

(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
2022年12月1日(01.12.2022)



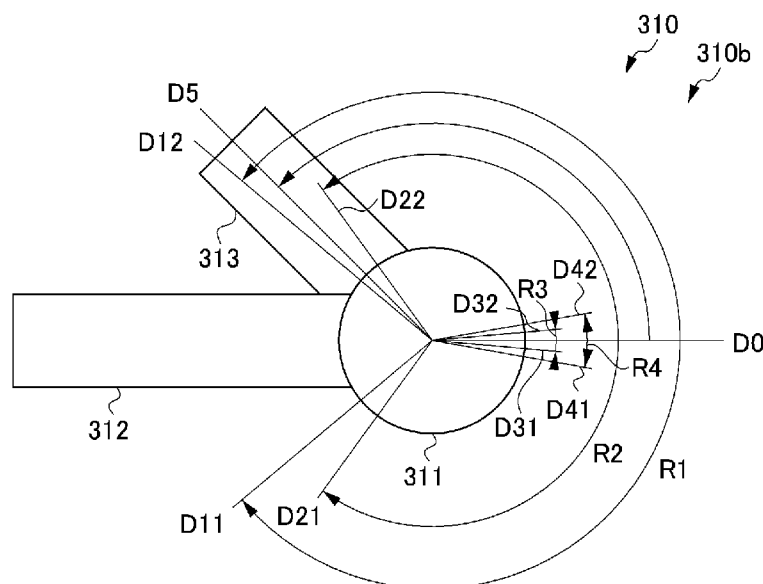
(10) 国際公開番号

WO 2022/249363 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 9/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/020083
- (22) 国際出願日: 2021年5月26日(26.05.2021)
- (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: ファナック株式会社 (**FANUC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).
- (72) 発明者: 近江 達也 (**OUMI Tatsuya**); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).
- (74) 代理人: 正林 真之, 外(**SHOBAYASHI Masayuki et al.**); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 - 7 - 1 2 サピアタワー 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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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.

(54) **Title:** PROGRAMMING DEVICE AND PROGRAM

(54) 発明の名称: プログラミング装置及びプログラム



(57) **Abstract:** The present disclosure addresses the problem of providing a programming device and a program that can reduce an amount of correction required for a robot program created by off-line programming. The programming device of the present disclosure comprises a processing unit. The processing unit determines the entry of a virtual drive unit, which is obtained by simulating or emulating the drive unit of a robot by a computer, into a second singularity range wider than a first singularity range that is an actual singularity range of the drive unit.

[続葉有]

(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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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))

(57) 要約: 本開示が解決しようとする課題は、オフラインプログラミングで作成されたロボットプログラムに必要な修正の量を減らすことができるプログラミング装置及びプログラムを提供することである。本開示のプログラミング装置は、処理部を備える。処理部は、ロボットの駆動部をコンピュータでシミュレート又はエミュレートした仮想駆動部が前記駆動部の実際の特異点の範囲である第1の特異点範囲より広い第2の特異点範囲に入ることを判定する。

明 細 書

発明の名称：プログラミング装置及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、プログラミング装置及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] ロボットアームなどを備えるロボットを動作させるためのロボットプログラムは、オフラインプログラミングを用いて作成される場合がある。オフラインプログラミングでは、例えば、現実のロボットをソフトウェア上でエミュレート又はシミュレートしたロボット（以下「バーチャルロボット」という。）を用いてプログラミングを行う。しかしながら、バーチャルロボットを用いたプログラミングでは、物の配置位置など、様々な部分が実環境とは異なる。このため、オフラインプログラミングで作成されたロボットプログラムを現場に合わせる修正だけを入れて現実のロボットを動作させると、当該ロボットプログラムは、ロボットを可動範囲外に動作させようとしたり、ロボットを特異点に移動させてしまったりする場合がある。したがって、オフラインプログラミングで作成されたロボットプログラムで現実のロボットを動作させる場合、追加のプログラムの修正が必要となる場合がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2000-015593号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] オフラインプログラミングで作成されたロボットプログラムに必要な修正の量を減らすことができるプログラミング装置及びプログラムが望まれている。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示のプログラミング装置は、処理部を備える。処理部は、ロボットの

駆動部をコンピュータでシミュレート又はエミュレートした仮想駆動部が前記駆動部の実際の特異点の範囲である第1の特異点範囲より広い第2の特異点範囲に入ることを判定する。

発明の効果

[0006] 本開示は、オフラインプログラミングで作成されたロボットプログラムに必要な修正の量を減らすことができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]実施形態に係るプログラミングシステム及び当該プログラミングシステムに含まれる構成要素の要部構成の一例を示すブロック図。

[図2]図1中の駆動部について説明するための図。

[図3]図1中のプログラミング装置のプロセッサによる処理の一例を示すフローチャート。

[図4]図1中のプログラミング装置のプロセッサによる処理の一例を示すフローチャート。

[図5]各駆動部の仮想可動範囲を一括で設定するための設定画面の一例を示す図。

[図6]各駆動部の仮想可動範囲を個別に設定するための設定画面の一例を示す図。

[図7]各駆動部の特異点警告範囲を一括で設定するための設定画面の一例を示す図。

[図8]各駆動部の特異点警告範囲を個別に設定するための設定画面の一例を示す図。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、実施形態に係るプログラミングシステムについて図面を用いて説明する。なお、以下の実施形態の説明に用いる各図面は、各部の縮尺を適宜変更している場合がある。また、以下の実施形態の説明に用いる各図面は、説明のため、構成を省略して示している場合がある。また、各図面及び本明細書中において、同一の符号は同様の要素を示す。

[0009] 図1は、実施形態に係るプログラミングシステム1及びプログラミングシステム1に含まれる構成要素の要部構成の一例を示すブロック図である。プログラミングシステム1は、ロボット300を動作させるためのロボットプログラムをオフラインプログラミングによって作成することができるシステムである。プログラミングシステム1は、一例として、プログラミング装置100、ロボット制御装置200及びロボット300を含む。

[0010] プログラミング装置100は、ロボットプログラムのオフラインプログラミングを行うことができる装置である。また、プログラミング装置100は、仮想空間上でロボット300をシミュレート又はエミュレートすることができる。プログラミング装置100は、例えば、PC、サーバー、ワークステーション又はタブレット端末などである。プログラミング装置100は、一例として、プロセッサ101、ROM (read-only memory) 102、RAM (random-access memory) 103、補助記憶装置104、入力デバイス105、表示デバイス106及びデータ出力部107を含む。そして、バス108などが、これら各部を接続する。

[0011] プロセッサ101は、プログラミング装置100の動作に必要な演算及び制御などの処理を行うコンピューターの中核部分であり、各種演算及び処理などを行う。プロセッサ101は、例えば、CPU (central processing unit)、MPU (micro processing unit)、SoC (system on a chip)、DSP (digital signal processor)、GPU (graphics processing unit)、ASIC (application specific integrated circuit)、PLD (programmable logic device) 又はFPGA (field-programmable gate array) などである。あるいは、プロセッサ101は、これらのうちの複数を組み合わせたものである。また、プロセッサ101は、これらにハードウェアアクセラレーターなどを組み合わせたものであってもよい。プロセッサ101は、ROM102又は補助記憶装置104などに記憶されたファームウェア、システムソフトウェア及びアプリケーションソフトウェアなどのプログラムに基づいて、プログラミング装置100の各種の機能を実現するべく各

部を制御する。また、プロセッサ１０１は、当該プログラムに基づいて後述する処理を実行する。なお、当該プログラムの一部又は全部は、プロセッサ１０１の回路内に組み込まれていてもよい。プロセッサ１０１は、処理部の一例である。

[0012] ROM１０２及びRAM１０３は、プロセッサ１０１を中枢としたコンピュータの主記憶装置である。

ROM１０２は、専らデータの読み出しに用いられる不揮発性メモリである。ROM１０２は、上記のプログラムのうち、例えばファームウェアなどを記憶する。また、ROM１０２は、プロセッサ１０１が各種の処理を行う上で使用するデータなども記憶する。

RAM１０３は、データの読み書きに用いられるメモリである。RAM１０３は、プロセッサ１０１が各種の処理を行う上で一時的に使用するデータを記憶するワークエリアなどとして利用される。RAM１０３は、典型的には揮発性メモリである。

[0013] 補助記憶装置１０４は、プロセッサ１０１を中枢としたコンピュータの補助記憶装置である。補助記憶装置１０４は、例えばEEPROM (electric erasable programmable read-only memory)、HDD (hard disk drive) 又はフラッシュメモリなどである。補助記憶装置１０４は、上記のプログラムのうち、例えば、システムソフトウェア及びアプリケーションソフトウェアなどを記憶する。補助記憶装置１０４は、プロセッサ１０１が各種の処理を行う上で使用するデータ、プロセッサ１０１での処理によって生成されたロボットプログラムなどのデータ及び各種の設定値などを記憶する。

[0014] また、補助記憶装置１０４は、ロボット３００の機種ごとの情報（以下「機種情報」という。）を記憶する。機種情報は、例えば、機種ごとの寸法及び形状並びに各部の可動範囲及び特異点範囲などの各種情報を含む。また、機種情報は、設定情報を含む。設定情報は、各機種に関する各種の設定値などを含む。設定情報は、例えば、後述する仮想可動範囲及び特異点警告範囲についての設定などを含む。

- [0015] 入力デバイス１０５は、プログラミング装置１００の操作者による操作を受け付ける。入力デバイス１０５は、例えば、キーボード、キーパッド、タッチパッド、マウス又はコントローラーなどである。また、入力デバイス１０５は、音声入力用のデバイスであってもよい。
- [0016] 表示デバイス１０６は、プログラミング装置１００の操作者に各種情報を通知するための画面を表示する。表示デバイス１０６は、例えば、液晶ディスプレイ又は有機ＥＬ（electro-luminescence）ディスプレイなどのディスプレイである。また、入力デバイス１０５及び表示デバイス１０６としては、タッチパネルを用いることもできる。すなわち、タッチパネルが備える表示パネルを表示デバイス１０６として、タッチパネルが備えるタッチパッドを入力デバイス１０５として用いることができる。なお、表示デバイス１０６は、報知部の一例である。
- [0017] データ出力部１０７は、プログラミング装置１００内のデータを出力する。データ出力部１０７は、例えば、半導体メディア、光学メディア又は磁気メディアなどのリムーバブルな記憶媒体にデータを書き込むデバイスである。あるいは、データ出力部１０７は、ＵＳＢ（universal serial bus）ケーブル又はイーサネット（登録商標）ケーブルなどの通信用ケーブルを用いて他の装置と接続して有線通信するためのインターフェースである。あるいは、データ出力部１０７は、他の装置と無線通信するためのインターフェースである。
- [0018] バス１０８は、コントロールバス、アドレスバス及びデータバスなどを含み、プログラミング装置１００の各部で授受される信号を伝送する。
- [0019] ロボット制御装置２００は、ロボットプログラムなどのプログラムに基づきロボット３００を制御する装置である。ロボット制御装置２００は、一例として、プロセッサ２０１、ＲＯＭ２０２、ＲＡＭ２０３、補助記憶装置２０４、データ入力部２０５及び制御インターフェース２０６を含む。そして、バス２０７などが、これら各部を接続する。
- [0020] プロセッサ２０１は、ロボット制御装置２００の動作に必要な演算及び

制御などの処理を行うコンピューターの中核部分であり、各種演算及び処理などを行う。プロセッサ２０１は、例えば、ＣＰＵ、ＭＰＵ、ＳｏＣ、ＤＳＰ、ＧＰＵ、ＡＳＩＣ、ＰＬＤ又はＦＰＧＡなどである。あるいは、プロセッサ２０１は、これらのうちの複数を組み合わせたものである。また、プロセッサ２０１は、これらにハードウェアアクセラレーターなどを組み合わせたものであってもよい。プロセッサ２０１は、ＲＯＭ２０２又は補助記憶装置２０４などに記憶されたファームウェア、システムソフトウェア、アプリケーションソフトウェア及びロボットプログラムなどのプログラムに基づいて、ロボット制御装置２００の各種の機能を実現するべく各部を制御する。また、プロセッサ２０１は、当該プログラムに基づいて後述する処理を実行する。なお、当該プログラムの一部又は全部は、プロセッサ２０１の回路内に組み込まれていてもよい。

[0021] ＲＯＭ２０２及びＲＡＭ２０３は、プロセッサ２０１を中核としたコンピューターの主記憶装置である。

 ＲＯＭ２０２は、専らデータの読み出しに用いられる不揮発性メモリである。ＲＯＭ２０２は、上記のプログラムのうち、例えばファームウェアなどを記憶する。また、ＲＯＭ２０２は、プロセッサ２０１が各種の処理を行う上で使用するデータなども記憶する。

 ＲＡＭ２０３は、データの読み書きに用いられるメモリである。ＲＡＭ２０３は、プロセッサ２０１が各種の処理を行う上で一時的に使用するデータを記憶するワークエリアなどとして利用される。ＲＡＭ２０３は、典型的には揮発性メモリである。

[0022] 補助記憶装置２０４は、プロセッサ２０１を中核としたコンピューターの補助記憶装置である。補助記憶装置２０４は、例えばＥＥＰＲＯＭ、ＨＤＤ又はフラッシュメモリなどである。補助記憶装置２０４は、上記のプログラムのうち、例えば、システムソフトウェア、アプリケーションソフトウェア及びロボットプログラムなどを記憶する。また、補助記憶装置２０４は、プロセッサ２０１が各種の処理を行う上で使用するデータ、プロセッサ

201での処理によって生成されたデータ及び各種の設定値などを記憶する。

[0023] データ入力部205は、プログラミング装置100のデータ出力部107によって出力されたデータなどの入力を受ける。データ入力部205は、例えば、リムーバブルな記憶媒体に記憶されたデータを読み取るデバイスである。あるいは、データ入力部205は、データ出力部107などと有線通信又は無線通信するためのインターフェースである。

[0024] 制御インターフェース206は、ロボット制御装置200がロボット300と通信するためのインターフェースである。ロボット制御装置200は、制御インターフェース206を介してロボット300を制御する。

[0025] バス207は、コントロールバス、アドレスバス及びデータバスなどを含み、ロボット制御装置200の各部で授受される信号を伝送する。

[0026] ロボット300は、例えば、マニピュレータ若しくはロボットアーム、又はこれらを備えるロボットなどである。ロボット300は、例えば多関節ロボットである。ロボット300は、一例として、1又は複数の駆動部310を含む。なお、仮想空間上に配置されるロボット300は、仮想ロボットの一例である。仮想ロボットの駆動部310を特に駆動部310bというものとする。駆動部310bは、仮想駆動部の一例である。

[0027] 駆動部310は、サーボモーターなどのモーターなどによって駆動する部分である。駆動部310は、例えば、駆動軸を中心に回転駆動する。

[0028] 図2は、駆動部310及び駆動部310bについて説明するための図である。駆動部310は、駆動軸311、根本側アーム312及び先側アーム313を含む。駆動部310bも同様に、駆動軸311、根本側アーム312及び先側アーム313を含む。また、図2には、可動範囲R1、仮想可動範囲R2、特異点範囲R3及び特異点警告範囲R4を示している。なお、可動範囲R1は、第1の可動範囲の一例である。仮想可動範囲R2は、第2の可動範囲の一例である。特異点範囲R3は、第1の特異点範囲の一例である。特異点警告範囲R4は、第2の特異点範囲の一例である。

[0029] 根本側アーム 312 及び先側アーム 313 は、駆動軸 311 によって接続している 2 つのアームである。先側アーム 313 は、根本側アーム 312 よりロボットアーム 300 の先端側に近く、根本側アーム 312 の次にロボットアーム 300 の根元側に近いアームである。なお、先側アーム 313 は、他の駆動部 310 の根本側アーム 312 でもある場合がある。

先側アーム 313 は、根本側アーム 312 に対して駆動軸 311 を中心に、可動範囲 R1 内で自由に回転可能である。可動範囲 R1 は、一例として、基準角度 D0 を $0 [^\circ (\text{度})]$ として角度 D11 $[^\circ]$ 以上角度 D12 $[^\circ]$ 以下の範囲である。なお、角度 D11 及び角度 D12 は、 $D11 < 0 < D12$ である。角度 D11 及び角度 D12 は、例えば、 $D11 = -D12$ である。

[0030] プログラミング装置 100 は、各駆動部 310b について、仮想可動範囲 R2 を設定している。仮想可動範囲 R2 は、可動範囲 R1 より狭い範囲である。可動範囲 R1 は、仮想可動範囲 R2 を包含する。仮想可動範囲 R2 は、一例として、基準角度 D0 を $0 [^\circ]$ として角度 D21 $[^\circ]$ 以上角度 D22 $[^\circ]$ 以下の範囲である。なお、角度 D21 及び角度 D22 は、 $D21 < 0 < D22$ である。角度 D21 及び角度 D22 は、例えば、 $D21 = -D22$ である。角度 D11 と角度 D21 との差は、例えば、 $0^\circ \sim 10^\circ$ である。角度 D12 と角度 D22 との差は、例えば、 $0^\circ \sim 10^\circ$ である。

[0031] 特異点範囲 R3 は、先側アーム 313 が特異点となる範囲である。また、プログラミング装置 100 は、各駆動部 310b について、特異点警告範囲 R4 を設定している。特異点警告範囲 R4 は、特異点範囲 R3 を包含し、特異点範囲 R3 よりも広い範囲である。特異点範囲 R3 は、一例として、基準角度 D0 を $0 [^\circ]$ として角度 D31 $[^\circ]$ 以上角度 D32 $[^\circ]$ 以下の範囲である。なお、角度 D31 及び角度 D32 は、 $D31 < 0 < D32$ である。角度 D31 及び角度 D32 は、例えば、 $D31 = -D32$ である。特異点警告範囲 R4 は、一例として、基準角度 D0 を $0 [^\circ]$ として角度 D41 $[^\circ]$ 以上角度 D42 $[^\circ]$ 以下の範囲である。なお、角度 D41 及び角度 D

4 2 は、 $D 4 1 < 0 < D 4 2$ である。角度 $D 4 1$ 及び角度 $D 4 2$ は、例えば、 $D 4 1 = -D 4 2$ である。角度 $D 4 1$ と角度 $D 3 1$ との差は、例えば、 $0^\circ \sim 6^\circ$ である。角度 $D 4 2$ と角度 $D 3 2$ との差は、例えば、 $0^\circ \sim 6^\circ$ である。

[0032] また、図 2 には、角度 $D 5$ を示している。角度 $D 5$ は、基準角度 $D 0$ を 0° とした場合の、根本側アーム 3 1 2 に対する先側アーム 3 1 3 の回転位置を示す角度である。図 2 に示す $D 5$ は、 $D 2 2 < D 5 < D 1 2$ であるが、この限りではない。

[0033] 以下、実施形態に係るプログラミングシステム 1 の動作を図 3 及び図 4 などに基づいて説明する。なお、以下の動作説明における処理の内容は一例であって、同様な結果を得ることが可能な様々な処理を適宜に利用できる。図 3 及び図 4 は、プログラミング装置 1 0 0 のプロセッサ 1 0 1 による処理の一例を示すフローチャートである。プロセッサ 1 0 1 は、例えば、ROM 1 0 2 又は補助記憶装置 1 0 4 などに記憶されたプログラムに基づいて図 3 及び図 4 の処理を実行する。

[0034] プログラミング装置 1 0 0 のプロセッサ 1 0 1 は、例えば、オフラインプログラミング用のアプリケーションソフトウェアの起動にともない図 3 に示す処理を開始する。

[0035] 図 3 のステップ S T 1 1 においてプロセッサ 1 0 1 は、ロボットプログラムを作成する対象のロボット 3 0 0 の機種などについての設定を決定する。プロセッサ 1 0 1 は、このために、例えば、当該ロボット 3 0 0 の機種についての機種情報を補助記憶装置 1 0 4 などから取得する。プロセッサ 1 0 1 は、どの機種の機種情報を取得するかは、例えば、プログラミング装置 1 0 0 の操作者による入力デバイス 1 0 5 を用いた操作入力の内容に基づく。あるいは、プロセッサ 1 0 1 は、予め定められた機種の機種情報を取得してもよい。

[0036] ステップ S T 1 2 においてプロセッサ 1 0 1 は、ロボット 3 0 0、ワーク、障害物及びその他の必要な物体の仮想空間上の配置の設定を決定する。

プロセッサ１０１は、当該配置の設定を、例えば、プログラミング装置１００の操作者による入力デバイス１０５を用いた操作入力に基づき決定する。また、プロセッサ１０１は、当該配置の設定を、例えば、補助記憶装置１０４又は他の装置などから取得した情報に基づき決定してもよい。

[0037] ステップＳＴ１３においてプロセッサ１０１は、ロボット３００の移動先を示す教示点が指定されたか否かを判定する。例えば、教示点は、プログラミング装置１００の操作者による操作入力に基づき指定される。あるいは、教示点は、他の装置からのコマンドなどの情報の入力に基づき指定される。あるいは、プロセッサ１０１が自動で教示点を指定してもよい。また、教示点はその他の方法により指定されてもよい。なお、ここで指定される教示点を、仮教示点というものとする。プロセッサ１０１は、仮教示点が指定されないならば、ステップＳＴ１３においてＮｏと判定して、処理をステップＳＴ１４へと進める。

[0038] ステップＳＴ１４においてプロセッサ１０１は、警告範囲の設定を開始するか否かを判定する。プロセッサ１０１は、例えば、プログラミング装置１００の操作者によって、警告範囲の設定を開始する操作が行われたならば、警告範囲の設定を開始すると判定する。プロセッサ１０１は、警告範囲の設定を開始しないならば、ステップＳＴ１４においてＮｏと判定して、処理をステップＳＴ１３へと戻す。かくして、プロセッサ１０１は、仮教示点が指定されるか、警告範囲の設定を開始すると判定するまでステップＳＴ１３及びステップＳＴ１４を繰り返す待受状態となる。

[0039] プロセッサ１０１は、ステップＳＴ１３及びステップＳＴ１４の待受状態にあるときにロボット３００の移動先を示す教示点が指定されたならば、ステップＳＴ１３においてＹｅｓと判定して、処理をステップＳＴ１５へと進める。

[0040] ステップＳＴ１５においてプロセッサ１０１は、作成中のロボットプログラムの最新の教示点から仮教示点までのロボット３００の仮想空間上における移動経路のシミュレーションを所定量だけ進める。最新の教示点は、当

該ロボットプログラミングの最後に追加された教示点である。プロセッサ１０１は、前回のステップＳＴ１５の実行において当該シミュレーションを途中まで進めている場合には、当該シミュレーションを当該途中から所定量進める。また、プロセッサ１０１は、当該シミュレーションをまだ開始していない場合には、当該シミュレーションを開始して所定量だけ進める。ただし、プロセッサ１０１は、シミュレーションの完了までの残りが当該所定量より少ない場合にはシミュレーションの完了までシミュレーションを進める。プロセッサ１０１は、当該シミュレーションにおいて、全ての駆動部３１０ｂが仮想可動範囲Ｒ２外及び特異点警告範囲Ｒ４に入らないようにシミュレートする。ただし、プロセッサ１０１は、少なくともいずれかの駆動部３１０ｂが仮想可動範囲Ｒ２外又は特異点警告範囲Ｒ４に入らなければロボット３００が仮教示点まで移動できないならば、いずれかの駆動部３１０ｂが仮想可動範囲Ｒ２外又は特異点警告範囲Ｒ４に入るような移動経路をシミュレートしてもよい。また、プロセッサ１０１は、少なくともいずれかの駆動部３１０ｂが仮想可動範囲Ｒ２外又は特異点警告範囲Ｒ４に入る場合でも、全ての駆動部３１０ｂが可動範囲Ｒ１外及び特異点範囲Ｒ３に入らないようにシミュレートする。ただし、プロセッサ１０１は、少なくともいずれかの駆動部３１０ｂが可動範囲Ｒ１外又は特異点範囲Ｒ３に入らなければロボット３００が仮教示点まで移動できないならば、いずれかの駆動部３１０ｂが可動範囲Ｒ１外又は特異点範囲Ｒ３に入るような移動経路をシミュレートしてもよい。

[0041] ステップＳＴ１６においてプロセッサ１０１は、図４に示す停止処理を実行する。なお、プロセッサ１０１は、実行中のシミュレーションにおける直近のステップＳＴ１５の処理について停止処理を行う。停止処理は、当該ステップＳＴ１５の処理結果に基づき、シミュレーションを停止するか否かを決定し、停止すると決定した場合にはシミュレーションを停止することなどを行う処理である。プロセッサ１０１は、停止処理の実行開始にともない、処理を図４のステップＳＴ３１へ進める。

- [0042] ステップS T 3 1においてプロセッサ１０１は、実行中のシミュレーションにおいてロボット３００の先側アーム３１３の少なくともいずれかが、直近のステップS T 1 5の処理によって新たに仮想可動範囲R 2の外に出たか否かを判定する。先側アーム３１３が仮想可動範囲R 2の外に出ているとは、当該先側アーム３１３の角度D 5が角度D 2 1未満又は角度D 2 2超であることを示す。なお、プロセッサ１０１は、仮想可動範囲R 2が設定で無効となっている駆動部３１０bについては、角度D 5に拘らず先側アーム３１３は仮想可動範囲R 2の外に出ていないものとみなす。プロセッサ１０１は、先側アーム３１３の少なくともいずれかが新たに仮想可動範囲R 2の外に出たならば、ステップS T 3 1においてY e sと判定して、処理をステップS T 3 2へと進める。
- [0043] ステップS T 3 2においてプロセッサ１０１は、第１の警告画面に対応した画像を生成する。そして、プロセッサ１０１は、生成したこの画像を表示するように表示デバイス１０６に対して指示する。表示の指示を受けて表示デバイス１０６は、第１の警告画面を表示する。
- [0044] 第１の警告画面は、先側アーム３１３が仮想可動範囲R 2の外に出ることを示す画像を含む。また、第１の警告画面は、どの先側アーム３１３が仮想可動範囲R 2の外に出るかを示す画像を含む。なお、文字は、画像の一種である。
- [0045] ステップS T 3 3においてプロセッサ１０１は、シミュレーションを停止するか否かを判定する。プロセッサ１０１は、例えば、設定情報を参照して、先側アーム３１３が仮想可動範囲R 2の外に出た場合にシミュレーションを停止する設定になっている場合に、シミュレーションを停止すると判定する。
- [0046] プロセッサ１０１は、シミュレーションを停止しないならば、ステップS T 3 3においてN oと判定して、処理をステップS T 3 4へと進める。また、プロセッサ１０１は、いずれの駆動部３１０bも新たに仮想可動範囲R 2の外に出ていないならば、ステップS T 3 1においてN oと判定して、

処理をステップS T 3 4へと進める。

[0047] ステップS T 3 4においてプロセッサ１０１は、実行中のシミュレーションにおいて先側アーム３１３の少なくともいずれかが、直近のステップS T 1 5の処理によって新たに特異点警告範囲R 4に入ったか否かを判定する。先側アーム３１３が特異点警告範囲R 4に入っているとは、当該先側アーム３１３の角度D 5が角度D 4 1以上角度D 4 2未満であることを示す。なお、プロセッサ１０１は、特異点警告範囲R 4が設定で無効となっている駆動部３１０bについては、角度D 5に拘らず先側アーム３１３は特異点警告範囲R 4に入っていないものとみなす。プロセッサ１０１は、先側アーム３１３の少なくともいずれかが新たに特異点警告範囲R 4内に入ったならば、ステップS T 3 4においてY e sと判定して、処理をステップS T 3 5へと進める。

[0048] ステップS T 3 5においてプロセッサ１０１は、第２の警告画面に対応した画像を生成する。そして、プロセッサ１０１は、生成したこの画像を表示するように表示デバイス１０６に対して指示する。表示の指示を受けて表示デバイス１０６は、第２の警告画面を表示する。

[0049] 第２の警告画面は、先側アーム３１３が特異点警告範囲R 4に入ることを示す画像を含む。また、第２の警告画面は、どの先側アーム３１３が特異点警告範囲R 4に入るかを示す画像を含む。

[0050] ステップS T 3 6においてプロセッサ１０１は、シミュレーションを停止するか否かを判定する。プロセッサ１０１は、例えば、設定情報を参照して、先側アーム３１３が特異点警告範囲R 4に入った場合にシミュレーションを停止する設定になっている場合に、シミュレーションを停止すると判定する。

[0051] プロセッサ１０１は、シミュレーションを停止しないならば、ステップS T 3 6においてN oと判定して、処理をステップS T 3 7へと進める。また、プロセッサ１０１は、いずれの先側アーム３１３も新たに特異点警告範囲R 4内に入っていないならば、ステップS T 3 4においてN oと判定し

て、処理をステップS T 3 7へと進める。

[0052] ステップS T 3 7においてプロセッサ１０１は、実行中のシミュレーションにおいて先側アーム３１３の少なくともいずれかが、直近のステップS T 1 5の処理によって新たに可動範囲R 1の外に出たか否かを判定する。プロセッサ１０１は、先側アーム３１３の少なくともいずれかが新たに可動範囲R 1の外に出たならば、ステップS T 3 7においてY e sと判定して、処理をステップS T 3 8へと進める。

[0053] ステップS T 3 8においてプロセッサ１０１は、第３の警告画面に対応した画像を生成する。そして、プロセッサ１０１は、生成したこの画像を表示するように表示デバイス１０６に対して指示する。表示の指示を受けて表示デバイス１０６は、第３の警告画面を表示する。

[0054] 第３の警告画面は、先側アーム３１３が可動範囲R 1の外に出ることを示す画像を含む。また、第３の警告画面は、どの先側アーム３１３が可動範囲R 1の外に出るかを示す画像を含む。

[0055] プロセッサ１０１は、いずれの先側アーム３１３も新たに可動範囲R 1の外に出ていないならば、ステップS T 3 7においてN oと判定して、処理をステップS T 3 9へと進める。

ステップS T 3 9においてプロセッサ１０１は、実行中のシミュレーションにおいて先側アーム３１３の少なくともいずれかが、直近のステップS T 1 5の処理によって新たに特異点範囲R 3に入ったか否かを判定する。プロセッサ１０１は、いずれの先側アーム３１３も新たに特異点範囲R 3に入っていないならば、ステップS T 3 9においてN oと判定して、図４に示す停止処理を終了する。対して、プロセッサ１０１は、先側アーム３１３の少なくともいずれかが新たに特異点警告範囲R 4に入ったならば、ステップS T 3 9においてY e sと判定して、処理をステップS T 4 0へと進める。

[0056] ステップS T 4 0においてプロセッサ１０１は、第４の警告画面に対応した画像を生成する。そして、プロセッサ１０１は、生成したこの画像を

表示するように表示デバイス１０６に対して指示する。表示の指示を受けて表示デバイス１０６は、第４の警告画面を表示する。

[0057] 第４の警告画面は、先側アーム３１３が特異点警告に入ること示す画像を含む。また、第４の警告画面は、どの先側アーム３１３が特異点範囲Ｒ３に入るかを示す画像を含む。

[0058] プロセッサ１０１は、ステップＳＴ３６においてシミュレーションを停止すると判定するならば、Ｙｅｓと判定して処理をステップＳＴ４１へと進める。また、プロセッサ１０１は、ステップＳＴ３３においてシミュレーションを停止すると判定するならば、Ｙｅｓと判定して処理をステップＳＴ４１へと進める。また、プロセッサ１０１は、ステップＳＴ３８又はステップＳＴ４１の処理の後、処理をステップＳＴ４１へと進める。

[0059] ステップＳＴ４１においてプロセッサ１０１は、実行中のシミュレーションを停止する。すなわち、プロセッサ１０１は、仮想ロボットの動作を停止する。プロセッサ１０１は、シミュレーションを停止したことを示すアラームなどの音声をスピーカーなどから出力する。また、プロセッサ１０１は、シミュレーションを停止したことを示す画像を表示デバイス１０６に表示させてもよい。プロセッサ１０１は、ステップＳＴ４１の処理の後、図４に示す停止処理を終了する。

[0060] プロセッサ１０１は、停止処理を終了したならば、図３のステップＳＴ１６の処理を終了して、処理をステップＳＴ１７へと進める。

[0061] ステップＳＴ１７においてプロセッサ１０１は、直近のステップＳＴ１６の処理においてシミュレーションを停止したか否かを判定する。プロセッサ１０１は、シミュレーションをしたならば、ステップＳＴ１７においてＹｅｓと判定して、処理をステップＳＴ１３へと戻す。対して、プロセッサ１０１は、シミュレーションを停止していないならば、ステップＳＴ１７においてＮｏと判定して、処理をステップＳＴ１８へと進める。

[0062] ステップＳＴ１８においてプロセッサ１０１は、最新の教示点から仮教示点までの移動経路のシミュレーションを完了したか否かを判定する。プロ

セッサ１０１は、当該シミュレーションを完了していないならば、ステップＳＴ１８においてＮｏと判定して、処理をステップＳＴ１５へと戻す。そして、プロセッサ１０１は、当該ステップＳＴ１５において当該シミュレーションの続きを実行することとなる。対して、プロセッサ１０１は、当該シミュレーションを完了したならば、ステップＳＴ１８においてＹｅｓと判定して、処理をステップＳＴ２０へと進める。

[0063] ステップＳＴ１９においてプロセッサ１０１は、教示点加画面に対応した画像を生成する。そして、プロセッサ１０１は、生成したこの画像を表示するように表示デバイス１０６に対して指示する。表示の指示を受けて表示デバイス１０６は、教示点画面を表示する。

[0064] 教示点画面は、最新の教示点から仮教示点までの移動経路のシミュレーションが完了したこと及び当該シミュレーションの結果を示す画面である。教示点画面は、仮教示点を教示点としてロボットプログラムに追加することが可能であることを示す画像を含む。教示点画面は、最新の教示点から仮教示点までの移動経路を示す画像を含む。また、教示点画面は、最新の教示点から仮教示点までの移動経路のシミュレーションにおいて、いずれかの先側アーム３１３が仮想可動範囲Ｒ２の外に出ている場合には、先側アーム３１３が仮想可動範囲Ｒ２の外に出ることを示す画像を含む。また、教示点画面は、最新の教示点から仮教示点までの移動経路のシミュレーションにおいて、いずれかの先側アーム３１３が特異点警告範囲Ｒ４に入っている場合には、先側アーム３１３が特異点警告範囲Ｒ４に入ることを示す画像を含む。

[0065] ステップＳＴ２０においてプロセッサ１０１は、ロボット３００の移動先を示す仮教示点が指定されたか否かを判定する。すなわち、プロセッサ１０１は、ステップＳＴ１３と同様の処理を行う。プロセッサ１０１は、仮教示点が指定されていないならば、ステップＳＴ２０においてＮｏと判定して、処理をステップＳＴ２１へと進める。

[0066] ステップＳＴ２１においてプロセッサ１０１は、警告範囲の設定を開始するか否かを判定する。すなわち、プロセッサ１０１は、ステップＳＴ１

4と同様の処理を行う。プロセッサ１０１は、警告範囲の設定を開始しないならば、ステップＳＴ２１においてＮｏと判定して、処理をステップＳＴ２２へと進める。

[0067] ステップＳＴ２２においてプロセッサ１０１は、仮教示点を教示点として、作成中のロボットプログラムに追加するか否かを判定する。プログラミング装置１００の操作者は、例えば、教示点画面に表示された内容など見て、教示点を追加するか決める。そして、当該操作者は、教示点を追加するならば、教示点を追加するように指示する操作を、入力デバイス１０５を用いて行う。プロセッサ１０１は、例えば、当該操作が行われたことに応じて教示点を追加すると判定する。また、プロセッサ１０１は、最新の教示点から仮教示点までの移動経路のシミュレーション結果に基づき教示点を追加するか否かを自動で判定してもよい。例えば、プロセッサ１０１は、当該シミュレーションにおいていずれの先側アーム３１３も仮想可動範囲Ｒ２の外に出ず、特異点警告範囲Ｒ４に入っていないならば、教示点を追加すると判定してもよい。プロセッサ１０１は、教示点を追加しないならば、ステップＳＴ２２においてＮｏと判定して、処理をステップＳＴ２０へと戻す。かくして、プロセッサ１０１は、ロボット３００の移動先を示す教示点が指定されるか、警告範囲の設定を開始すると判定するか、教示点を追加すると判定するまでステップＳＴ２０～ステップＳＴ２２を繰り返す待受状態となる。

[0068] プロセッサ１０１は、ステップＳＴ２０～ステップＳＴ２２の待受状態にあるときに仮教示点が指定されたならば、ステップＳＴ２０においてＹｅｓと判定して、処理をステップＳＴ１５へと戻す。

[0069] プロセッサ１０１は、ステップＳＴ２０～ステップＳＴ２２の待受状態にあるときに教示点を追加するならば、ステップＳＴ２２においてＹｅｓと判定して、処理をステップＳＴ２３へと進める。

ステップＳＴ２３においてプロセッサ１０１は、仮教示点を、作成中のロボットプログラムに教示点として追加する。すなわち、プロセッサ１０

1 は、最新の教示点から仮教示点までのロボット 300 の移動経路のシミュレーションの結果に基づき、最新の教示点から仮教示点までのロボット 300 が当該移動経路で移動するためのロボット 300 の動作を示すプログラムを、作成中のロボットプログラムに追加する。なお、ステップ ST23 の処理によって、仮教示点が最新の教示点となる。プロセッサ 101 は、ステップ ST23 の処理の後、処理をステップ ST13 へと戻す。

[0070] プロセッサ 101 は、ステップ ST13 及びステップ ST14 の待受状態にあるときに警告範囲の設定を開始すると判定するならば、ステップ ST14 において Yes と判定して、処理をステップ ST24 へと進める。また、プロセッサ 101 は、ステップ ST20～ステップ ST22 の待受状態にあるときに警告範囲の設定を開始すると判定するならば、ステップ ST21 において Yes と判定して、処理をステップ ST24 へと進める。

[0071] ステップ ST24 においてプロセッサ 101 は、図 5～図 8 に示するような設定画面に対応した画像を生成する。そして、プロセッサ 101 は、生成したこの画像を表示するように表示デバイス 106 に対して指示する。表示の指示を受けて表示デバイス 106 は、設定画面を表示する。

[0072] 図 5～図 8 は、それぞれ設定画面の一例を示す図である。プロセッサ 101 は、例えば、どのような設定を行うかによって異なる設定画面を表示させる。どのような設定を行うかは、例えば、プログラミング装置 100 の操作者による操作内容などに基づく。

[0073] 図 5 は、各駆動部 310b の仮想可動範囲 R2 を一括で設定するための設定画面 SC1 の一例を示す図である。設定画面 SC1 は、領域 AR11 及び領域 AR12 並びに規定値ボタン B11、戻るボタン B12 及び決定ボタン B13 を含む。領域 AR11 は、仮想可動範囲 R2 を可動範囲 R1 と比べてどれぐらい小さい範囲にするかの設定値を入力するための入力欄である。図 5 の領域 AR11 には、一例として 10 [%] と入力されている。この場合、可動範囲 R1 が $-140^{\circ} \sim 140^{\circ}$ であれば、仮想可動範囲 R2 は、 $-126^{\circ} \sim 126^{\circ}$ である。すなわち、領域 AR12 に入力された数を C1

と置くと、

$$D21 = D11 \times (100 - C1) \times 0.01 \quad (1)$$

$$D22 = D12 \times (100 - C1) \times 0.01 \quad (2)$$

である。あるいは、

$$D21 = D11 - (D12 - D11) \times C1 \times 0.01 \div 2 \quad (3)$$

$$D22 = D12 + (D12 - D11) \times C1 \times 0.01 \div 2 \quad (4)$$

であってもよい。

[0074] 領域AR11は、割合に代えて角度を入力するための入力欄であってもよい。一例として、領域AR11に10[°]と入力されている場合、可動範囲R1が−140°〜140°であれば、仮想可動範囲R2は、−130°〜130°である。領域AR11に入力された角度をC2と置くと、

$$D21 = D11 - C2 \quad (5)$$

$$D22 = D12 - C2 \quad (6)$$

である。なお、C2は、0超100未満の数である。

[0075] 領域AR12は、いずれかの先側アーム313が仮想可動範囲R2の外に出た場合にシミュレーションを停止するか否かの設定を入力するための領域である。一例として、領域AR12は、チェックボックスがオンの状態、すなわち領域AR12の値がTrueなどであれば、シミュレーションを停止する設定であることを示す。そして、領域AR12は、チェックボックスがオフの状態、すなわち領域AR12の値がFalseなどであれば、シミュレーションを停止しない設定であることを示す。

[0076] 規定値ボタンB11は、領域AR11及び領域AR12にデフォルトの値を入力するためのボタンである。プロセッサ101は、規定値ボタンB11が操作された場合、領域AR11及び領域AR12に予め定められたデフォルトの値を入力する。

[0077] 戻るボタンB12は、設定を変更せずに設定画面の表示を終了する場合に操作者が操作するためのボタンである。

[0078] 決定ボタンB13は、設定画面に入力した内容を保存して設定を変更する

場合に操作者が操作するためのボタンである。

[0079] 図6は、各駆動部310bの仮想可動範囲R2を個別に設定するための設定画面SC2の一例を示す図である。設定画面SC2は、領域AR21及び複数の領域AR22並びに規定値ボタンB21、戻るボタンB12及び決定ボタンB13を含む。各領域AR22は、領域AR221～領域AR225を含む。

[0080] 領域AR21は、いずれかの先側アーム313が仮想可動範囲R2の外に出た場合にシミュレーションを停止するか否かの設定を入力するための領域である。一例として、領域AR21は、チェックボックスがオンの状態、すなわち領域AR21の値がTrueなどであれば、シミュレーションを停止する設定であることを示す。そして、領域AR21は、チェックボックスがオフの状態、すなわち領域AR21の値がFalseなどであれば、シミュレーションを停止しない設定であることを示す。

[0081] 各領域AR22は、例えば、駆動部310bの数と同じ数存在する。そして、それぞれの領域AR22が、それぞれ異なる駆動部310bに1対1で対応する。各領域AR22に示すJ1～J3は、どの駆動部310bに対応するかを識別するための番号の例である。領域AR221は、対応する駆動部310bについての角度D11を表示する。領域AR222は、対応する駆動部310bについての角度D21を入力するための入力欄である。領域AR223は、対応する駆動部310bについての角度D22を入力するための入力欄である。領域AR224は、対応する駆動部310bについての角度D12を表示する。領域AR225は、対応する駆動部310bの仮想可動範囲R2を有効にするか否かの設定を入力するための領域である。一例として、領域AR225は、チェックボックスがオンの状態であれば、すなわち領域AR225の値がTrueなどであれば、仮想可動範囲R2を有効にすることを示す。そして、領域AR225は、チェックボックスがオフの状態であれば、すなわち領域AR225の値がFalseなどであれば、仮想可動範囲R2を無効にすることを示す。

なお、設定画面 S C 2 は、設定画面 S C 1 と同様に割合を入力して仮想可動範囲 R 2 を設定することができてよい。

[0082] 規定値ボタン B 2 1 は、領域 A R 2 1、領域 A R 2 2 2、領域 A R 2 2 3 及び領域 A R 2 2 5 にデフォルトの値を入力するためのボタンである。プロセッサ 1 0 1 は、ボタン B 2 1 が操作された場合、領域 A R 2 1、領域 A R 2 2 2、領域 A R 2 2 3 及び領域 A R 2 2 5 に予め定められたデフォルトの値を入力する。デフォルトの値は、例えば機種情報に含まれる。

[0083] 図 7 は、各駆動部 3 1 0 b の特異点警告範囲 R 4 を一括で設定するための設定画面 S C 3 の一例を示す図である。設定画面 S C 3 は、領域 A R 3 1 及び領域 A R 3 2 並びに規定値ボタン B 3 1、戻るボタン B 1 2 及び決定ボタン B 1 3 を含む。領域 A R 3 1 は、特異点警告範囲 R 4 を特異点範囲 R 3 と比べてどれくらい大きい範囲にするかの設定値を入力するための入力欄である。図 7 の領域 A R 3 1 には、一例として 2 [倍] と入力されている。この場合、特異点範囲 R 3 が $-5^{\circ} \sim 5^{\circ}$ であれば、仮想可動範囲 R 2 は、 $-10^{\circ} \sim 10^{\circ}$ である。すなわち、領域 A R 3 2 に入力された数を C 3 と置くと、

$$D 4 1 = D 3 1 \times C 3 \quad (7)$$

$$D 4 2 = D 3 2 \times C 3 \quad (8)$$

である。あるいは、

$$D 4 1 = D 3 1 - (D 3 2 - D 3 1) \times (C 3 - 1) \quad (9)$$

$$D 4 2 = D 3 2 + (D 3 2 - D 3 1) \times (C 3 - 1) \quad (10)$$

であってもよい。なお、C 3 は、0 以上の数である。なお、領域 A R 3 1 は、角度を入力することができてよい。当該角度は、例えば、角度 D 4 1 と角度 D 3 1 の差、及び角度 D 4 2 と角度 D 3 2 の差を示す。

[0084] 領域 A R 3 2 は、いずれかの先側アーム 3 1 3 が特異点範囲 R 3 に入った場合にシミュレーションを停止するか否かの設定を入力するための領域である。一例として、領域 A R 3 2 は、チェックボックスがオンの状態、すなわち領域 A R 3 2 の値が T r u e などであれば、シミュレーションを停止する

設定であることを示す。そして、領域AR32は、チェックボックスがオフの状態、すなわち領域AR32の値がFalseなどであれば、シミュレーションを停止しない設定であることを示す。

[0085] 規定値ボタンB31は、領域AR31及び領域AR32にデフォルトの値を入力するためのボタンである。プロセッサ101は、規定値ボタンB31が操作された場合、領域AR31及び領域AR32に予め定められたデフォルトの値を入力する。デフォルトの値は、例えば機種情報に含まれる。

[0086] 図8は、各駆動部310bの特異点警告範囲R4を個別に設定するための設定画面SC4の一例を示す図である。設定画面SC4は、領域AR41及び複数の領域AR42並びに規定値ボタンB41、戻るボタンB12及び決定ボタンB13を含む。各領域AR42は、領域AR421及び領域AR422を含む。

[0087] 領域AR41は、いずれかの先側アーム313が特異点警告範囲R4内に入った場合にシミュレーションを停止するか否かの設定を入力するための領域である。一例として、領域AR41は、チェックボックスがオンの状態、すなわち領域AR41の値がTrueなどであれば、シミュレーションを停止する設定であることを示す。そして、領域AR41は、チェックボックスがオフの状態、すなわち領域AR41の値がFalseなどであれば、シミュレーションを停止しない設定であることを示す。

[0088] 各領域AR42は、例えば、駆動部310bの数と同じ数存在する。そして、それぞれの領域AR42が、それぞれ異なる駆動部310bと1対1で対応する。領域AR421は、対応する駆動部310bについての特異点警告範囲R4を特異点範囲R3と比べてどれぐらい大きい範囲にするかの設定値を入力するための入力欄である。なお、領域AR421は、角度を入力することができてよい。領域AR422は、対応する駆動部310bの特異点警告範囲R4を有効にするか否かの設定を入力するための領域である。一例として、領域AR422は、チェックボックスがオンの状態であれば、すなわち領域AR422の値がTrueなどであれば、特異点警告範囲R4を

有効にすることを示す。そして、領域 A R 4 2 2 は、チェックボックスがオフの状態であれば、すなわち領域 A R 4 2 2 の値が F a l s e などであれば、特異点警告範囲 R 4 を無効にすることを示す。

[0089] 規定値ボタン B 4 1 は、領域 A R 4 1、領域 A R 4 2 1 及び領域 A R 4 2 2 にデフォルトの値を入力するためのボタンである。プロセッサ 1 0 1 は、規定値ボタン B 3 1 が操作された場合、領域 A R 4 1、領域 A R 4 2 1 及び領域 A R 4 2 2 に予め定められたデフォルトの値を入力する。デフォルトの値は、例えば機種情報に含まれる。

[0090] プログラミング装置 1 0 0 の操作者は、以上に示すような設定画面を操作して所望の設定内容を入力する。

[0091] ステップ S T 2 5 においてプロセッサ 1 0 1 は、設定を変更せずに元の画面に戻ることを指示する操作が行われたか否かを判定する。すなわちプロセッサ 1 0 1 は、戻るボタン B 1 2 を操作するなどの予め定められた操作が行われたか否かを判定する。プロセッサ 1 0 1 は、設定を変更せずに元の画面に戻ることを指示する操作が行われないならば、ステップ S T 2 5 において N o と判定して、処理をステップ S T 2 6 へと進める。

[0092] ステップ S T 2 6 においてプロセッサ 1 0 1 は、設定の変更を指示する操作が行われたか否かを判定する。すなわちプロセッサ 1 0 1 は、決定ボタン B 1 3 を操作するなどの予め定められた操作が行われたか否かを判定する。プロセッサ 1 0 1 は、設定の変更を指示する操作が行われないならば、ステップ S T 2 6 において N o と判定して、処理をステップ S T 2 5 へと戻す。かくして、プロセッサ 1 0 1 は、設定を変更せずに元の画面に戻ることを指示する操作、又は設定の変更を指示する操作が行われるまでステップ S T 2 5 及びステップ S T 2 6 を繰り返す待受状態となる。

[0093] プロセッサ 1 0 1 は、ステップ S T 2 5 及びステップ S T 2 6 の待受状態にあるときに、設定を変更せずに元の画面に戻ることを指示する操作が行われたならば、ステップ S T 2 5 において Y e s と判定して、処理をステップ S T 1 3 へと戻す。また、この際、プロセッサ 1 0 1 は、表示デバイス

106を制御して設定画面の表示を終了する。

[0094] プロセッサ101は、ステップST25及びステップST26の待受状態にあるときに、設定の変更を指示する操作が行われたならば、ステップST26においてYesと判定して、処理をステップST27へと進める。

[0095] ステップST27においてプロセッサ101は、設定画面に入力された内容に基づく設定内容を補助記憶装置104の設定情報などに保存する。プロセッサ101は、ステップST27の処理の後、処理をステップST25へと戻す。

[0096] 実施形態のプログラミング装置100は、ロボット300をシミュレート又はエミュレートした仮想ロボットの駆動部310bが実際の特異点範囲R3よりも広い特異点警告範囲R4に入ることを判定する。このように、実施形態のプログラミング装置100は、駆動部310bが特異点警告範囲R4に入ることを検知して、シミュレーションの停止及び警告を行うなどの様々な処理を行うことができる。これにより、実施形態のプログラミング装置100は、オフラインプログラミングで作成されたロボットプログラムで動作する実際のロボット300の駆動部310が特異点範囲R3に入ることを防ぐことができる。また、これにより、実施形態のプログラミング装置100は、オフラインプログラミングで作成されたロボットプログラムに必要な修正の量を減らすことができる。

[0097] また、実施形態のプログラミング装置100は、仮想ロボットの駆動部310bが特異点警告範囲R4に入ることを報知する。これにより、実施形態のプログラミング装置100は、オフラインプログラミングで作成されたロボットプログラムで動作する実際のロボット300の駆動部310が特異点範囲R3に入ることを防ぎ、当該ロボットプログラムに必要な修正の量を減らすことができる。

[0098] また、実施形態のプログラミング装置100は、仮想ロボットの駆動部310bが特異点警告範囲R4に入る場合シミュレーションを停止する。すなわち、プログラミング装置100は、仮想ロボットの動作を停止する。これ

により、プログラミング装置１００は、ロボットプログラムに、駆動部３１０ｂが特異点警告範囲Ｒ４に入るような教示点を追加することを防ぐ。これにより、実施形態のプログラミング装置１００は、オフラインプログラミングで作成されたロボットプログラムで動作する実際のロボット３００の駆動部３１０が特異点範囲Ｒ３に入ることを防ぎ、当該ロボットプログラムに必要な修正の量を減らすことができる。

[0099] また、実施形態のプログラミング装置１００は、特異点警告範囲Ｒ４の広さを設定可能である。これにより、ロボットプログラム作成者及びプログラミングシステム１の管理者などが設定を変更することで、オフラインプログラミングをしやすくしたり、オフラインプログラミングによって作成されるロボットプログラミングの品質のコントロールをしたりすることなどが可能となると考えられる。

[0100] また、実施形態のプログラミング装置１００は、仮想ロボットの駆動部３１０ｂが実際の可動範囲Ｒ１よりも狭い仮想可動範囲Ｒ２の外に出ることを判定する。このように、実施形態のプログラミング装置１００は、駆動部３１０ｂが仮想可動範囲Ｒ２の外に出ることを検知して、シミュレーションの停止及び警告を行うなどの様々な処理を行うことができる。これにより、実施形態のプログラミング装置１００は、オフラインプログラミングで作成されたロボットプログラムで動作する実際のロボット３００の駆動部３１０が可動範囲Ｒ１に入ることを防ぐことができる。また、これにより、実施形態のプログラミング装置１００は、オフラインプログラミングで作成されたロボットプログラムに必要な修正の量を減らすことができる。

[0101] また、実施形態のプログラミング装置１００は、仮想ロボットの駆動部３１０ｂが仮想可動範囲Ｒ２の外に出ることを報知する。これにより、実施形態のプログラミング装置１００は、オフラインプログラミングで作成されたロボットプログラムで動作する実際のロボット３００の駆動部３１０が可動範囲Ｒ１の外に出ることを防ぎ、当該ロボットプログラムに必要な修正の量を減らすことができる。

- [0102] また、実施形態のプログラミング装置100は、仮想ロボットの駆動部310bが仮想可動範囲R2の外に出る場合シミュレーションを停止する。すなわち、プログラミング装置100は、仮想ロボットの動作を停止する。これにより、プログラミング装置100は、ロボットプログラムに、駆動部310bが仮想可動範囲R2の外に出るような教示点を追加することを防ぐ。これにより、実施形態のプログラミング装置100は、オフラインプログラミングで作成されたロボットプログラムで動作する実際のロボット300の駆動部310が可動範囲R1の外に出ること防ぎ、当該ロボットプログラムに必要な修正の量を減らすことができる。
- [0103] また、実施形態のプログラミング装置100は、仮想可動範囲R2の広さを設定可能である。これにより、ロボットプログラム作成者及びプログラミングシステム1の管理者などが設定を変更することで、オフラインプログラミングをしやすくしたり、オフラインプログラミングによって作成されるロボットプログラミングの品質のコントロールをしたりすることなどが可能となると考えられる。
- [0104] 上記の実施形態は、以下のような変形も可能である。
- プログラミング装置100は、上記の実施形態で表示デバイス106に表示することで報知する内容を、スピーカーから音声で出力するなどの他の方法によって報知してもよい。当該スピーカーは、報知部の一例である。
- [0105] 上記の実施形態でも用いている角度の単位は[°]である。しかしながら、実施形態で用いる角度の単位は、[rad]などのその他の単位であってもよい。また、実施形態で用いる角度の単位は限定しない。
- [0106] 上記の実施形態で用いている割合の単位は[%]又は[倍]である。しかしながら、実施形態で用いる割合の単位は限定しない。
- [0107] プロセッサ101は、上記実施形態においてプログラムによって実現する処理の一部又は全部を、回路のハードウェア構成によって実現するものであってもよい。
- [0108] 実施形態の処理を実現するプログラムは、例えば装置に記憶された状態で

譲渡される。しかしながら、当該装置は、当該プログラムが記憶されない状態で譲渡されてもよい。そして、当該プログラムが別途に譲渡され、当該装置へと書き込まれてもよい。このときのプログラムの譲渡は、例えば、リムーバブルな記憶媒体に記録して、あるいはインターネット又はLAN (local area network) などのネットワークを介したダウンロードによって実現できる。

[0109] 以上、本開示の実施形態を説明したが、例として示したものであり、本開示の範囲を限定するものではない。本開示の実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の態様で実施可能である。

符号の説明

- [0110] 1 プログラミングシステム
- 100 プログラミング装置
 - 101, 201 プロセッサ
 - 102, 202 ROM
 - 103, 203 RAM
 - 104, 204 補助記憶装置
 - 105 入力デバイス
 - 106 表示デバイス (報知部)
 - 107 データ出力部
 - 108, 207 バス
 - 200 ロボット制御装置
 - 205 データ入力部
 - 206 制御インターフェース
 - 300 ロボット
 - 310 駆動部
 - 310b 駆動部 (仮想駆動部)
 - 311 駆動軸
 - 312 根本側アーム

3 1 3 先側アーム R 1 可動範囲（第 1 の可動範囲）

R 2 仮想可動範囲（第 2 の可動範囲）

R 3 特異点範囲（第 1 の特異点範囲）

R 4 特異点警告範囲（第 2 の特異点範囲）

請求の範囲

- [請求項1] ロボットの駆動部をコンピュータでシミュレート又はエミュレートした仮想駆動部が前記駆動部の実際の特異点の範囲である第1の特異点範囲より広い第2の特異点範囲に入ることを判定する処理部を備えるプログラミング装置。
- [請求項2] 前記処理部は、前記仮想駆動部が前記第2の特異点範囲に入ると判定した場合、前記仮想駆動部が前記第2の特異点範囲に入ることを報知するよう報知部を制御する、請求項1に記載のプログラミング装置。
- [請求項3] 前記処理部は、前記仮想駆動部が前記第2の特異点範囲に入ると判定した場合、前記仮想駆動部の動作を停止する、請求項1又は請求項2に記載のプログラミング装置。
- [請求項4] 前記処理部は、前記第2の特異点範囲の設定変更を指示する入力に基づき前記第2の特異点範囲を設定する、請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載のプログラミング装置。
- [請求項5] 前記処理部は、前記仮想駆動部が前記駆動部の実際の可動範囲である第1の可動範囲より狭い第2の可動範囲の外に出ることを判定する、請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載のプログラミング装置。
- [請求項6] 前記処理部は、前記仮想駆動部が前記第2の可動範囲の外に出ると判定した場合、前記仮想駆動部が前記第2の可動範囲の外に出ることを報知するよう報知部を制御する、請求項5に記載のプログラミング装置。
- [請求項7] 前記処理部は、前記仮想駆動部が前記第2の可動範囲の外に出ると判定した場合、前記仮想駆動部の動作を停止する、請求項5又は請求項6に記載のプログラミング装置。
- [請求項8] 前記処理部は、前記第2の可動範囲の設定変更を指示する入力に基づき前記第2の可動範囲を設定する、請求項5乃至請求項7のいずれ

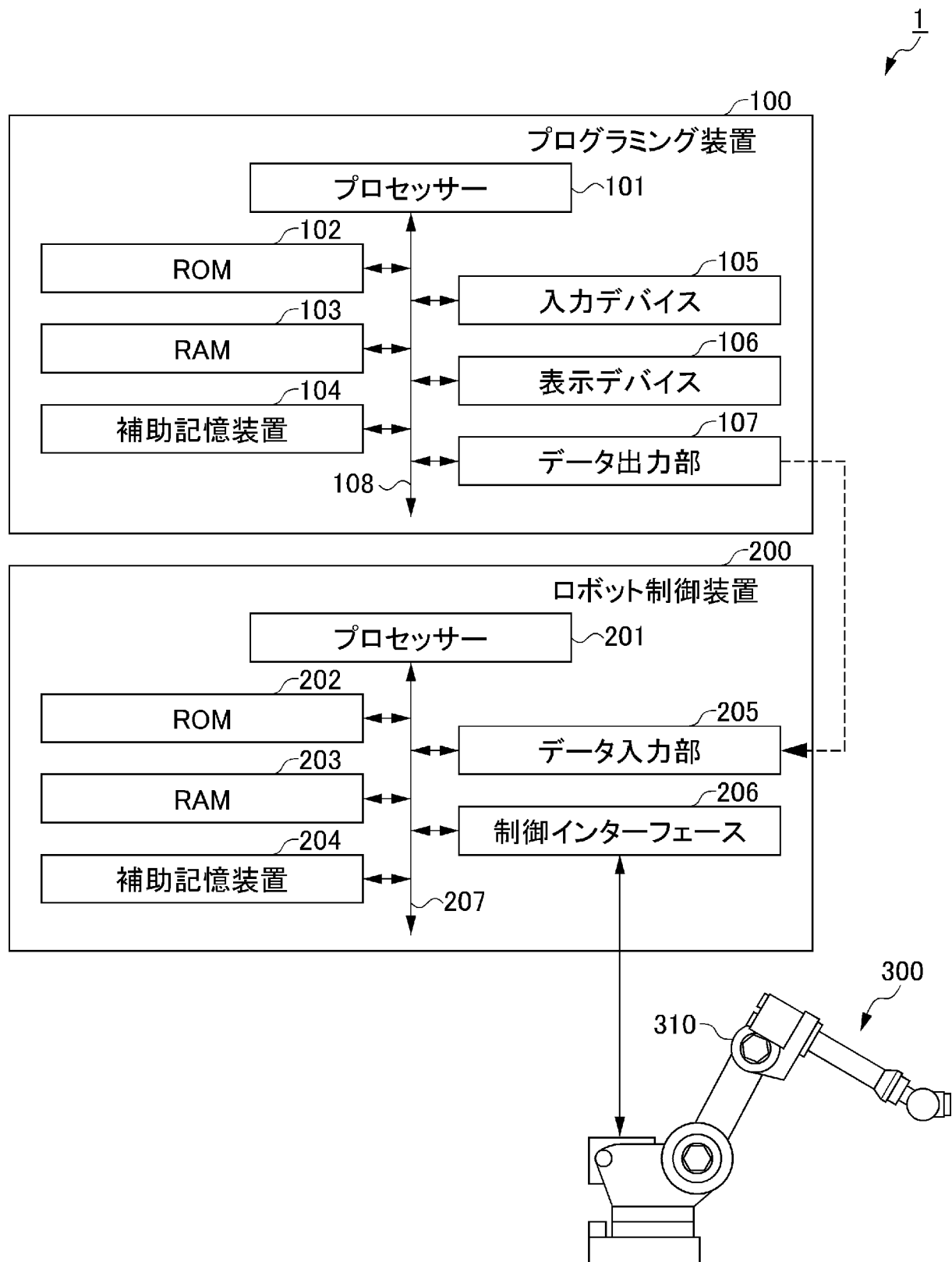
か 1 項に記載のプログラミング装置。

[請求項9]

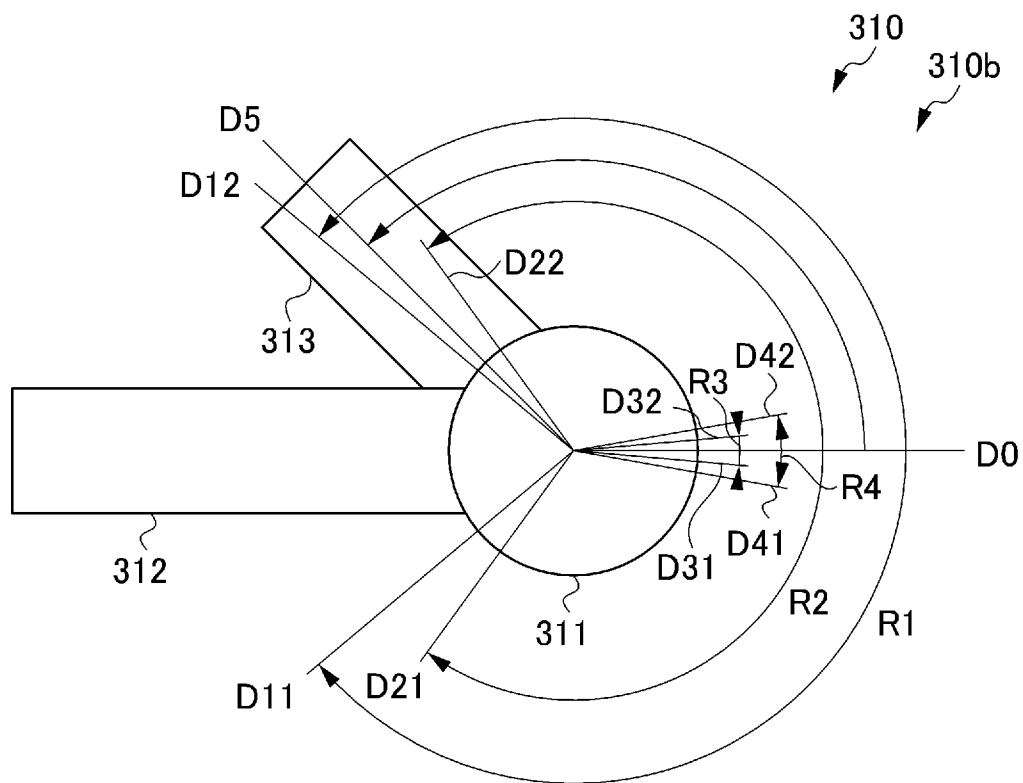
プログラミング装置のプロセッサを、

駆動部をコンピュータでシミュレート又はエミュレートした仮想駆動部が、前記駆動部の実際の特異点の範囲である第 1 の特異点範囲より広い第 2 の特異点範囲に入ることを判定する処理部として機能させるプログラム。

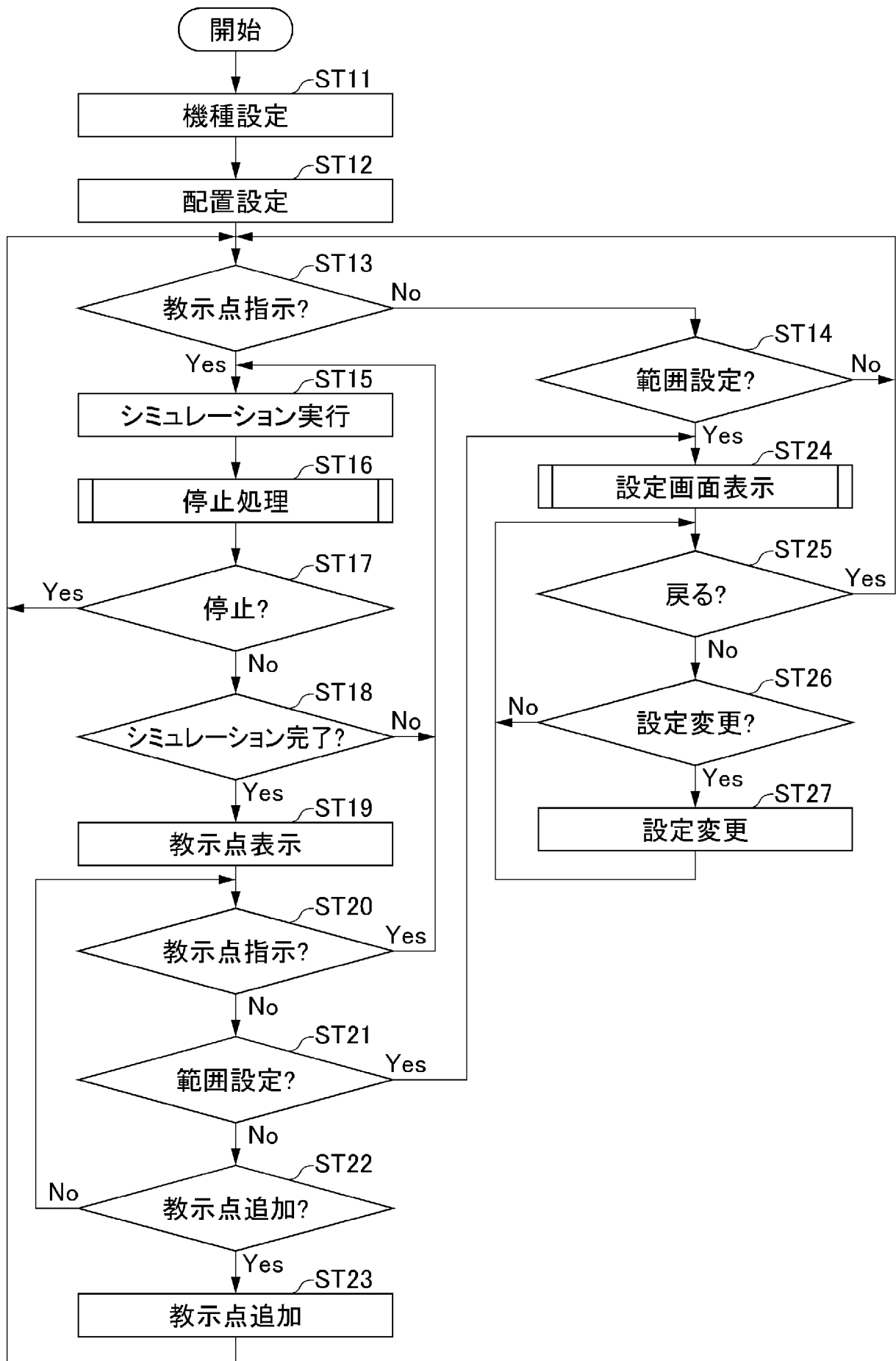
[図1]



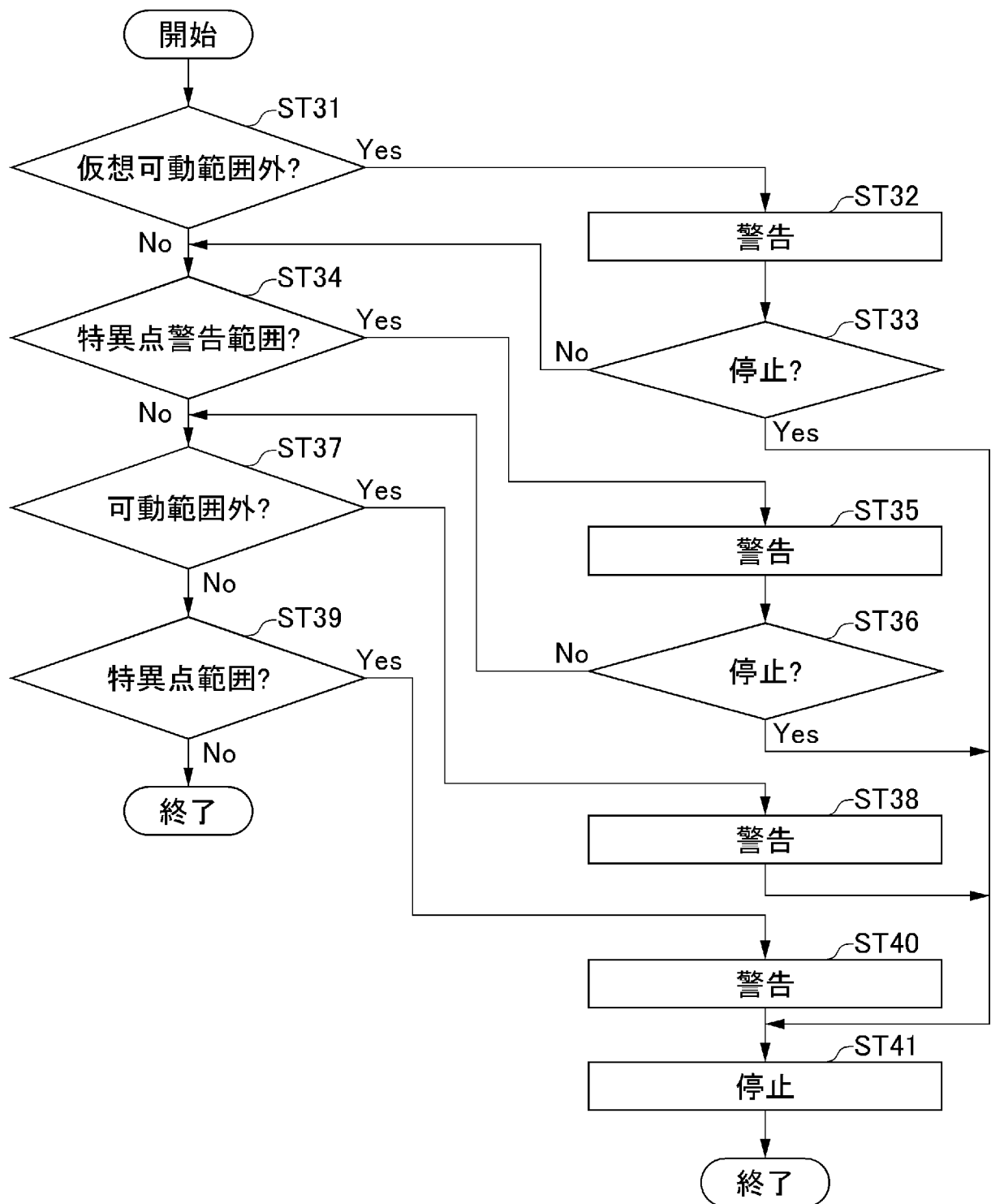
[図2]



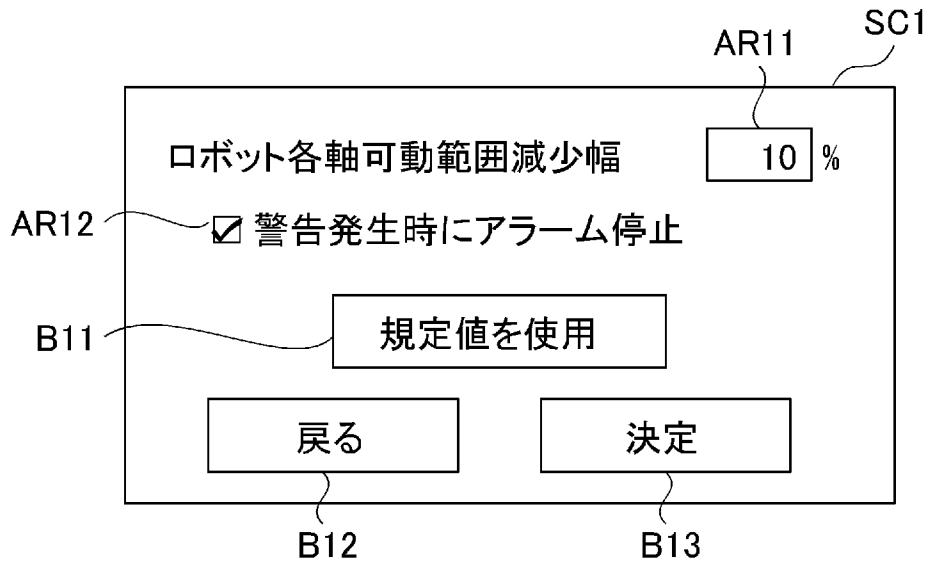
[図3]



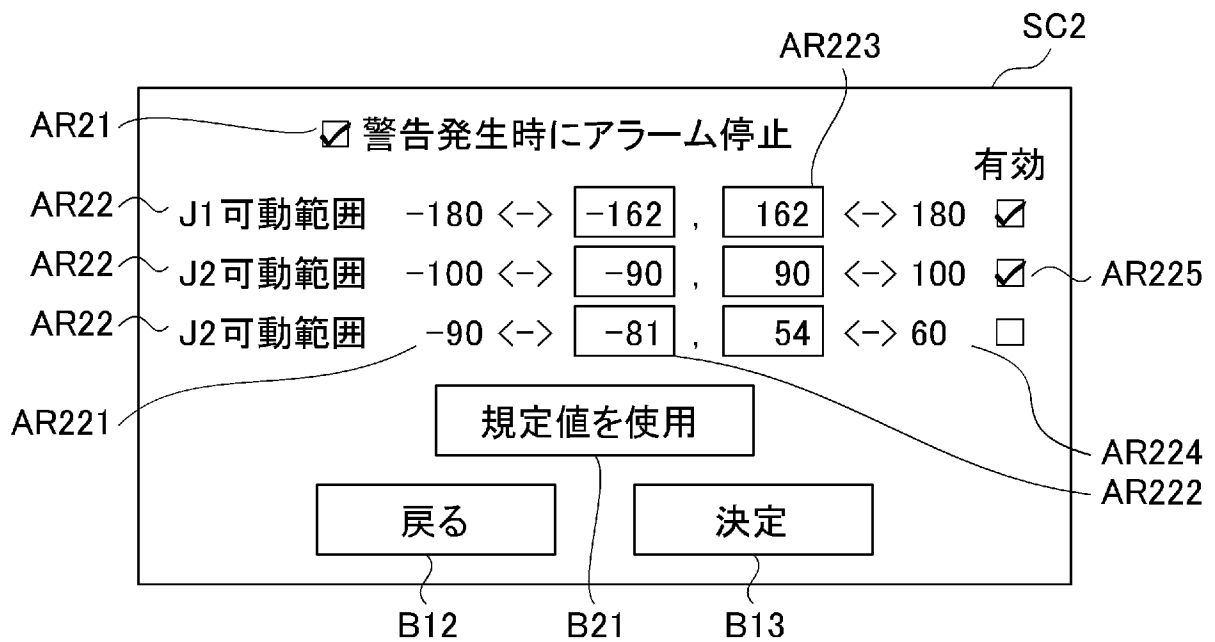
[図4]



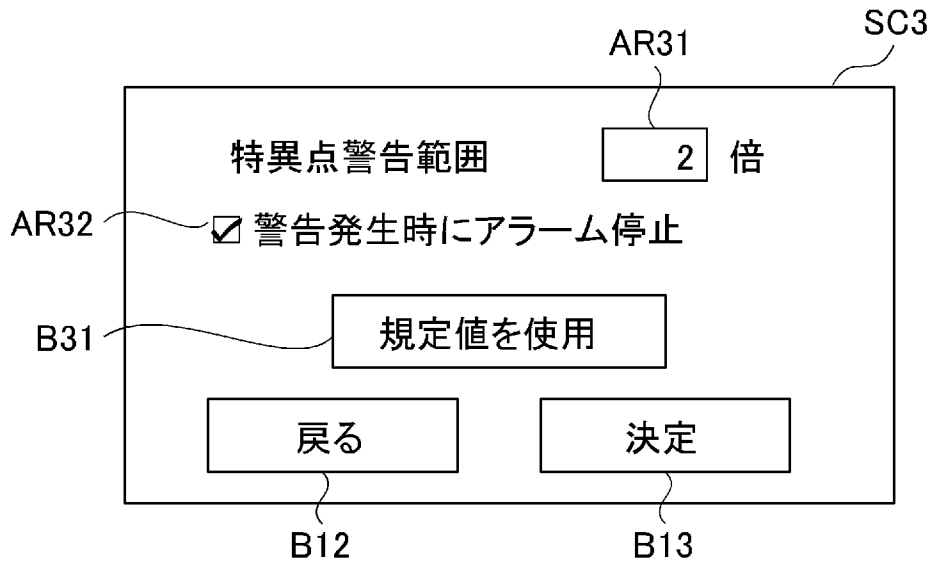
[図5]



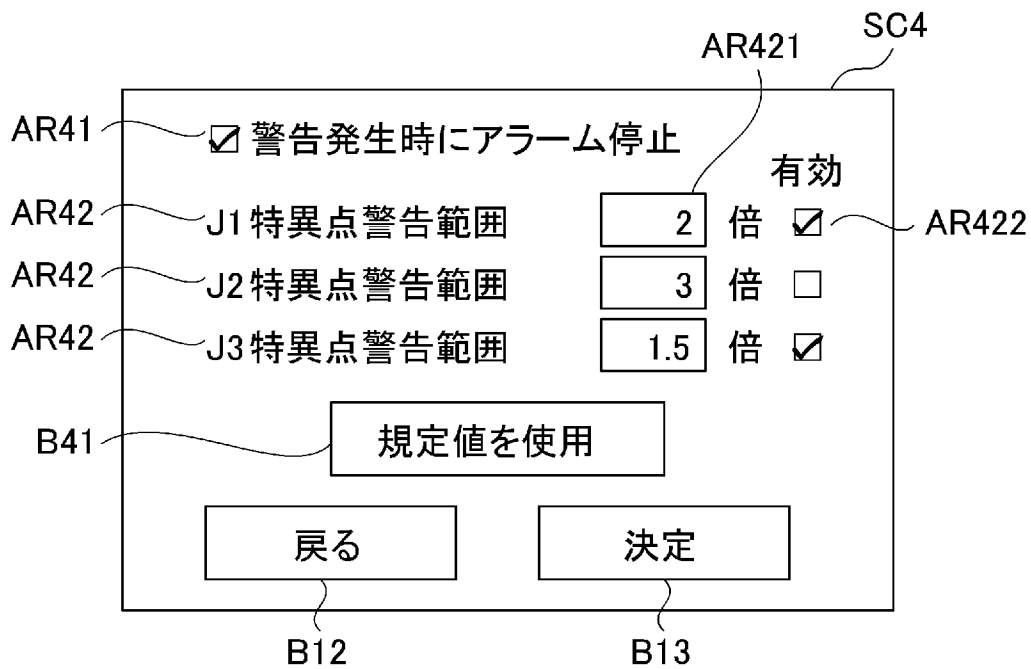
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/020083

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J 9/22(2006.01)i

FI: B25J9/22 A

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)

B25J9/22

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2015-66668 A (CANON KK) 13 April 2015 (2015-04-13) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2009-279700 A (PUREX:KK) 03 December 2009 (2009-12-03) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2000-15593 A (TOSHIBA CORP) 18 January 2000 (2000-01-18) entire text, all drawings	1-9
A	JP 63-260779 A (FUJITSU LTD) 27 October 1988 (1988-10-27) entire text, all drawings	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ 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

02 August 2021 (02.08.2021)

Date of mailing of the international search report

10 August 2021 (10.08.2021)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office
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/JP2021/020083

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2015-66668 A	13 Apr. 2015	(Family: none)	
JP 2009-279700 A	03 Dec. 2009	(Family: none)	
JP 2000-15593 A	18 Jan. 2000	(Family: none)	
JP 63-260779 A	27 Oct. 1988	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B25J 9/22(2006.01)i FI: B25J9/22 A														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B25J9/22 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 <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 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年													
C. 関連すると認められる文献														
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 2015-66668 A（キヤノン株式会社）13.04.2015（2015 - 04 - 13） 全文，全図	1-9												
A	JP 2009-279700 A（株式会社プレックス）03.12.2009（2009 - 12 - 03） 全文，全図	1-9												
A	JP 2000-15593 A（株式会社東芝）18.01.2000（2000 - 01 - 18） 全文，全図	1-9												
A	JP 63-260779 A（富士通株式会社）27.10.1988（1988 - 10 - 27） 全文，全図	1-9												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“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														
国際調査を完了した日 02.08.2021	国際調査報告の発送日 10.08.2021													
名称及びあて先 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	権限のある職員（特許庁審査官） 杉山 悟史 3U 3322 電話番号 03-3581-1101 内線 3364													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/020083

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2015-66668	A	13.04.2015	(ファミリーなし)	
JP	2009-279700	A	03.12.2009	(ファミリーなし)	
JP	2000-15593	A	18.01.2000	(ファミリーなし)	
JP	63-260779	A	27.10.1988	(ファミリーなし)	