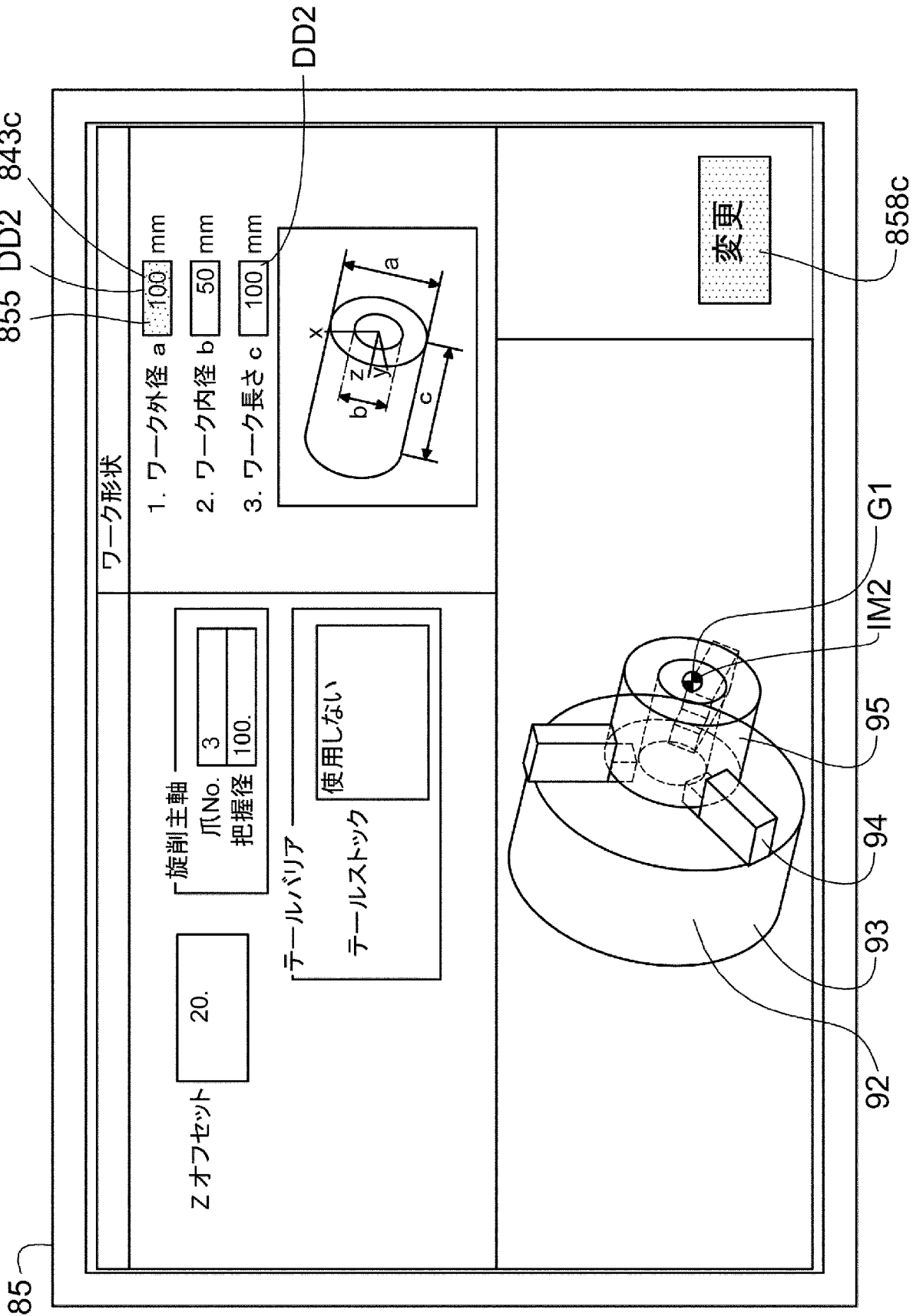


[図22]

85



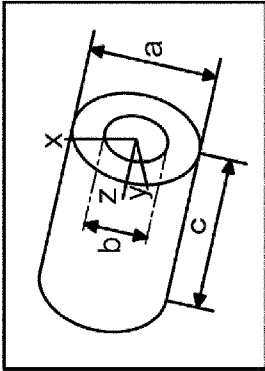
[図23]



[図24]

843C

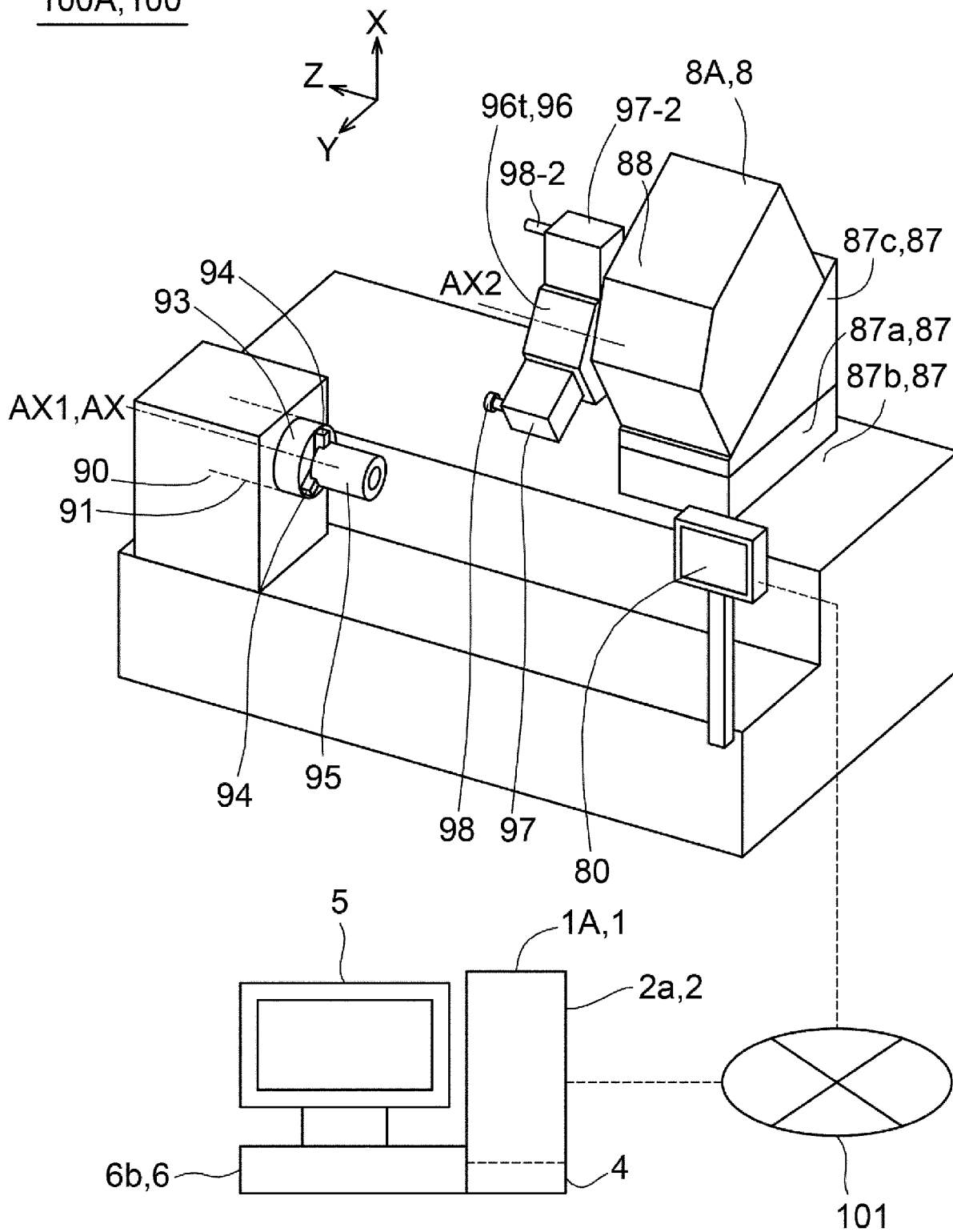
85

<p>ワーク形状</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ワーク外径 a <input type="text" value="110"/> mm 2. ワーク内径 b <input type="text" value="50"/> mm 3. ワーク長さ c <input type="text" value="100"/> mm 	<p>Zオフセット <input type="text" value="20."/></p> <p>旋削主軸 爪No. <input type="text" value="3"/> 把握径 <input type="text" value="100."/></p> <p>テールバリア テールストック <input type="text" value="使用しない"/></p>
<p>警告！</p> <p>干渉のおそれがあります。 もう一度、 加エシミュレーションを行って下さい。</p> <p><input type="button" value="作業中断"/> <input type="button" value="作業継続"/></p>	

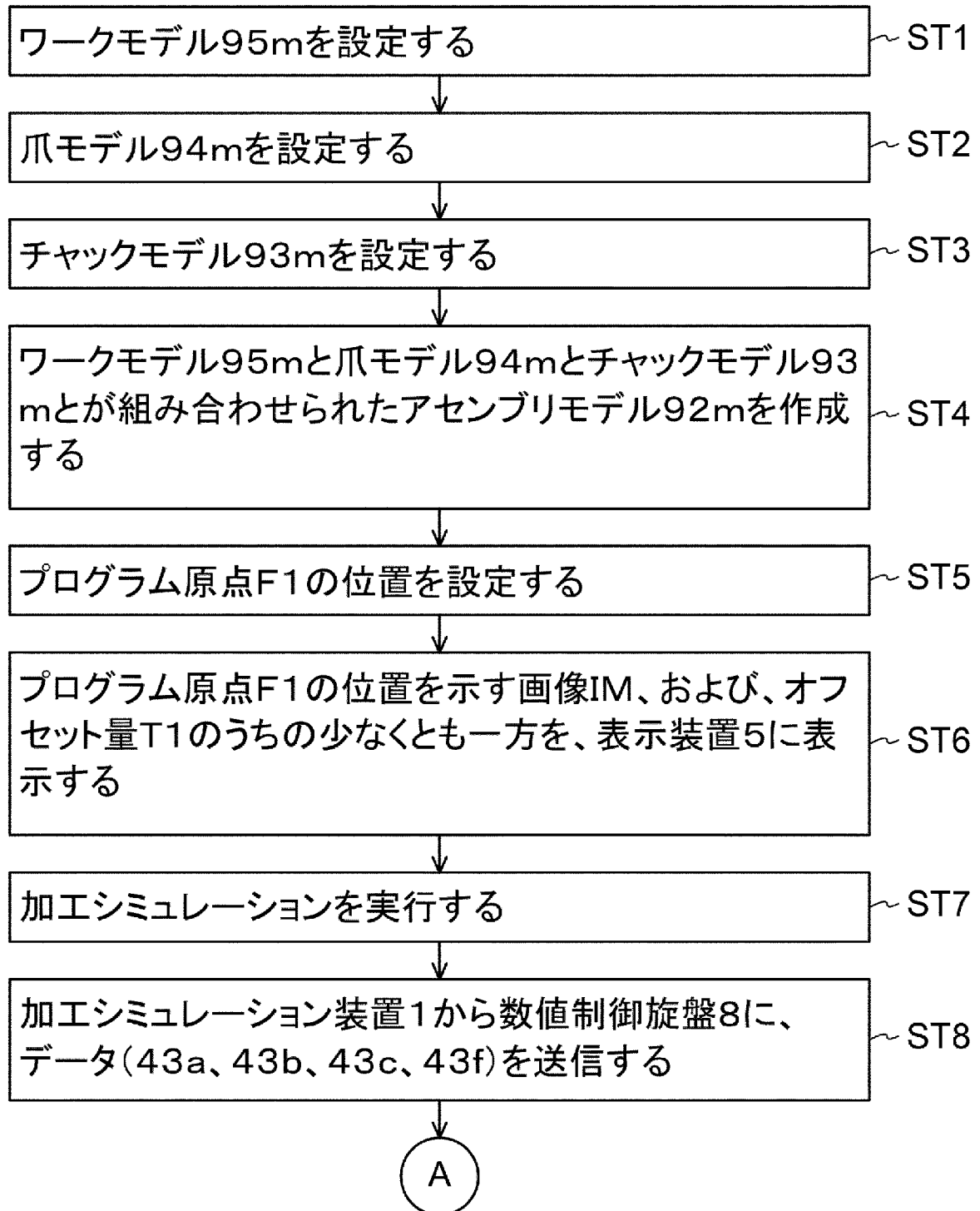
MG2

[図25]

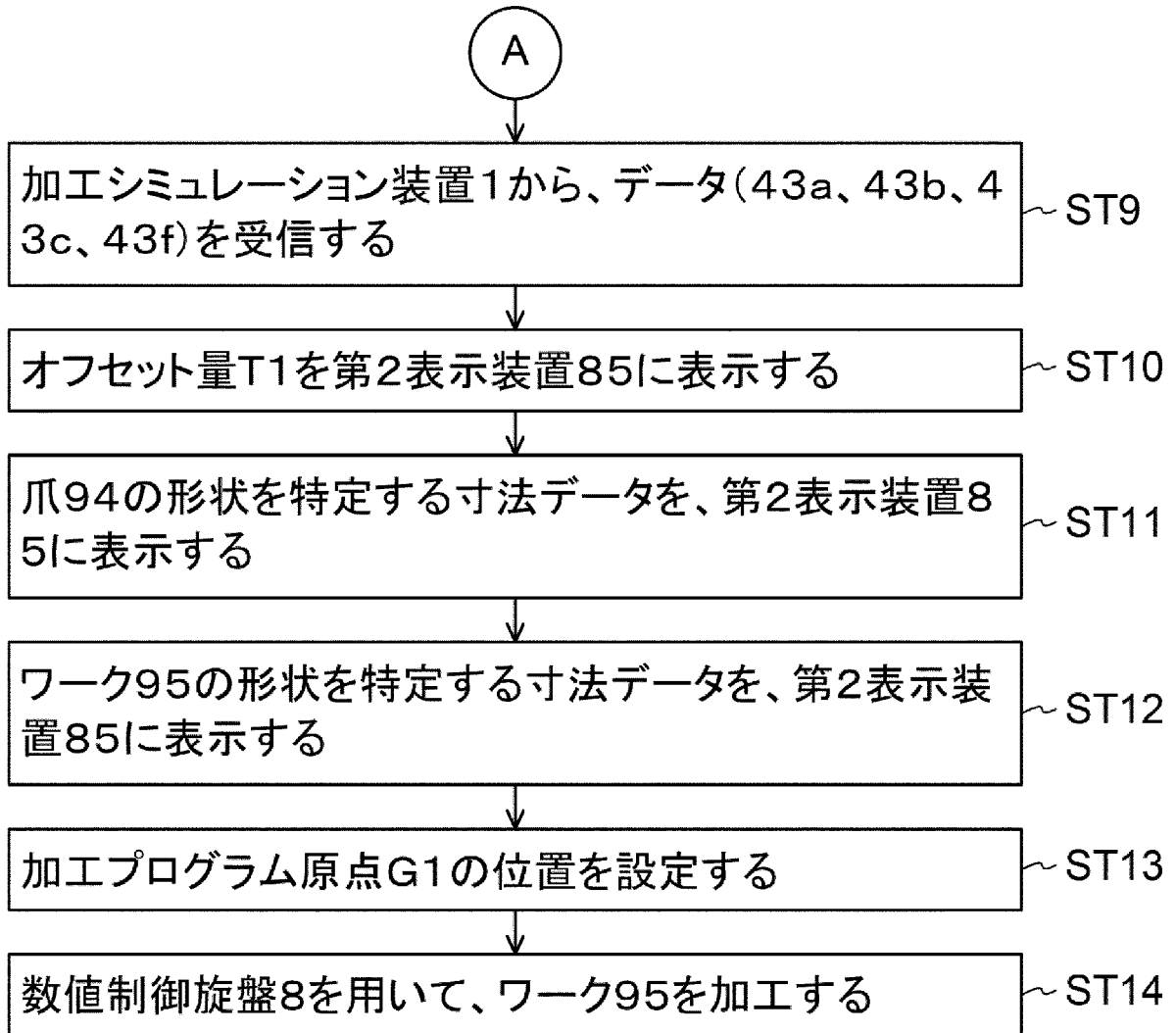
100A, 100



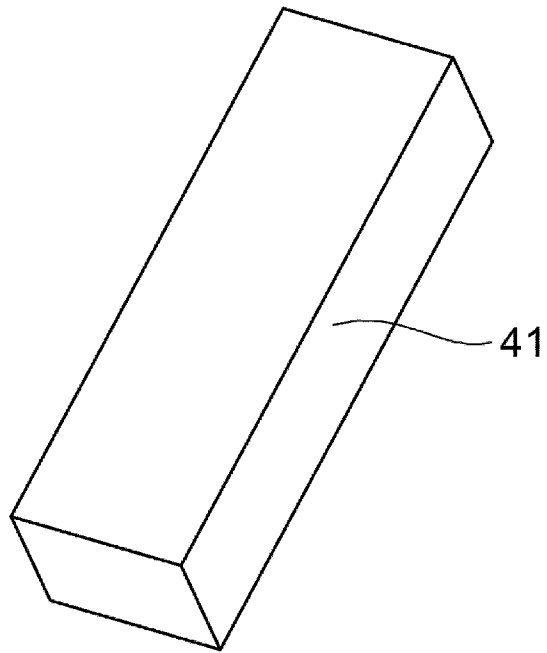
[図26]



[図27]



[図28]

4M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/040901

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>B23Q 15/00</i> (2006.01)i; <i>B23B 1/00</i> (2006.01)i; <i>G05B 19/4097</i> (2006.01)i FI: B23Q15/00 309A; B23B1/00 N; G05B19/4097 Z		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23Q 15/00; B23B 1/00, 31/00- 31/42; G05B 19/4063- 19/4099		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-261647 A (YAMAZAKI MAZAK CORP.) 12 October 1993 (1993-10-12) paragraphs [0053]-[0055], fig. 16(B)	1-13
A	JP 60-180749 A (YAMAZAKI TEKKOSHO KK) 14 September 1985 (1985-09-14) fig. 2	1-13
A	JP 62-54604 A (YAMAZAKI TEKKOSHO KK) 10 March 1987 (1987-03-10) fig. 7	1-13
A	JP 4-131910 A (HITACHI SEIKI CO., LTD.) 06 May 1992 (1992-05-06) fig. 1	1-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 January 2023		Date of mailing of the international search report 24 January 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/040901

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 5-261647 A	12 October 1993	(Family: none)	
JP 60-180749 A	14 September 1985	(Family: none)	
JP 62-54604 A	10 March 1987	(Family: none)	
JP 4-131910 A	06 May 1992	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23Q 15/00(2006.01)i; B23B 1/00(2006.01)i; G05B 19/4097(2006.01)i FI: B23Q15/00 309A; B23B1/00 N; G05B19/4097 Z</p>																	
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B23Q 15/00; B23B 1/00, 31/00- 31/42; G05B 19/4063- 19/4099</p> <p>最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> <p>国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年							
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年																
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年																
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年																
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 5-261647 A (ヤマザキマザック株式会社) 12.10.1993 (1993 - 10 - 12) 段落[0053]-[0055], 図16(B)</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 60-180749 A (株式会社山崎鉄工所) 14.09.1985 (1985 - 09 - 14) 第2図</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 62-54604 A (株式会社山崎鉄工所) 10.03.1987 (1987 - 03 - 10) 第7図</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 4-131910 A (日立精機株式会社) 06.05.1992 (1992 - 05 - 06) 第1図</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	A	JP 5-261647 A (ヤマザキマザック株式会社) 12.10.1993 (1993 - 10 - 12) 段落[0053]-[0055], 図16(B)	1-13	A	JP 60-180749 A (株式会社山崎鉄工所) 14.09.1985 (1985 - 09 - 14) 第2図	1-13	A	JP 62-54604 A (株式会社山崎鉄工所) 10.03.1987 (1987 - 03 - 10) 第7図	1-13	A	JP 4-131910 A (日立精機株式会社) 06.05.1992 (1992 - 05 - 06) 第1図	1-13
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号															
A	JP 5-261647 A (ヤマザキマザック株式会社) 12.10.1993 (1993 - 10 - 12) 段落[0053]-[0055], 図16(B)	1-13															
A	JP 60-180749 A (株式会社山崎鉄工所) 14.09.1985 (1985 - 09 - 14) 第2図	1-13															
A	JP 62-54604 A (株式会社山崎鉄工所) 10.03.1987 (1987 - 03 - 10) 第7図	1-13															
A	JP 4-131910 A (日立精機株式会社) 06.05.1992 (1992 - 05 - 06) 第1図	1-13															
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>																	
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</p> <p>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>																	
<p>国際調査を完了した日</p> <p>10.01.2023</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>24.01.2023</p>																
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>山本 忠博 3C 9531</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3324</p>																

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/040901

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 5-261647 A	12.10.1993	(ファミリーなし)	
JP 60-180749 A	14.09.1985	(ファミリーなし)	
JP 62-54604 A	10.03.1987	(ファミリーなし)	
JP 4-131910 A	06.05.1992	(ファミリーなし)	