(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1月4日(04.01.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/004043 A1

(51) 国際特許分類:
B25J 19/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/025799

(22) 国際出願日： 2022年6月28日(28.06.2022)

(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: 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３５８０番地 Yamanashi (JP).

(72) 発明者: 板垣 岳人 (**ITAGAKI, Taketo**); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP). 稲葉 豪(**INABA, Gou**); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP). 尾山 拓未(**OYAMA, Takumi**); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

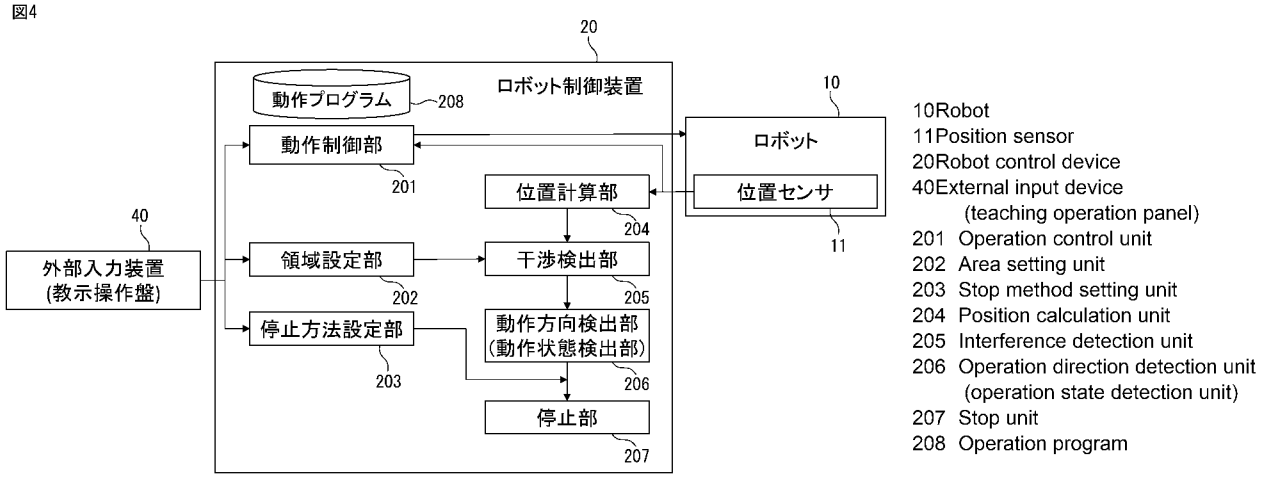
(74) 代理人: 青木 篤, 外 (**AOKI, Atsushi** et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目２３番１号 虎ノ門ヒルズ森タワー 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** ROBOT CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称： ロボット制御装置

図4



(57) **Abstract:** Provided is a robot control device (20) which controls a robot, the robot control device (20) comprising: an area setting unit (201) for setting an operation area in which the robot can operate or a restricted area that the robot cannot enter; a position calculation unit (204) that calculates the position of the robot; an interference detection unit (205) that detects the interference between the robot and the outer surface of the operation area, or the restricted area, on the basis of the calculated position of the robot; an operation state detection unit (206, 209) that detects the operation state of the robot from when the interference is detected; and a stop unit (207) that stops the robot through stop control according to the detected operation state.

(57) 要約：ロボットを制御するロボット制御装置（２０）であって、前記ロボットが動作可能な動作領域、又は、前記ロボットが進入できない制限領域を設定するための領域設定部（２０１）と、ロボットの位置を計算する位置計算部（２０４）と、計算されたロボットの位置に基づいて、ロボットと動作領域の外面又は制限領域との干渉を検出する干渉検出部（２０５）と、干渉が検出されたときのロボットの動作状態を検出する動作状態検出部（２０６、２０９）と、検出された動作状態に応じた停止制御によりロボットを停止させる停止部（２０７）と、を備えるロボット制御装置（２０）が提供される。

WO 2024/004043 A1

［続葉有］

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, IQ, IR, IS, IT, JM, 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.

(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, 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, 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)）

明　細　書

発明の名称 ： ロボット制御装置

技術分野

[0001]　本発明は、ロボット制御装置に関する。

背景技術

[0002]　ロボットシステムが配置される作業空間における安全性を確保するための様々な技術が提案されている。例えば、特許文献１は、「アーム型ロボットにおいては、第一段階の範囲に人が接近したときにアームの速度を低速制御し、それよりも近い第二段階の範囲に接近したときにはアームを停止させる。」ことを記載する（段落００１６）。

[0003]　特許文献２は、「ロボットアーム２と、ロボットアーム２の動作範囲を含む所定の監視エリアにおける人体と人体でない物体とを識別するための人体識別情報を出力する人体識別器４と、ロボットアーム２の動作を制御する制御器３と、を備え、制御器３は、人体識別器４が出力する人体識別情報に基づき所定の監視エリアにおける人体と人体でない物体とを識別することによって所定の監視エリアに人体が進入したことを検知すると、ロボットアーム２の動作を減速又は停止するようロボットアーム２を制御するように構成されている。」と記載する（要約書）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０００－２０２７９０号公報

特許文献2：特開２０１９－４２８７１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　ロボットシステムにおいてロボットが動作可能な動作範囲或いはロボットが進入できない制限領域を制御装置内部での計算上の指定領域として設定し、ロボットと動作領域の外面或いは制限領域との干渉が検出されたときにロ

ボットを緊急停止させる制御がある。このような安全機能は、作業空間内における人の安全確保の観点で重要である一方で、緊急停止はロボット機構部への負荷が伴うという側面がある。ロボットの動作領域の外面或いは制限領域との干渉が検出された際に適用する停止制御を適応的に変更できることが望まれる。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様は、ロボットを制御するロボット制御装置であって、前記ロボットが動作可能な動作領域、又は、前記ロボットが進入できない制限領域を設定するための領域設定部と、前記ロボットの位置を計算する位置計算部と、計算された前記ロボットの位置に基づいて、前記ロボットと前記動作領域の外面又は前記制限領域との干渉を検出する干渉検出部と、前記干渉が検出されたときの前記ロボットの動作状態を検出する動作状態検出部と、検出された前記動作状態に応じた停止制御により前記ロボットを停止させる停止部と、を備えるロボット制御装置である。

発明の効果

[0007] 上記構成によれば、ロボットの動作領域の外面或いは制限領域との干渉が検出された際に、ロボットの動作状態に応じ好適な停止制御を適用することができ、それにより、オペレータの安全性を確保しつつ、ロボット機構に掛かる負荷を軽減する停止制御を実現することができる。

[0008] 添付図面に示される本発明の典型的な実施形態の詳細な説明から、本発明のこれらの目的、特徴および利点ならびに他の目的、特徴および利点がさらに明確になるであろう。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]一実施形態に係ロボットシステムの機器構成を示す図である。

[図2]ロボットの周囲に動作領域を設定した例を示す図である。

[図3]ロボット制御装置及び外部入力装置のハードウェア構成例を示す図である。

[図4]第１実施形態に係るロボット制御装置の機能ブロック図である。

[図5A]第１実施形態において、動作領域を指定した場合の停止制御の動作例を示す図である。

[図5B]第１実施形態において、動作領域を指定した場合の停止制御の動作例を示す図である。

[図6A]第１実施形態において、制限領域を指定した場合の停止制御の動作例を示す図である。

[図6B]第１実施形態において、制限領域を指定した場合の停止制御の動作例を示す図である。

[図7A]動作方向の検出の基準座標としてユーザ座標系を設定した場合の動作例を示す図である。

[図7B]動作方向の検出の基準座標としてユーザ座標系を設定した場合の動作例を示す図である。

[図8]第１実施形態における、指定領域及び停止方法の設定のためのユーザインタフェース画面の第１の例を示す図である。

[図9]第１実施形態における、指定領域及び停止方法の設定のためのユーザインタフェース画面の第２の例を示す図である。

[図10]ロボットの動作方向の成分を求める場合の動作例を説明するための図である。

[図11]ロボットの動作方向について複数の成分がある場合における停止方法の決定について説明するための図である。

[図12]ロボットに設定したロボットモデルと動作領域の外面との干渉を表す図である。

[図13]第２実施形態に係るロボット制御装置の機能ブロック図である。

[図14]動作領域に識別番号を割り当てる例を示す図である。

[図15]動作領域に識別番号を割り当てる例を示す図である。

[図16A]第２実施形態において、動作領域の外面とロボットとの干渉が生じた場合の停止制御の動作例を表す図である。

[図16B]第２実施形態において、動作領域の外面とロボットとの干渉が生じた

場合の停止制御の動作例を表す図である。

[図17A]第２実施形態において、制限領域の外面とロボットとの干渉が生じた場合の停止制御の動作例を表す図である。

[図17B]第２実施形態において、制限領域の外面とロボットとの干渉が生じた場合の停止制御の動作例を表す図である。

[図18]第２実施形態における、指定領域及び停止方法の設定のためのユーザインタフェース画面を示す図である。

[図19]第３実施形態に係るロボット制御装置の機能ブロック図である。

[図20A]領域無効の状態における停止制御について説明するための図である。

[図20B]領域有効の状態における停止制御について説明するための図である。

[図20C]領域有効の状態における停止制御について説明するための図である。

[図21]第３実施形態における、指定領域及び停止方法の設定のためのユーザインタフェース画面を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 次に、本開示の実施形態について図面を参照して説明する。参照する図面において、同様の構成部分または機能部分には同様の参照符号が付けられている。理解を容易にするために、これらの図面は縮尺を適宜変更している。また、図面に示される形態は本発明を実施するための一つの例であり、本発明は図示された形態に限定されるものではない。

[0011] 図１は、一実施形態に係るロボットシステムの機器構成を示す図である。図１に示すように、ロボットシステム１００は、ロボット１０と、ロボット１０を制御するロボット制御装置２０と、ロボット制御装置２０に接続された外部入力装置４０とを含む。外部入力装置４０は、例えば、教示操作盤である。なお、外部入力装置４０として、タブレット端末、スマートフォン、ＰＣ（パーソナルコンピュータ）等の情報処理装置が用いられても良い。ロボット１０は、例示として、６軸多関節ロボットであるものとする。なお、ロボット１０として、パラレルリンク型ロボット、双腕ロボット等、作業対象に応じて様々なタイプのロボットが用いられても良い。ロボット１０の各

関節軸を、基部側から順に、Ｊ１軸、Ｊ２軸、Ｊ３軸、Ｊ４軸、Ｊ５軸、及びＪ６軸と呼ぶこととする。これらのＪ１軸からＪ６軸は、それぞれの軸に対して設けられたアクチュエータによる回転軸に対応する。図１には、各軸の回転方向を矢印Ｊ１からＪ６で示している。

[0012] ロボット１０は、手首部に取り付けられたエンドエフェクタによって所望の作業を実行することができる。エンドエフェクタは、用途に応じて交換可能な外部装置であり、例えば、ハンド、溶接ガン、工具等である。図１では、エンドエフェクタとしてのハンドが用いられている例を示す。

[0013] ロボット制御装置２０は、ロボット１０が、動作領域から逸脱した場合や、制限領域に進入した場合にロボット１０を停止させる安全機能を有する。動作領域は、ロボットが動作可能な領域を規定する計算上の（すなわち、仮想的な）領域として定義されても良い。制限領域は、ロボットが進入できない領域を規定する計算上の（すなわち、仮想的な）領域として定義されても良い。安全機能には、ロボットが動作領域から逸脱した場合（すなわち、動作領域の外面（境界面）と干渉した場合）にロボットを停止させる機能と、ロボット１０が制限領域と干渉した場合にロボットを停止させる機能とが含まれる。

[0014] 図２を参照し、この安全機能について説明する。図２では、ロボット１０の周囲に動作領域Ｒ１を設定した例を示している。動作領域Ｒ１を設定した場合、ロボット１０と動作領域Ｒ１の外面との干渉が検出されるとロボット１０を停止する。安全機能により干渉チェックを行う場合、ロボット１０の周囲にアーム、関節部、ツール部を取り囲むように円筒型や球形のモデル（ロボットモデル１０１Ｍ）を設定し、このロボットモデル１０１Ｍと動作領域Ｒ１の外面との干渉が検出されたときにロボット１０を停止させるようにしても良い。制限領域を設定した場合にも同様に、ロボット１０或いはロボットモデル１０１Ｍとの干渉が検出された場合に、ロボットを停止させることができる。

[0015] 本実施形態に係るロボット制御装置２０は、ロボット（又はロボットモデ

ル）と動作領域の外面又は制限領域との干渉が検出されたとき、ロボット１０の動作状態に応じた停止制御によりロボット１０を停止させることができる。これにより、ロボット制御装置２０は、安全性を維持しつつも、緊急停止に伴いロボット１０の機構に負荷がかかる事態の発生を低減することができる。

[0016] 図３に、ロボット制御装置２０及び外部入力装置４０のハードウェア構成例を示す。ロボット制御装置２０は、プロセッサ２１に対してメモリ２２（ＲＯＭ、ＲＡＭ、不揮発性メモリ等）、各種入出力インタフェース２３、各種操作スイッチを含む操作部２４等がバスを介して接続された、一般的なコンピュータとしての構成を有していても良い。入出力インタフェース２３は、ネットワークインタフェース、シリアルインタフェース、センサ信号インタフェースその他の外部機器インタフェースを含む。

[0017] 外部入力装置４０は、プロセッサ４１に対して、メモリ４２（ＲＯＭ、ＲＡＭ、不揮発性メモリ等）、表示部４３、キーボード（或いはソフトウェアキー）等の入力装置により構成される操作部４４、各種入出力インタフェース４５等がバスを介して接続された、一般的なコンピュータとしての構成を有していても良い。入出力インタフェース４５は、ネットワークインタエフェース、シリアルインタフェース、その他の外部機器インタフェースを含む。

[0018] 以下、ロボット制御装置２０に関する３つの実施形態（第１実施形態から第３実施形態）について説明する。なお、説明の便宜のため、第１実施形態にかかるロボット制御装置をロボット制御装置２０と、第２実施形態にかかるロボット制御装置をロボット制御装置２０Ａと、第３実施形態にかかるロボット制御装置をロボット制御装置２０Ｂと称することとする。

[0019] 第１実施形態

図４は、第１実施形態に係るロボット制御装置２０の機能ブロック図である。図４に示すように、ロボット制御装置２０は、動作制御部２０１と、領域設定部２０２と、停止方法設定部２０３と、位置計算部２０４と、干渉検

出部２０５と、動作方向検出部２０６と、停止部２０７とを有する。

[0020] 動作制御部２０１は、動作プログラム２０８或いは外部入力装置（教示操作盤）４０からの指令に従ってロボット１０を制御する。すなわち、動作制御部２０１は、動作プログラム２０８或いは外部入力装置４０からの指令と、ロボット１０の各軸に配置された位置センサ（エンコーダ等）１１からのフィードバック情報とに基づいて、ロボット１０の各関節軸を駆動するサーボモータのサーボ制御を実行することで、ロボット１０の所定の制御部位を指令に従って移動させる。

[0021] 領域設定部２０２は、指定領域（動作領域或いは制限領域）の設定を行う機能を提供する。領域設定部２０２が提供する機能には、外部装置或いはユーザから指定領域の設定入力を受け付け記憶部に保持する機能が含まれ得る。例えば、領域設定部２０２は、動作領域或いは制限領域の設定を行うためのＵＩ画面を介して、動作領域又は制限領域の設定入力を受け付けるよう構成されていても良い。この場合、領域設定部２０２は、ＵＩ画面を外部入力装置４０の表示部４３の表示画面に表示し、ＵＩ画面に対する操作入力を操作部４４に対する操作を介して受け付けるように構成されていても良い。この場合の設定入力には、指定領域の３次元位置、サイズの情報が含まれていても良い。領域設定部２０２は、指定領域に関する情報を干渉検出部２０５に提供する。

[0022] 停止方法設定部２０３は、ロボット１０が動作領域を逸脱した場合、或いは制限領域と干渉した場合にロボットを停止させることに関する設定を行うための機能を提供する。停止方法設定部２０３が提供する機能には、外部装置或いはユーザから停止方法の設定入力を受け付け記憶部に保持する機能が含まれ得る。この場合の設定入力には、例えば、以下のような項目が含まれる。

（１）ロボットの位置や動作方向を検出する場合の基準となる基準座標系

（２）干渉検出時のロボットの動作方向と停止制御の種別とを対応付けた情報

[0023] 以下では、停止制御の種別を停止カテゴリと称する。なお、停止カテゴリとは、ロボットを停止させる場合の停止制御の内容の分類であり、例えば次のようなものが含まれても良い。

（１）停止カテゴリ０：ロボットのサーボ制御の電源を落としてロボットの動作を瞬時停止する。停止カテゴリ０では、ロボットの動作中にサーボ電源を落とするため、減速動作の軌跡は制御されない。

（２）停止カテゴリ１：ロボットの動作を減速停止させた後、ロボットのサーボ電源を落とする。

[0024] 停止カテゴリ０は、緊急性が高い状況で用いられる。停止カテゴリ０の方が停止カテゴリ１よりもロボットは早く停止するが、ロボット機構部へかかる負荷は大きくなる。なお、停止方法設定部２０３は、ＵＩ画面を介して停止方法の設定入力を受け付ける機能を有していても良い。この場合、停止方法設定部２０３は、ＵＩ画面を外部入力装置４０の表示部４３の表示画面に表示し、ＵＩ画面に対する操作入力を操作部４４に対する操作を介して受け付けるように構成されていても良い。

[0025] 位置計算部２０４は、ロボット１０の各軸の位置センサ１１からの位置情報に基づいて運動学的な計算によりロボット１０の位置を計算する。ここで、位置計算の対象としての「ロボットの位置」には、ＴＣＰ（ツールセンタポイント）のような制御部位の位置の他、ロボット上の特定のアームや関節部の位置など、ロボット上のあらゆる部位の位置が含まれ得る。また、ロボット１０がツール（エンドエフェクタ）を搭載する場合には、ツール上の位置も、「ロボットの位置」としての位置計算の対象とされ得る。位置の計算は、姿勢の計算を含んでいても良い。位置計算部２０４は、計算したロボット１０の位置を干渉検出部２０５に提供する。

[0026] 干渉検出部２０５は、位置計算部２０４から提供されるロボット１０の位置と、領域設定部２０２に設定されている動作領域或いは制限領域の位置情報とに基づいて、ロボット１０が動作領域の外面或いは制限領域と干渉したか否かを検出する。

[0027] 動作方向検出部２０６は、干渉検出部２０５により干渉が検出されたときのロボット１０の動作状態を検出する動作状態検出部として機能する。動作方向検出部２０６は、干渉検出部２０５により干渉が検出されたときのロボット１０の動作方向を検出する。ロボットの動作方向は、位置計算部２０４により所定の周期で算出されるロボット１０の位置情報に基づいて求めることができる。ロボット１０の動作方向を求める場合に基準とする座標系は、領域設定部２０２もしくは停止方法設定部２０３から取得する。

[0028] 停止部２０７は、停止方法設定部２０３を介して設定されている設定情報に基づき、ロボット１０と動作領域の外面或いは制限領域との干渉が検出されたときのロボット１０の動作方向に対応する停止カテゴリにしたがって、ロボットを停止させる。

[0029] 指定領域として動作領域を設定した場合の停止制御の具体的な動作例について図５Ａ及び図５Ｂを参照して説明する。図５Ａ及び図５Ｂに示す状況では、ロボット１０に対し動作領域Ｒ１０１が設定され、オペレータＯＰは、図中でロボット１０の正面右側の位置にいる状況である。この状況では、ロボット１０が動作領域Ｒ１０１を逸脱する場合において、ロボット１０がオペレータＯＰに近づく方向に動いているときは安全性を重視してか停止カテゴリ０で停止させ、それ以外の場合にはロボット１０に掛かる負担を考慮して停止カテゴリ１で停止させる。本例では、動作方向の検出に用いる基準座標系として、ロボット１０の基部に固定されたワールド座標系Ｃ１を用いるものとする。なお、説明の便宜のため、図５Ａでは（他の同様の図の場合も同様に）、ワールド座標系Ｃ１の各座標軸の方向を図中右上の箇所に示した。本例では、ロボット１０の動作方向が＋Ｙ方向で停止カテゴリ０とし、他の方向では停止カテゴリ１となるように設定を行う。

[0030] 図５Ａは、ロボット１０が動作領域Ｒ１０１の外面と干渉するときの状態を表している。この場合、ロボット１０が動作領域Ｒ１０１の外面と干渉するときのロボット１０の動作方向は、＋Ｙ方向と判定され、ロボット１０は停止カテゴリ０で停止される。この場合、ロボット１０がオペレータＯＰに

近づく方向に動いて動作領域Ｒ１０１を逸脱しているので、停止カテゴリ０で緊急停止させてオペレータＯＰの安全を確実に確保する。

[0031] 図５Ｂの場合には、ロボット１０が動作領域Ｒ１０１の外面と干渉するときのロボット１０の動作方向は－Ｙ方向であると判定され、ロボット１０は停止カテゴリ１で停止される。図５Ｂにおけるロボット１０とオペレータＯＰの位置関係から、ロボット１０が－Ｙ方向に移動して動作領域Ｒ１０１を逸脱する場合には、オペレータＯＰの安全は確保されている。したがって、この場合、停止カテゴリ１でロボット１０を停止させることで、オペレータＯＰの安全を確保しつつロボット１０への負荷を軽減することができる。

[0032] 指定領域として制限領域を設定した場合の停止制御の具体的な動作例について図６Ａ及び図６Ｂを参照して説明する。図６Ａ及び図６Ｂの状況では、ロボット１０に対し制限領域Ｒ１０２、Ｒ１０３が設定され、オペレータＯＰは、図中でロボット１０に対し正面右側の位置にいる。なお、図６Ａの制限領域Ｒ１０２と図６Ｂの制限領域Ｒ１０３は異なる位置に配置されている。

[0033] この状況では、ロボット１０が制限領域に進入する場合において、ロボット１０がオペレータＯＰに近づく方向に動いているときは緊急性を重視してか停止カテゴリ０で停止させ、それ以外の場合にはロボット１０に掛かる負担を考慮して停止カテゴリ１で停止させる。本例では、動作方向の検出に用いる基準座標系として、ロボット１０の基部に固定されたワールド座標系Ｃ１を用いるものとする。本例では、ロボット１０の動作方向が＋Ｙ方向で停止カテゴリ０とし、他の方向では停止カテゴリ１となるように設定を行う。

[0034] 図６Ａは、ロボット１０が制限領域Ｒ１０２に進入して干渉が検出された状況である。この場合、ロボット１０は＋Ｙ方向へ移動しているので、停止カテゴリ０での停止制御が行われる。この場合、ロボット１０がオペレータＯＰに近づく方向に動いているので、停止カテゴリ０で緊急停止させてオペレータの安全を確実に確保することができる。

[0035] 図６Ｂの状況において、ロボット１０が制限領域Ｒ１０３と干渉するとき

、ロボット１０は－Ｙ方向へ動作しているので、ロボット１０は停止カテゴリ１で停止される。図６Ｂにおけるロボット１０とオペレータＯＰの位置関係から、ロボット１０が－Ｙ方向に移動して制限範囲Ｒ１０３に進入する場合には、オペレータＯＰの安全は確保されている。したがって、この場合、停止カテゴリ１でロボットを停止させることで、オペレータＯＰの安全を確保しつつロボットへ掛かる負荷を軽減することができる。

[0036] 動作方向の検出の基準として用いる基準座標系としては上述の例のようにワールド座標系のみでなく、ユーザが任意に設定したユーザ座標系を用いることもできる。図７Ａ及び図７Ｂを参照し、動作方向の検出に用いる基準座標系としてユーザが設定した座標系（以下、ユーザ座標系と記す）を用いる場合の動作例について説明する。ユーザ座標系は、例えば、動作領域内にあるワークや、ワークを載置する作業台に設定された座標系である。図７Ａ及び図７Ｂは、指定領域として動作領域Ｒ１０１を設定した場合の動作例である。オペレータＯＰは、図中でロボット１０の正面左側の位置にいる状況である。この状況では、ロボット１０が動作領域を逸脱する場合において、ロボット１０がオペレータＯＰに近づく方向に動いているときは緊急性を重視してか停止カテゴリ０で停止させ、それ以外の場合にはロボット１０に掛かる負担を考慮して停止カテゴリ１で停止させる。本例では、ロボット１０の動作方向がユーザ座標系Ｕ１で＋Ｙ方向で停止カテゴリ０とし、他の方向では停止カテゴリ１となるように設定する。

[0037] 図７Ａは、ロボット１０が動作領域Ｒ１０１の外面と干渉するときの状態を表している。図７Ａの場合には、ロボット１０が動作領域Ｒ１０１の外面と干渉するときのロボット１０の動作方向は－Ｙ方向であると判定され、ロボット１０は停止カテゴリ１で停止される。図７Ａにおけるロボット１０とオペレータＯＰの位置関係から、ロボット１０が－Ｙ方向に移動して動作範囲Ｒ１０１を逸脱する場合には、オペレータＯＰの安全は確保されている。したがって、この場合、停止カテゴリ１でロボットを停止させることで、オペレータの安全を確保しつつロボットへの負荷を軽減することができる。

[0038] 図７Ｂは、ロボット１０が動作領域Ｒ１０１の外面と干渉するときの状態を表している。この場合、ロボット１０が動作領域Ｒ１０１の外面と干渉するときのロボット１０の動作方向は、＋Ｙ方向と判定され、ロボット１０は停止カテゴリ０で停止される。この場合、ロボット１０がオペレータＯＰに近づく方向に動いて動作領域Ｒ１０１を逸脱しているので、停止カテゴリ０で緊急停止させてオペレータの安全を確実に確保することができる。

[0039] ユーザ座標系はユーザが直感的に把握し易い座標系であるため、安全機能の基準座標系としてユーザ座標系を設定可能とすることで、停止方法の設定やロボットの動作方向の把握に関してユーザが直感的に理解し易い状況となり得る。

[0040] 図８は、指定領域および停止方法の設定のためのＵＩ（ユーザインタフェース）画面の第１の例を示す図である。ＵＩ画面３００は、領域設定部２０２及び停止方法設定部２０３による機能として提供される。ＵＩ画面３００は、外部入力装置４０の表示部４３の表示画面に表示され、ＵＩ画面に対する操作入力は操作部４４に対する操作を介して受け付けられても良い。

[0041] ＵＩ画面３００は、指定領域として動作領域と制限領域のいずれかを指定可能な領域指定欄３０１を有する。図８では、指定領域として動作領域が指定されている例を示す。例えば、動作領域の位置を、位置指定欄３０４において設定することができる。例えば、直方体状の領域を設定する場合には、位置指定欄３０４において対角位置を指定する。対象モデル指定欄３０２には、図２に示したような干渉チェックのためのロボットモデルを指定することができる。

[0042] ＵＩ画面３１０は、更に、停止方法を指定するための指定欄３０５と、停止カテゴリ０の動作方向を指定するための指定欄３０６と、動作方向を検出する場合の動作方向を指定するための指定欄３０６と、動作方向を検出する場合の基準座標系を指定するための指定欄３０３とを有する。本例では、停止カテゴリ０の方向を指定するための指定欄３０６で指定した方向に関してのみ停止カテゴリ０となり、それ以外の方向については、停止方法の指定欄

３０５で指定した停止カテゴリとなる。図８の設定の場合には、＋Ｘ方向のみ停止カテゴリ０で他の方向はすべて停止カテゴリ１で停止する。なお、停止カテゴリの指定欄３０６で指定可能な選択肢は、“なし”、“＋Ｘ”、“＋Ｙ”、“＋Ｚ”、“－Ｘ”，“－Ｙ”，“－Ｚ”であっても良い。

[0043] 図９は、指定領域および停止方法の設定のためのＵＩ画面の第２の例を示す図である。これらのＵＩ画面は、領域設定部２０２及び停止方法設定部２０３による機能として提供される。これらＵＩ画面は、外部入力装置４０の表示部４３の表示画面に表示され、ＵＩ画面に対する操作入力は操作部４４に対する操作を介して受け付けられても良い。図９左側に示すＵＩ画面３１０は、主たる内容として指定領域の設定に関するものである。図９中右側に示すＵＩ画面３２０は、停止方法の詳細設定に関する設定画面である。

[0044] ＵＩ画面３１０は、指定領域として動作領域と制限領域のいずれかを指定可能な領域指定欄３１１を有する。図９では、指定領域として動作領域が指定されている例を示す。例えば、動作領域の位置を、位置指定欄３１２において設定することができる。例えば、直方体状の領域を設定する場合には、位置指定欄３１２において対角位置を指定する。対象モデル指定欄３１３には、図２に示したような干渉チェックのためのロボットモデルを指定することができる。

[0045] ＵＩ画面３１０は、停止方法指定欄３１４を含んでいる。停止方法指定欄３１４を選択する操作を行うことで停止方法の詳細設定を行うためのＵＩ画面３２０を呼び出すことができる。図９に示すように、ＵＩ画面３２０は、動作方向に応じて異なる停止方法を設定することができるように構成されている。ＵＩ画面３２０では、各停止方法として、

（１）停止カテゴリ（指定欄３２１）

（２）干渉時のロボットの動作方向（指定欄３２２）

（３）動作方向を検出する場合の基準座標系（指定欄３２３）

を設定することができる。

[0046] 図９のＵＩ画面３２０では、以下の内容の４つの停止方法が設定されてい

る。

（１）停止方法１：停止カテゴリ０、動作方向が＋Ｘ方向、基準座標系がワールド座標系

（２）停止方法２：停止カテゴリ０、動作方向が＋Ｙ方向、基準座標系がユーザ座標系１

（３）停止方法３：停止しないこととする設定、動作方向が＋Ｚ方向、基準座標系がユーザ座標系２

（４）停止方法４：停止カテゴリ１、動作方向が－Ｘ方向、基準座標系がユーザ座標系３

[0047] ロボット１０が動作領域の外面或いは制限領域と干渉する際のロボット１０の動作方向の成分を検出し、検出された成分に基づいて停止カテゴリを決定するようにしても良い。動作方向として複数の成分が検出される場合、ロボット制御装置２０は、以下のような手順で停止カテゴリを決定することができる。

（Ａ１）ロボットと動作領域の外面或いは制限領域との干渉を検出する。

（Ａ２）動作方向の複数の成分を検出する。

（Ａ３）手順（Ａ２）で検出した全ての動作方向成分について、設定されている停止カテゴリを取得する。

（Ａ４）手順（Ａ３）で取得した停止カテゴリのうち一番優先度の高い停止カテゴリを採用する。

[0048] 上記手順に基づく具体的な停止カテゴリの決定について図１０及び図１１を参照して説明する。図１０は、ロボット１０が動作領域Ｒ１０１を逸脱する際の動作方向として、２つの成分が求められる状況を表している。図１０の状況では、ロボットの動作方向Ｖの成分として＋Ｙ成分と－Ｘ成分が得られる。図１１は、本例において用いられる停止方法の設定内容（ＵＩ画面３２０Ａ）を表している。

[0049] 図１０の状況において得られる動作方向の成分は、＋Ｙ成分と－Ｘ成分なので、図１１において符号３２５、３２６の欄に記述されているように、上

記手順（Ａ３）で得られる停止カテゴリは、停止カテゴリ０と停止カテゴリ１となる。停止カテゴリの優先度については、例示として、安全性の観点でより重要視すべき停止カテゴリに高い優先度を割り当てるようにする。この場合、停止カテゴリ０の方が停止カテゴリ１よりも優先度が高いこととなる。したがって、この場合には、手順（Ａ４）において、停止カテゴリ０が採用され、ロボット１０は停止カテゴリ０で停止される。これにより、図１０に示すようにロボット１０がオペレータＯＰに近づく方向に動いて動作領域Ｒ１０１を逸脱する場合、ロボット１０は停止カテゴリ０により緊急停止されることとなり、オペレータＯＰの安全性が確保される。

[0050] なお、ロボット１０と動作領域の外面或いは制限領域との干渉を計算により求める場合においては、図１２に示すようにロボット１０を覆うロボットモデル１０１Ｍ（図２参照）を用いて、当該ロボットモデル１０１Ｍと動作領域の外面や制限領域との干渉が生じているかを計算するようにしても良い。図１２は、ロボット１０に設定したロボットモデル１０１Ｍが動作領域Ｒ１０１の外面と干渉する（ロボットモデル１０１Ｍが動作領域Ｒ１０１を逸脱する）状態が検出された状況を示している。このように、ロボットモデル１０１Ｍを用いて干渉の検出を行うこととすることにより、計算負荷を軽減することができる。

[0051] 第２実施形態

以下、第２実施形態に係るロボット制御装置２０Ａについて説明する。第２実施形態に係るロボット制御装置２０Ａは、ロボット１０が動作領域或いは制限領域の外面を構成する各面のうちのどの面と干渉するかを検出し、干渉が生じた面に応じて停止カテゴリを設定できるようにする構成である。

[0052] 図１３は、第２実施形態に係るロボット制御装置２０Ａの機能ブロック図である。図１３の機能ブロック図絵において、図４に示した第１実施形態に係るロボット制御装置２０の機能ブロックと同一の機能ブロックには同一の符号を付している。図１３に示すように、ロボット制御装置２０Ａは、動作制御部２０１と、領域設定部２０２と、停止方法設定部２０３Ａと、位置計

算部２０４と、干渉検出部２０５と、干渉面検出部２０９と、停止部２０７Ａとを有する。

[0053] 停止方法設定部２０３Ａは、動作領域或いは制限領域の外面の各面毎に停止カテゴリを設定するための機能を提供することができる。干渉面検出部２０９は、干渉検出部２０５により干渉が検出されたときのロボット１０の動作状態を検出する動作状態検出部として機能する。干渉面検出部２０９は、ロボット１０と動作領域の外面或いは制限領域との干渉が検出された際に、ロボット１０が動作領域或いは制限領域の外面のどの面と干渉したかを検出する。

[0054] 停止部２０７Ａは、干渉面検出部２０９により検出された面に対して設定されている停止カテゴリによりロボット１０を停止させる。

[0055] 指定領域の各面毎に停止カテゴリを設定する構成とする場合、図１４、図１５に示すように各面に識別情報を割り当てるようにしても良い。図１４では、直方体状の動作領域Ｒ１を設定した場合において、正面、右側面、背面、左側面、底面、上面のそれぞれに識別番号１から６を割り当てた例を示している。なお、図１４では、識別番号１から６を丸印付きの数字で示それぞれ示している。

[0056] 図１５では、ロボットの周囲に８角柱状の動作領域Ｒ２を設定し、８つの側面に識別番号１から８を割り当てると共に、上面、底面にそれぞれ識別番号９、１０を割り当てた状態を示す。なお、図１５では、識別番号１から１０を丸印付きの数字でそれぞれ示している。干渉面検出部２０９及び停止部２０７Ａは、これらの識別番号を介して指定領域の外面上の各面を特定することができる。このように、指定領域を構成する外面上の各面に識別情報を割り当てて面を特定できる構成とすることにより、指定領域を多面体として設定した場合でも、面毎の停止カテゴリの指定を効率的に行うことができる。

[0057] 図１６Ａは、直方体状の動作領域Ｒ１０１を設定し、図中下側を前側とした場合に、動作領域Ｒ１０１の前面、右側面、背面、左側面にそれぞれ識別

番号１から４を割り当てている状態を示す。図１６Ａでは（他の同様の図でも同様に）、識別番号を丸印付きの数字でそれぞれ示している。本例では、識別番号２の面（右側面）に停止カテゴリ０が設定され、他の面には停止カテゴリ１が設定されているものとする。

[0058] 図１６Ａは、ロボット１０が識別番号２の面（右側面）と干渉する状態で動作領域Ｒ１０１を逸脱する状況を図示している。この場合には、識別番号２の面（右側面）に割り当てられている停止カテゴリ０でロボット１０は停止される。この場合、ロボット１０は、オペレータＯＰに近づく方向に動いて動作領域Ｒ１０１を逸脱していることとなるので、オペレータＯＰの安全性が確実に確保されている。

[0059] 図１６Ｂは、ロボット１０が識別番号４の面（左側面）と干渉する状態で動作領域Ｒ１０１を逸脱する状況を図示している。この場合には、識別番号４の面（左側面）に割り当てられている停止カテゴリ１でロボット１０は停止される。この場合、ロボット１０は、オペレータＯＰから遠ざかる方向に動いて動作領域Ｒ１０１を逸脱していることとなるので、オペレータＯＰの安全性は維持された状態で、ロボット１０に負荷が掛かることが回避される。

[0060] 図１７Ａ、図１７Ｂは、制限領域の外面を構成する各面の識別番号を割り当てる場合の動作例を示す。ここでは、制限領域Ｒ１０２、Ｒ１０３に対し、図中下側を前側として、前面、右側面、背面、左側面にそれぞれ番号１から４の識別番号を割り当てている状態を示す。また、この場合に、識別番号４の面（左側面）に停止カテゴリ０が設定され、他の面には停止カテゴリ１が設定されているものとする。

[0061] 図１７Ａは、ロボット１０が制限領域Ｒ１０２の識別番号４の面（左側面）に干渉して制限領域Ｒ１０２に進入する状況を表している。この場合には、ロボット１０は、識別番号４の面（左側面）に設定されている停止カテゴリ０で停止される。図１７Ａの状況では、オペレータＯＰは制限領域Ｒ１０２の右側面側にいる。したがって、図１７Ａのようにロボット１０がオペレ

ータＯＰと接近するように制限領域Ｒ１０２に進入するような状況において、ロボット１０は停止カテゴリ０で停止され、オペレータＯＰの安全性が確実に確保されることとなる。

[0062] 図１７Ｂは、ロボット１０が制限領域Ｒ１０３の識別番号２の面（右側面）に干渉して制限領域Ｒ１０３に進入する状況を表している。この場合には、ロボット１０は、識別番号２の面（右側面）に設定されている停止カテゴリ１で停止される。図１７Ｂの状況では、オペレータＯＰは制限領域Ｒ１０３の右側面側にいる。したがって、図１７Ｂのようにロボット１０がオペレータＯＰから遠ざかるように制限領域Ｒ１０３に進入するような状況において、ロボット１０は停止カテゴリ１で停止され、それによりオペレータＯＰの安全性は維持された状態で、ロボット１０に負荷が掛かることが回避される。

[0063] 図１８は、第２実施形態における、指定領域および停止方法の設定のためのＵＩ（ユーザインタフェース）画面の例を示す図である。これらのＵＩ画面は、領域設定部２０２及び停止方法設定部２０３Ａによる機能として提供される。これらＵＩ画面は、外部入力装置４０の表示部４３の表示画面に表示され、ＵＩ画面に対する操作入力は操作部４４に対する操作を介して受け付けられても良い。図１８中左側に示すＵＩ画面４１０は、主たる内容として指定領域の設定に関するものである。図１８中右側に示すＵＩ画面４２０は、停止方法の詳細設定に関する設定画面である。

[0064] ＵＩ画面４１０は、図９に示したＵＩ画面３１０における各指定欄３１１から３１４と同様の指定欄を有する。ＵＩ画面４１０は、停止方法の指定欄４１１を含んでいる。例えば、当該指定欄４１１を選択する操作を行うことで停止方法の詳細を設定するためのＵＩ画面４２０を呼び出すことができる。図１８に示すように、ＵＩ画面４２０は、ロボットが干渉する面に応じて複数の停止方法を設定することができるように構成されている。ＵＩ画面４２０では、各停止方法として、

（１）停止カテゴリ（指定欄４２１）

（２）ロボットが干渉する面（指定欄４２２）

を設定することができる。

このように、面により停止方法を設定する構成とすることで、設定内容をシンプルなものとすることができる。また、オペレータは、指定領域の各面と停止カテゴリとを対応付ける設定を行えばよいため、直感的に把握し易い形で停止方法の設定を行うことができる。

[0065] 図１８のＵＩ画面４２０では、４つの停止方法が設定され、以下の内容で設定されている。

停止方法１：指定面１（識別番号１）、停止カテゴリ０

停止方法２：指定面２（識別番号２）、停止カテゴリ０

停止方法３：指定面３（識別番号３）、停止しない

停止方法４：指定面４（識別番号４）、停止カテゴリ１

[0066] 第３実施形態

以下、第３実施形態に係るロボット制御装置２０Ｂについて説明する。第３実施形態に係るロボット制御装置２０Ｂは、制限領域の有効、無効を設定可とし、オペレータが制限領域に入った場合に制限領域を有効とし、そのときの制限領域内でのロボット１０の動作方向に応じた停止カテゴリでロボットを停止させるように構成される。

[0067] ロボット制御装置２０Ｂの上記機能は、人が制限領域に入ったことを検出するためのセンサを配置し、当該センサからの信号をロボット制御装置２０Ｂに入力し、人の制限領域への進入が検出された際に制限領域を有効とする制御を行うことで実現することができる。人の制限領域への進入を検出するためのセンサとしては、ライトカーテン、安全マット、エリアセンサ等の各種センサを用いることができる。また、センサのほかにも入出力インタフェース４５を介して、シーケンサ等のI/O機器からの入力も信号として使用しても良い。

[0068] 図１９は、第３実施形態に係るロボット制御装置２０Ｂの機能ブロック図である。図１９において、第１実施形態に係るロボット制御装置２０の機能

ブロックと同じ機能ブロックには同じ符号を割り当てている。図１９に示すように、ロボット制御装置２０Ｂは、安全機能に係わる機能ブロックとして、領域設定部２０２Ｂと、停止方法設定部２０３と、位置計算部２０４と、干渉検出部２０５Ｂと、動作方向検出部２０６と、停止部２０７とを備える。干渉検出部２０５Ｂには、人が制限領域に入ったことを検出するためのセンサ８０からの検出信号が入力される。

[0069] 領域設定部２０２Ｂは、第１実施形態に係る領域設定部２０２としての機能に加え、指定領域を有効又は無効に設定するための機能を提供するように構成される。干渉検出部２０５Ｂは、センサ８０により人の制限領域への進入が検出されている場合に制限領域が有効なものとし、当該状況においてロボット１０と制限領域との干渉が検出されている場合に動作方向検出部２０６にそれを通知する。他方、センサ８０により人の制限領域への進入が検出されていない場合には、干渉検出部２０５Ｂは、制限領域は無効なものとみなす。

[0070] 動作方向検出部２０６は、干渉検出部２０５Ｂにより干渉が検出されたときのロボット１０の動作状態を検出する動作状態検出部として機能する。動作方向検出部２０６は、ロボット１０と制限領域との干渉が検出されている状況において、人が制限領域に進入した際のロボット１０の動作方向を検出する。停止部２０７は、ロボット１０と制限領域との干渉が検出されている状況において、人が制限領域に進入した際のロボット１０の動作方向に応じた停止制御でロボット１０を停止させる。

[0071] 図２０Ａから図２０Ｃを参照し具体的な動作例を説明する。図２０Ａから図２０Ｃでは、ロボット１０の正面側に制限領域Ｒ１１０が設定され、オペレータＯＰは制限領域Ｒ１１０に進入する可能性が有る状況である。なお、本例では、ロボット１０の基部に設定したワールド座標系Ｃ１を基準とし、動作方向として＋Ｘ方向には停止カテゴリ０が、動作方向として－Ｘ方向には停止カテゴリ１がそれぞれ設定されているものとする。

[0072] 図２０Ａの状態では、オペレータＯＰは制限領域Ｒ１１０に進入していな

いため、制限領域Ｒ１１０は無効とされる。この場合、干渉検出部２０５Ｂは制限領域Ｒ１１０は無効なものとみなし、ロボット１０と制限領域Ｒ１１０との干渉の検出チェックを行わない。本例では、ロボット１０が制限領域Ｒ１１０と干渉した場合の停止制御は実行されないが、オペレータＯＰの安全は維持されつつ、停止制御に伴いロボット１０へ負荷がかかることが回避される。

[0073] 図２０Ｂは、オペレータＯＰが制限領域Ｒ１１０に進入した状況である。この場合には、センサ８０により制限領域Ｒ１１０へのオペレータＯＰの侵入が検知され、制限領域Ｒ１１０が有効化される。この状況では、制限領域Ｒ１１０が有効化されたとき、ロボット１０は制限領域Ｒ１１０に進入しておりその動作方向は＋Ｘ方向であるため、ロボット１０は停止カテゴリ０により緊急停止される。これにより、オペレータＯＰの安全性が確実に確保される。

[0074] 図２０Ｃは、オペレータＯＰは制限領域Ｒ１１０に進入した状況である。この場合には、センサ８０により制限領域Ｒ１１０へのオペレータＯＰの侵入が検知され、制限領域Ｒ１１０が有効化される。この状況では、制限領域Ｒ１１０が有効化されたとき、ロボット１０は制限領域Ｒ１１０に進入しておりその動作方向は－Ｘ方向であり、ロボット１０は停止カテゴリ１により停止される。この場合、ロボット１０はオペレータＯＰから遠ざかる方向に動いているので、オペレータＯＰの安全性は維持された状態で、ロボット１０に掛かる負荷が軽減される。

[0075] 図２１は、第３実施形態における設定において用いるＵＩ画面の例を示している。ＵＩ画面３００Ａは、領域設定部２０２Ｂ及び停止方法設定部２０３による機能として提供される。ＵＩ画面３００Ａは、外部入力装置４０の表示部４３の表示画面に表示され、ＵＩ画面３００Ａに対する操作入力は操作部４４に対する操作を介して受け付けられても良い。本実施形態において用いるＵＩ画面３００Ａは、図８を参照して説明した第１実施形態におけるＵＩ画面３００に対して指定領域の有効／無効の信号を指定するための指定

欄３０９を付加する形で実現されても良い。ＵＩ画面３００Ａでは、制限領域を無効とする信号として、セーフィティマットからの信号を指定する設定がなされている例を示している。干渉検出部２０５Ｂは、指定欄３１５での設定内容に基づき、センサ８０からの信号がどのような状態であるときに、制限領域を無効とするかを特定することができる。なお、ＵＩ画面３００Ａでは、停止方法を指定する指定欄３０５Ａにおいて、停止カテゴリ０の方向を指定する形式としている。

[0076] なお、本実施形態では、指定領域として制限領域を設定し、センサ８０からの信号に基づいて制限領域を無効或いは有効にして停止制御を行う動作例を説明したが、指定領域として動作領域を設定し、センサ８０により動作領域への人の侵入を検出するようにして、センサ８０からの信号に基づいて動作領域を無効或いは有効にして停止制御を行う構成としても良い。この場合でも上述の実施形態と同様に、オペレータの安全性を確保しつつ、ロボットに掛かる負担を軽減する停止制御を実現することができる。

[0077] なお、本実施形態では、動作領域の外面或いは制限領域との干渉が検出されたときのロボット１０の動作方向に対応する停止カテゴリにしたがって、ロボットを停止させる領域に対して、領域の有効、無効の設定を可能にした動作例を説明したが、実施形態２で示した、ロボット１０と動作領域の外面或いは制限領域との干渉が検出された際に、ロボット１０が動作領域或いは制限領域の外面のどの面と干渉したかを検出し、検出された面に対して設定されている停止カテゴリによりロボット１０を停止させる場合にも、領域の有効、無効の設定を可能にして、センサ８０からの信号に基づいて動作領域を無効或いは有効にして停止制御を行う構成としても良い。この場合でも上述の実施形態と同様に、オペレータの安全性を確保しつつ、ロボットに掛かる負担を軽減する停止制御を実現することができる。

[0078] 以上説明したように、各実施形態によれば、ロボットの動作領域の外面或いは制限領域との干渉が検出された際に、ロボットの動作状態に応じ好適な停止制御を適用することができ、それにより、オペレータの安全性を確保し

つつ、ロボット機構に掛かる負荷を軽減する停止制御を実現することができる。

[0079] 以上、典型的な実施形態を用いて本発明を説明したが、当業者であれば、本発明の範囲から逸脱することなしに、上述の各実施形態に変更及び種々の他の変更、省略、追加を行うことができるのを理解できるであろう。

[0080] 例えば、上述の実施形態におけるロボット制御装置の機能ブロック図（図４、図１３、図１９）に示した機能配置は例示であり、それらの機能ブロックの配置については様々な変形例が有り得る。例えば、ロボット制御装置内に配置した安全機能に関する機能ブロックの少なくとも一部（例えば、領域設定部、停止方法設定部）を外部入力装置としての教示操作盤内に配置するような構成例も有り得る。この場合、外部入力装置としての教示操作盤の機能とロボット制御装置の機能とを合わせた全体としての機能をロボット制御装置と定義することもできる。

[0081] ロボットと動作領域の外面或いは制限領域との干渉の検出においては、ロボット（又はロボットを覆うロボットモデル）を構成するあらゆる部位（ロボットの基部からツール部に至るあらゆる部位を含み得る）と動作領域の外面或いは制限領域との干渉が検出された場合に、「ロボットと動作領域の外面或いは制限領域との干渉が検出された」としても良いことは言うまでもない。また、ロボットと動作領域の外面あるいは制限領域との干渉を検出したときの動作方向検出あるいは干渉面検出においては、ロボット（又はロボットを覆うロボットモデル）を構成するあらゆる部位（ロボットの基部からツール部に至るあらゆる部位を含み得る）と動作領域の外面或いは制限領域との干渉が検出された場合に、「ロボットの動作方向とロボットと干渉した干渉面を検出する」ことは言うまでもない。

[0082] 図４、図１３、図１９に示したロボット制御装置の機能ブロックは、ロボット制御装置のプロセッサが、記憶装置に格納された各種ソフトウェアを実行することで実現されても良く、或いは、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）等のハードウェアを主体とした構成により実現されて

も良い。

[0083] 上述した実施形態における停止カテゴリを決定するための手順等の各種の処理を実行するプログラムは、コンピュータに読み取り可能な各種記録媒体（例えば、ＲＯＭ、ＥＥＰＲＯＭ、フラッシュメモリ等の半導体メモリ、磁気記録媒体、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ等の光ディスク）に記録することができる。

符号の説明

[0084]
１０　ロボット
１１　位置センサ
２０、２０Ａ、２０Ｂ　ロボット制御装置
２１　プロセッサ
２２　メモリ
２３　入出力インタフェース
２４　操作部
４０　外部入力装置
４１　プロセッサ
４２　メモリ
４３　表示部
４４　操作部
４５　入出力インタフェース
１００　ロボットシステム
１０１Ｍ　ロボットモデル
２０１　動作制御部
２０２、２０２Ｂ　領域設定部
２０３、２０３Ａ、２０３Ｂ　停止方法設定部
２０４　位置計算部
２０５、２０５Ｂ　干渉検出部
２０６　動作方向検出部

２０７、２０７Ａ　　停止部

２０８　　動作プログラム

２０９　　干渉面検出部

３１０Ａ、３２０、３２０Ａ、４１０、４２０　　ＵＩ画面

請求の範囲

[請求項1] ロボットを制御するロボット制御装置であって、

前記ロボットが動作可能な動作領域、又は、前記ロボットが進入できない制限領域を設定するための領域設定部と、

前記ロボットの位置を計算する位置計算部と、

計算された前記ロボットの位置に基づいて、前記ロボットと前記動作領域の外面又は前記制限領域との干渉を検出する干渉検出部と、

前記干渉が検出されたときの前記ロボットの動作状態を検出する動作状態検出部と、

検出された前記動作状態に応じた停止制御により前記ロボットを停止させる停止部と、

を備えるロボット制御装置。

[請求項2] 前記ロボットの前記動作状態に応じた停止制御を設定するための停止方法設定部を更に備え、

前記停止部は、前記停止方法設定部に設定されている、前記動作状態に応じた停止制御により、前記ロボットを停止させる、請求項１に記載のロボット制御装置。

[請求項3] 前記動作状態検出部は、前記干渉が検出されたときの前記ロボットの動作方向を検出する動作方向検出部を備え、

前記停止部は、前記干渉が検出されたときの前記ロボットの前記動作方向に応じた停止制御により前記ロボットを停止させる、請求項２に記載のロボット制御装置。

[請求項4] 前記停止方法設定部は、前記ロボットの動作方向毎に異なる停止制御を設定可能に構成されている、請求項３に記載のロボット制御装置。

[請求項5] 前記停止方法設定部は、前記動作方向検出部において前記ロボットの動作方向を検出する際の基準となる座標系を設定可能に構成されている、請求項３又は４に記載のロボット制御装置。

[請求項6] 前記動作状態検出部は、前記干渉が検出されたときに、前記ロボットが前記動作領域の外面又は前記制限領域の外面を構成する複数の面のうちのどの面と干渉したかを検出する干渉面検出部を備え、

前記停止部は、前記干渉が検出されたときに、前記複数の面うちの前記ロボットが干渉した面に応じた停止制御で前記ロボットを停止させる、請求項２に記載のロボット制御装置。

[請求項7] 前記停止方法設定部は、前記動作領域の外面又は前記制限領域の外面を構成する各面毎に異なる停止制御を設定可能に構成されている、請求項６に記載のロボット制御装置。

[請求項8] 前記領域設定部は、前記動作領域又は前記制限領域の有効又は無効を切り替えるための信号を指定可能に構成され、

前記干渉検出部は、前記信号に基づき前記動作領域又は前記制限領域が有効である場合に、前記干渉を検出するように構成され、

前記停止部は、前記信号に基づき前記動作領域又は前記制限領域が有効である場合において、前記干渉が検出されたときの前記ロボットの前記動作方向に応じた停止制御により前記ロボットを停止させる、請求項３に記載のロボット制御装置。

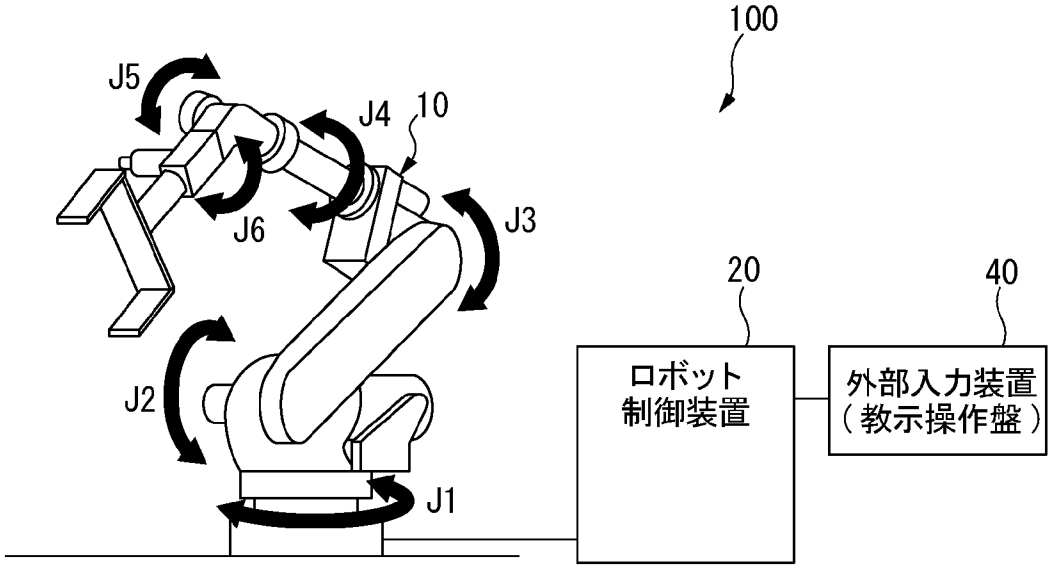
[請求項9] 前記領域設定部は、前記動作領域又は前記制限領域の有効又は無効を切り替えるための信号として、人が前記動作領域又は前記制限領域に進入したことを検出するためのセンサからの検出信号を指定可能に構成されている、請求項８に記載のロボット制御装置。

[請求項10] 前記停止方法設定部は、ユーザインタフェース画面を介して前記ロボットの動作状態に応じた停止制御の設定を受け付けるように構成されている、請求項２から９のいずれか一項に記載のロボット制御装置。

[請求項11] 前記領域設定部は、ユーザインタフェース画面を介して前記動作領域又は前記制限領域に関する設定を受け付けるように構成されている、請求項１から１０のいずれか一項に記載のロボット制御装置。

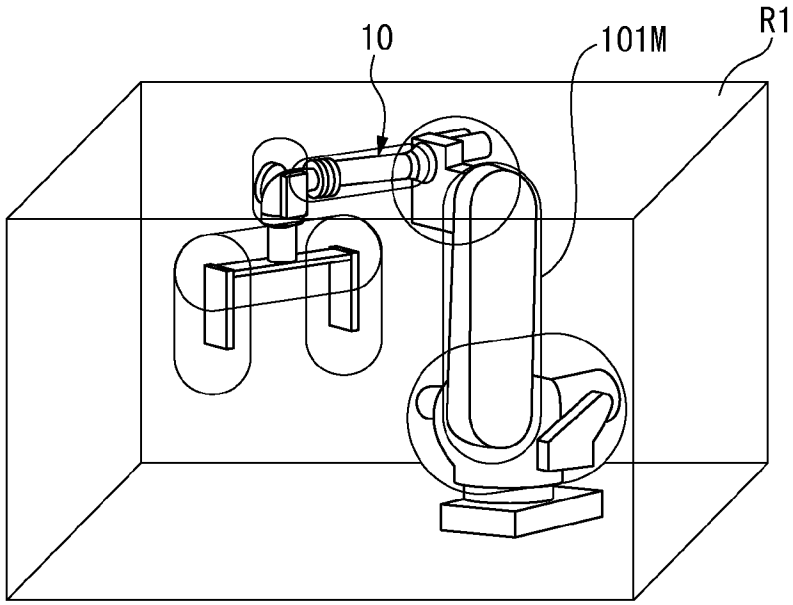
[図1]

図1



[図2]

図2



[図3]

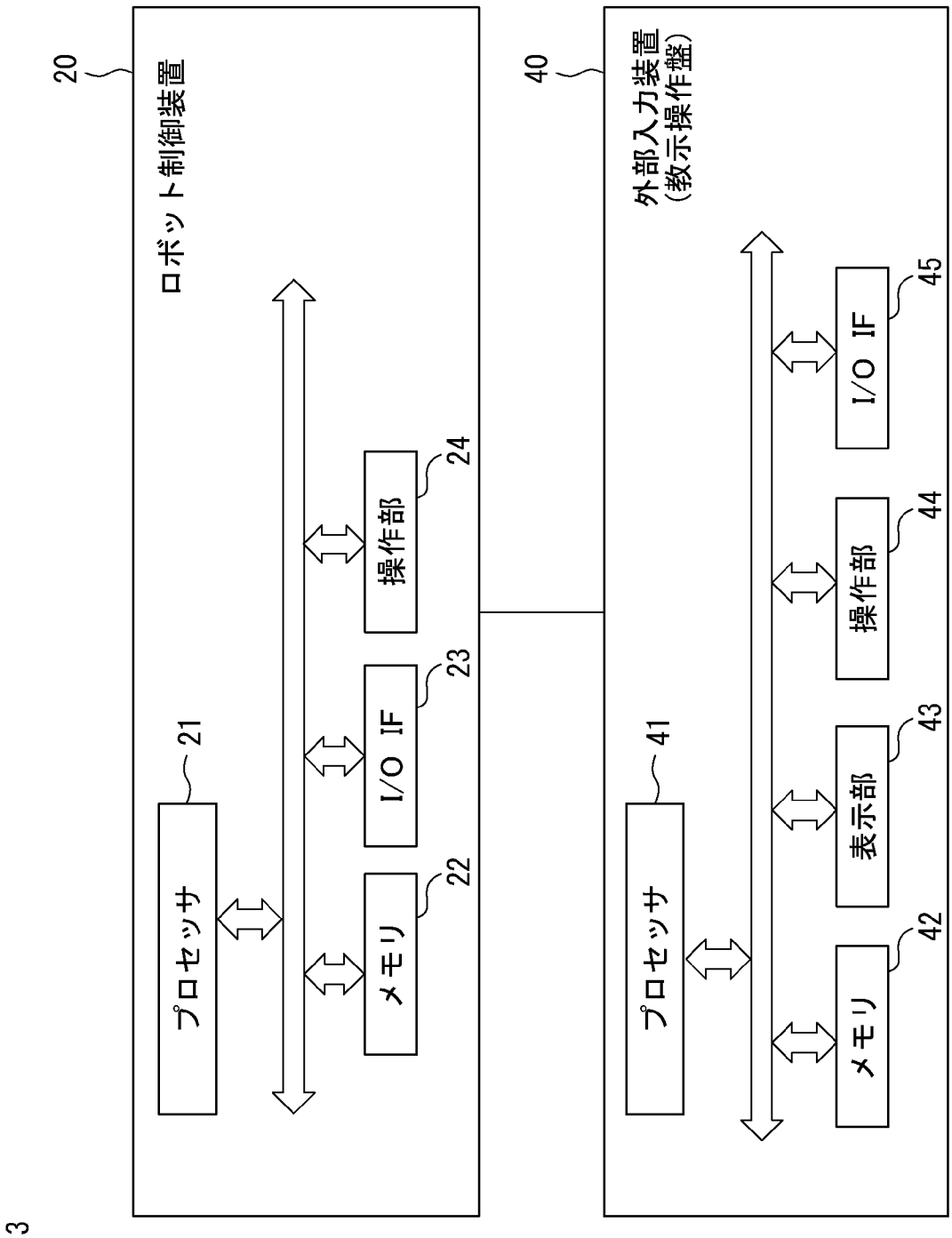

20
ロボット制御装置
プロセッサ
21
メモリ
22
I/O IF
23
操作部
24
40
外部入力装置
(教示操作盤)
プロセッサ
41
メモリ
42
表示部
43
操作部
44
I/O IF
45

図3

[図4]

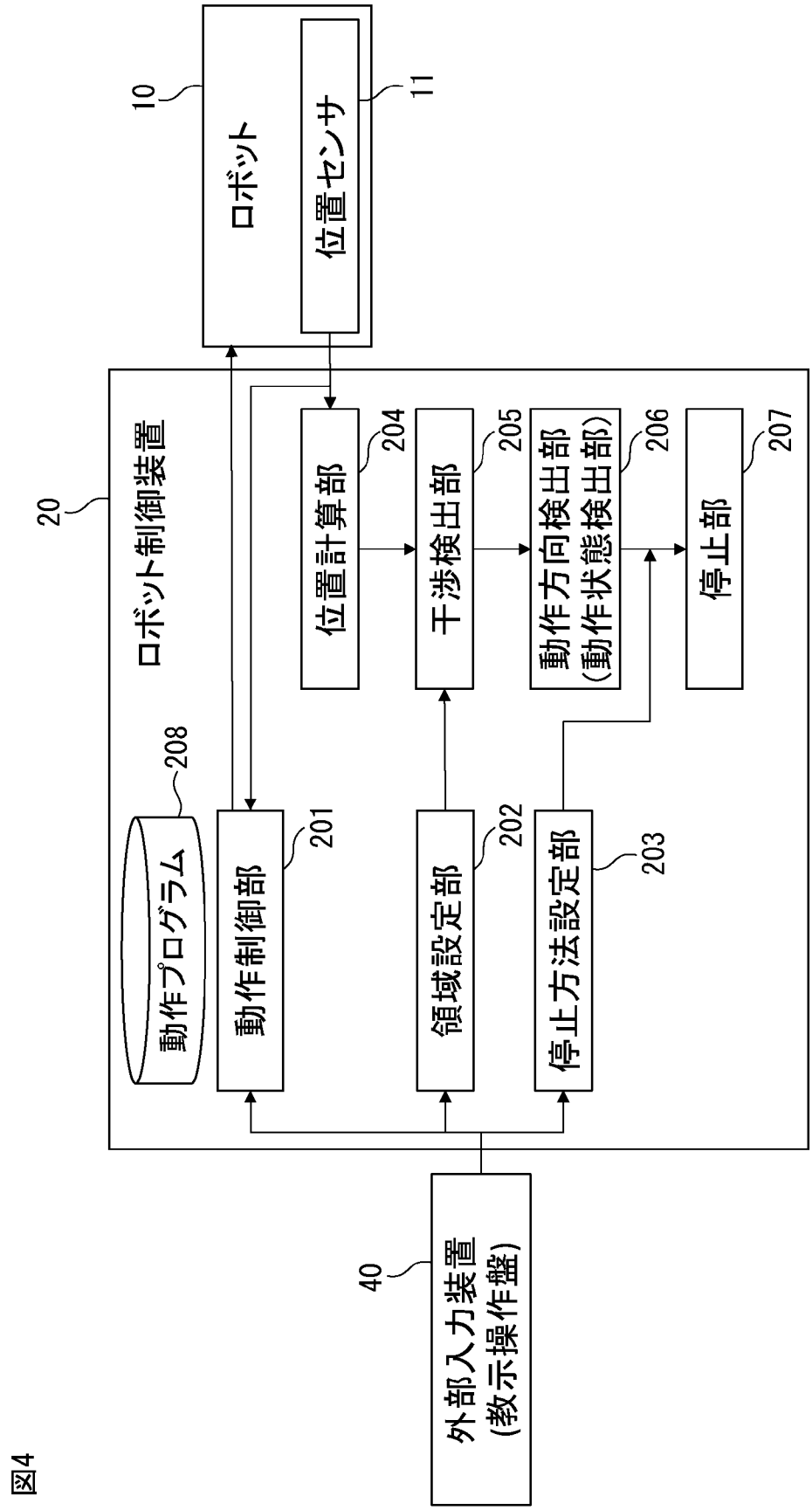
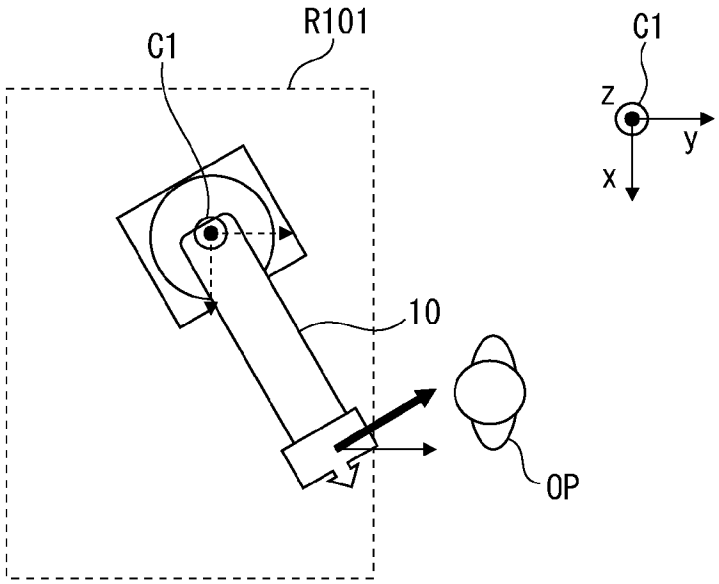

10
ロボット
11
位置センサ
20
ロボット制御装置
204
位置計算部
205
干渉検出部
206
動作方向検出部
(動作状態検出部)
207
停止部
208
動作プログラム
201
動作制御部
202
領域設定部
203
停止方法設定部
40
外部入力装置
(教示操作盤)

図4

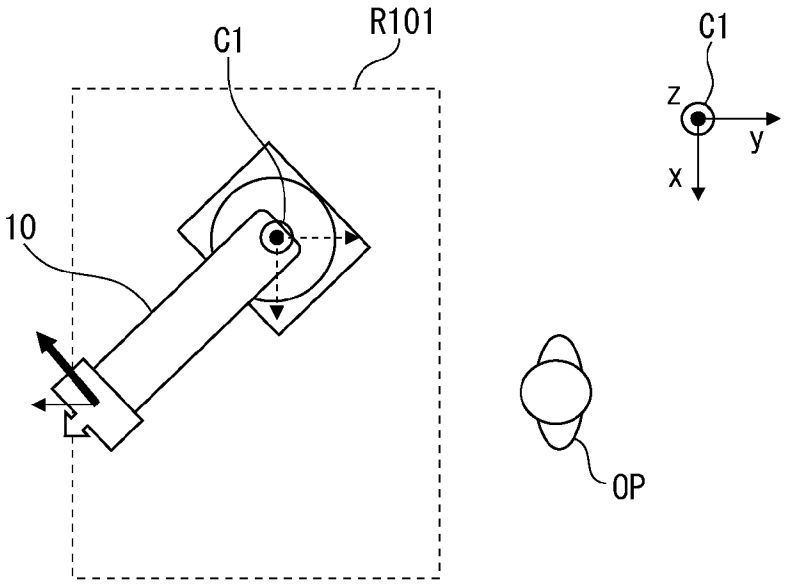
[図5A]

図5A



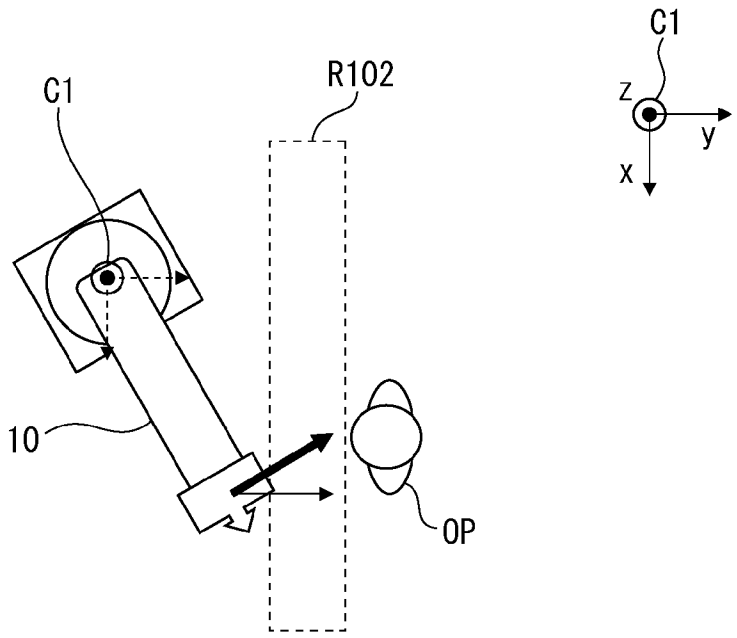
[図5B]

図5B



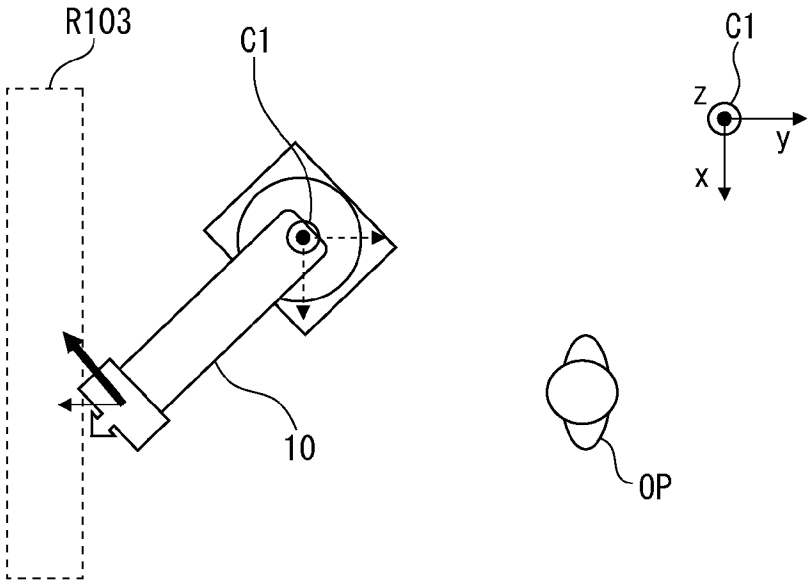
[図6A]

図6A



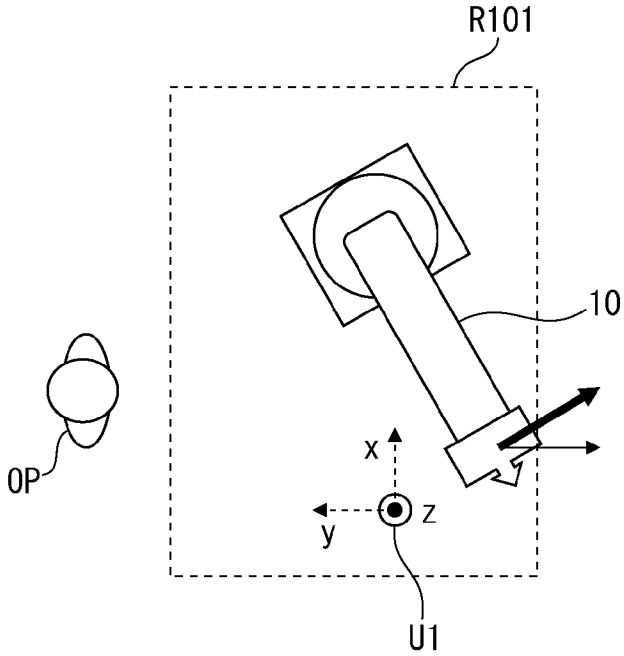
[図6B]

図6B



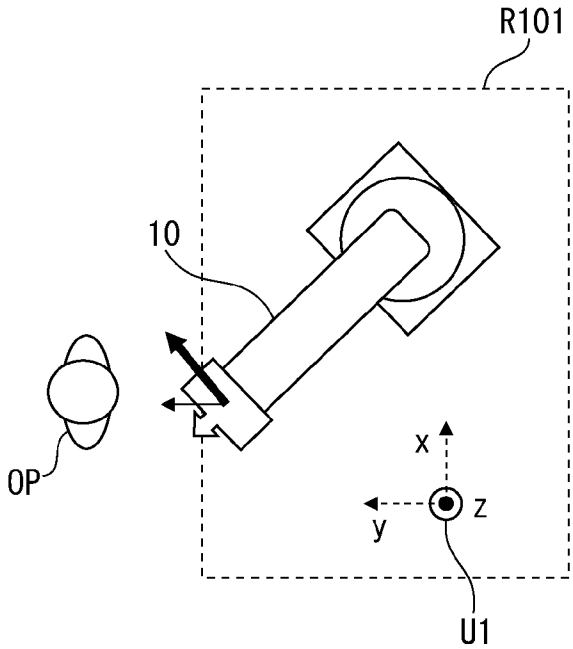
[図7A]

図7A



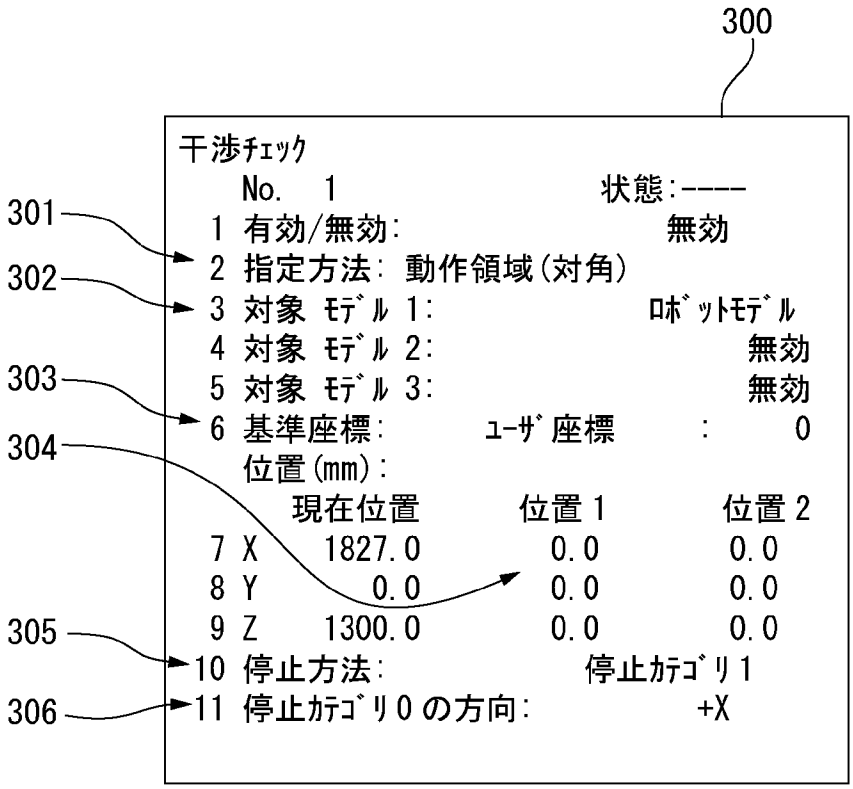
[図7B]

図7B



[図8]

図8


300
干渉ﾁｪｯｸ
No. 1
状態:----
1 有効/無効:
無効
2 指定方法: 動作領域(対角)
3 対象 ﾓﾃﾞﾙ 1:
ﾛﾎﾞｯﾄﾓﾃﾞﾙ
4 対象 ﾓﾃﾞﾙ 2:
無効
5 対象 ﾓﾃﾞﾙ 3:
無効
6 基準座標:
ﾕｰｻﾞ座標 : 0
位置(mm):
現在位置
位置 1
位置 2
7 X 1827.0
0.0
0.0
8 Y 0.0
0.0
0.0
9 Z 1300.0
0.0
0.0
10 停止方法:
停止ｶﾃｺﾞﾘ1
11 停止ｶﾃｺﾞﾘ0 の方向:
+X
301
302
303
304
305
306

[図9]

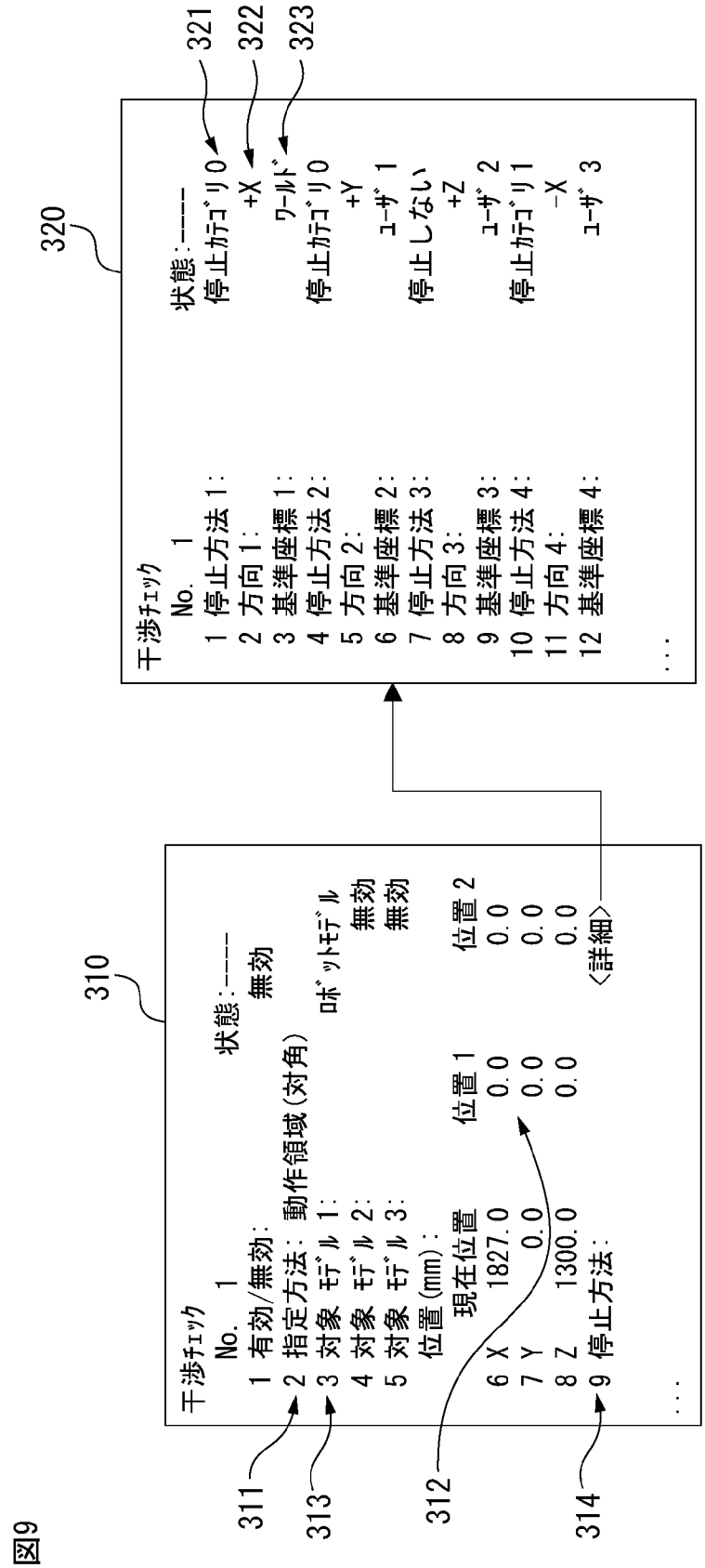
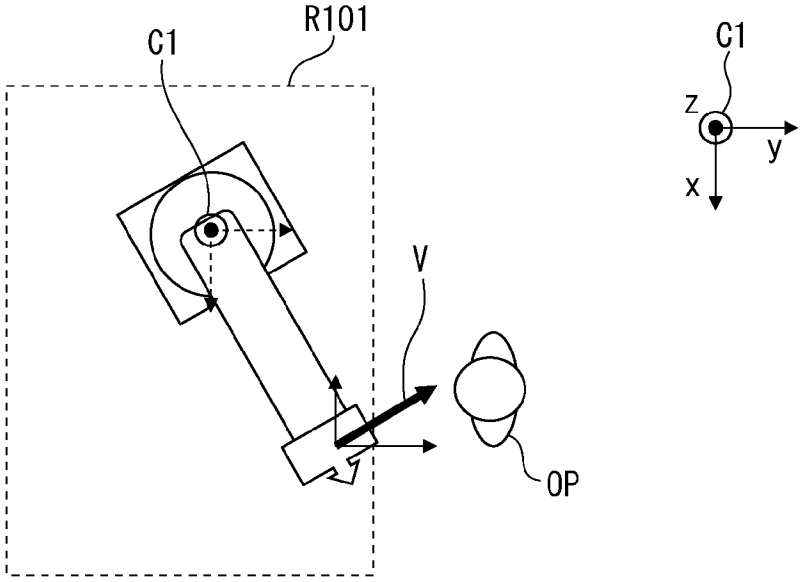

310
干渉ﾁｪｯｸ
No. 1
1 有効/無効: 状態:----
2 指定方法: 動作領域(対角) 無効
3 対象 ﾓﾃﾞﾙ 1: ﾛﾎﾞｯﾄﾓﾃﾞﾙ
4 対象 ﾓﾃﾞﾙ 2: 無効
5 対象 ﾓﾃﾞﾙ 3: 無効
位置(mm): 現在位置 位置 1 位置 2
6 X 1827.0 0.0 0.0
7 Y 0.0 0.0 0.0
8 Z 1300.0 0.0 0.0
9 停止方法: 〈詳細〉
...
311
312
313
314
320
干渉ﾁｪｯｸ
No. 1
1 停止方法 1: 状態:----
2 方向 1: 停止ｶﾃｺﾞﾘ 0
3 基準座標 1: +X
4 停止方法 2: ﾜｰﾙﾄﾞ
5 方向 2: 停止ｶﾃｺﾞﾘ 0
6 基準座標 2: +Y
7 停止方法 3: ﾕｰｻﾞ 1
8 方向 3: 停止しない
9 基準座標 3: +Z
10 停止方法 4: ﾕｰｻﾞ 2
11 方向 4: 停止ｶﾃｺﾞﾘ 1
12 基準座標 4: -X
ﾕｰｻﾞ 3
...
321
322
323

図9

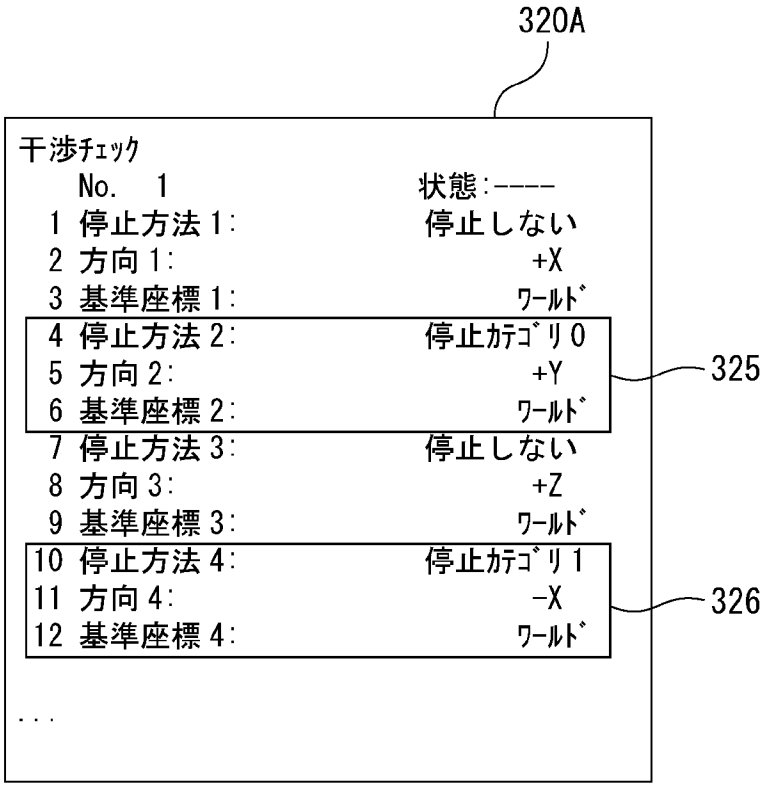
[図10]

図10



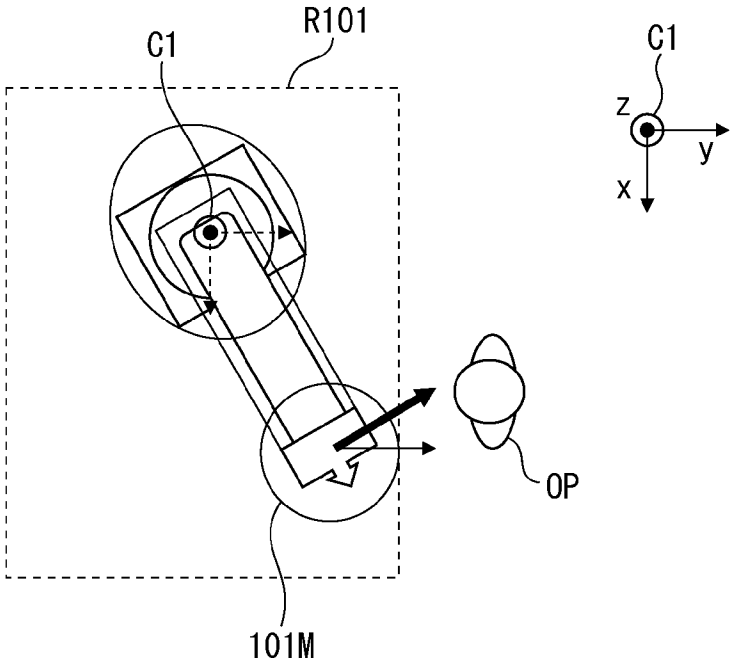
[図11]

図11



[図12]

図12



[図13]

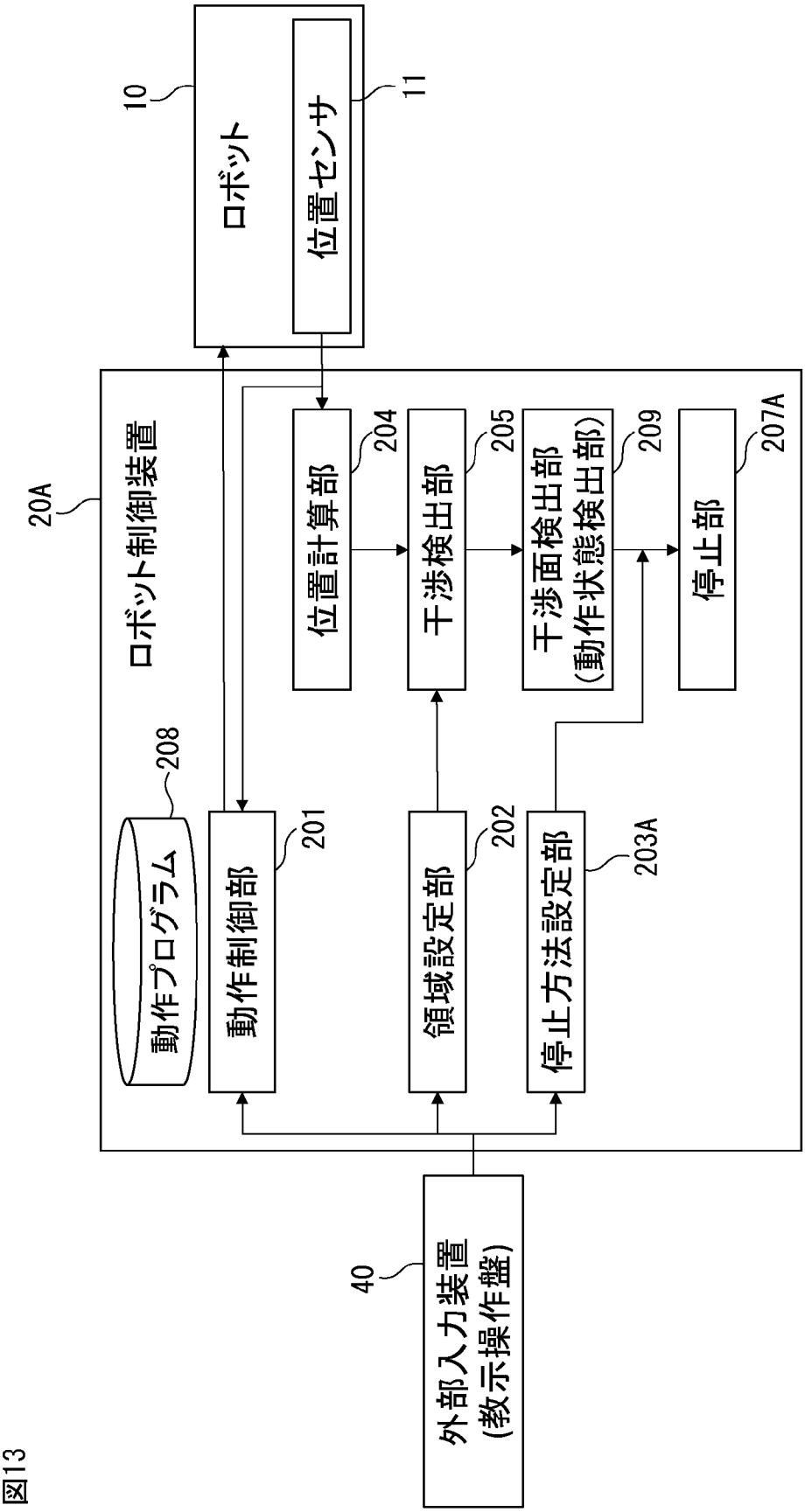
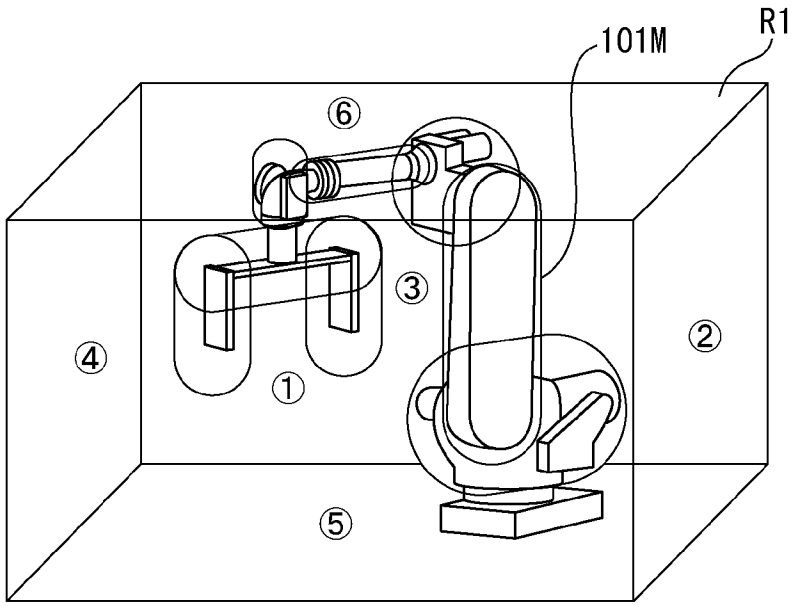

10
ロボット
11
位置センサ
20A
ロボット制御装置
204
位置計算部
205
干渉検出部
209
干渉面検出部
(動作状態検出部)
207A
停止部
208
動作プログラム
201
動作制御部
202
領域設定部
203A
停止方法設定部
40
外部入力装置
(教示操作盤)

図13

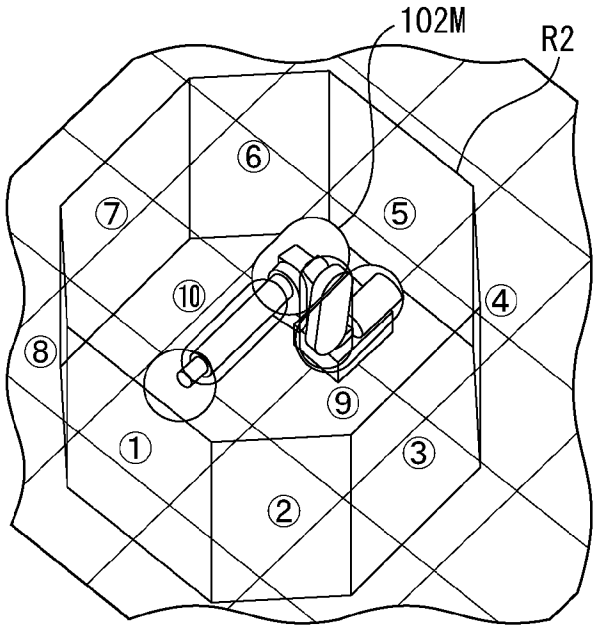
[図14]

図14



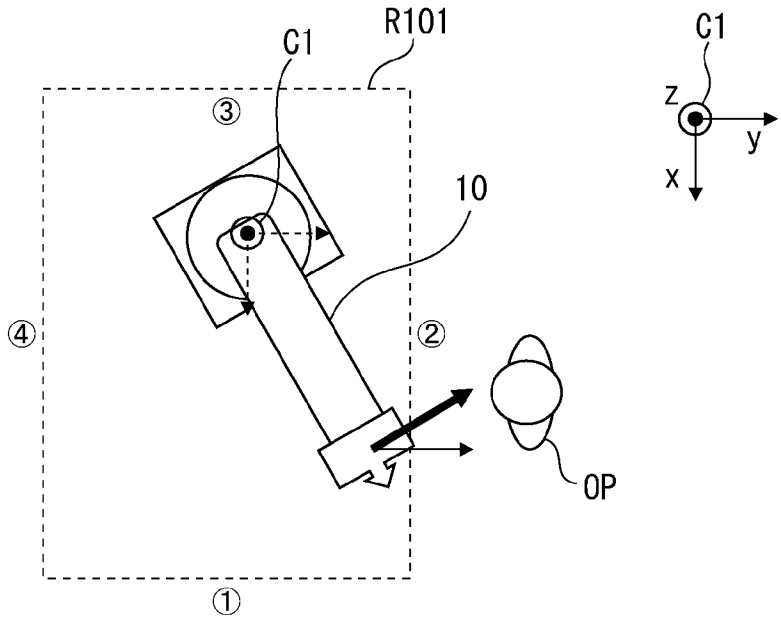
[図15]

図15



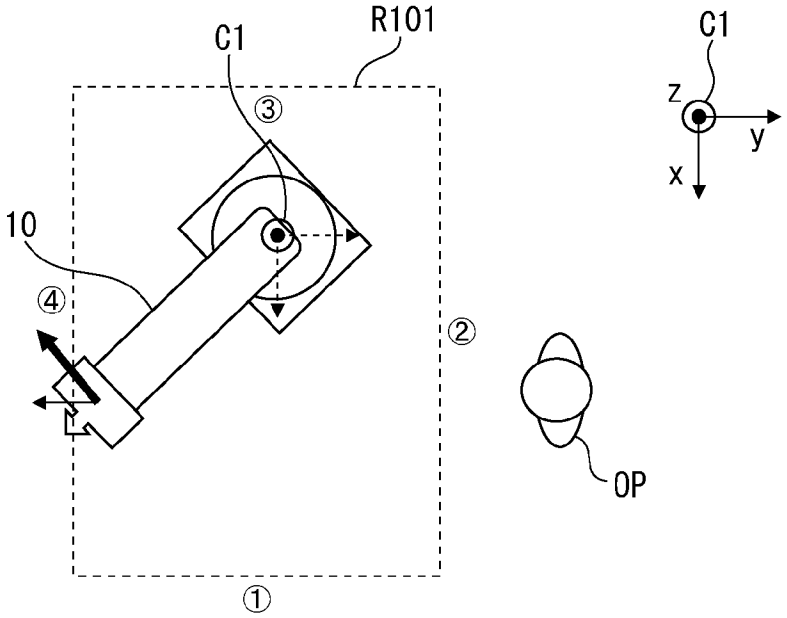
[図16A]

図16A



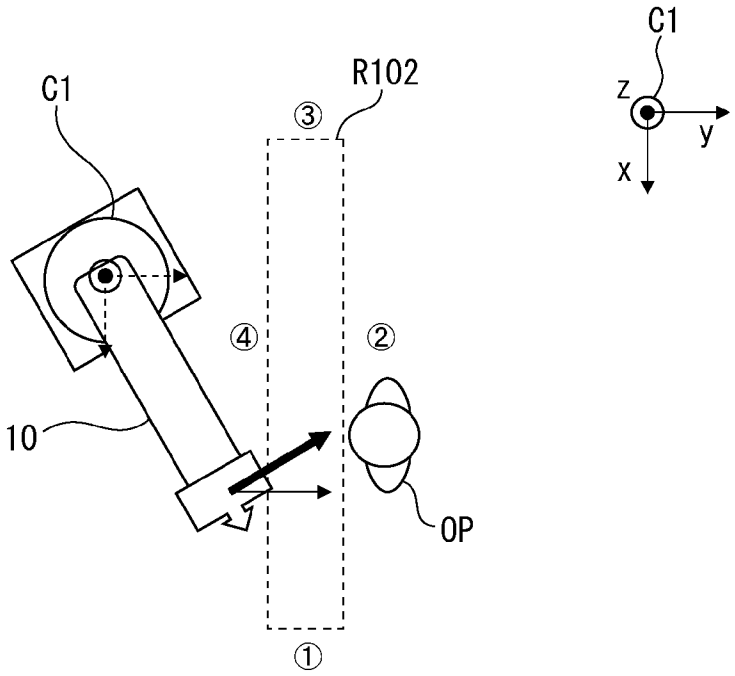
[図16B]

図16B



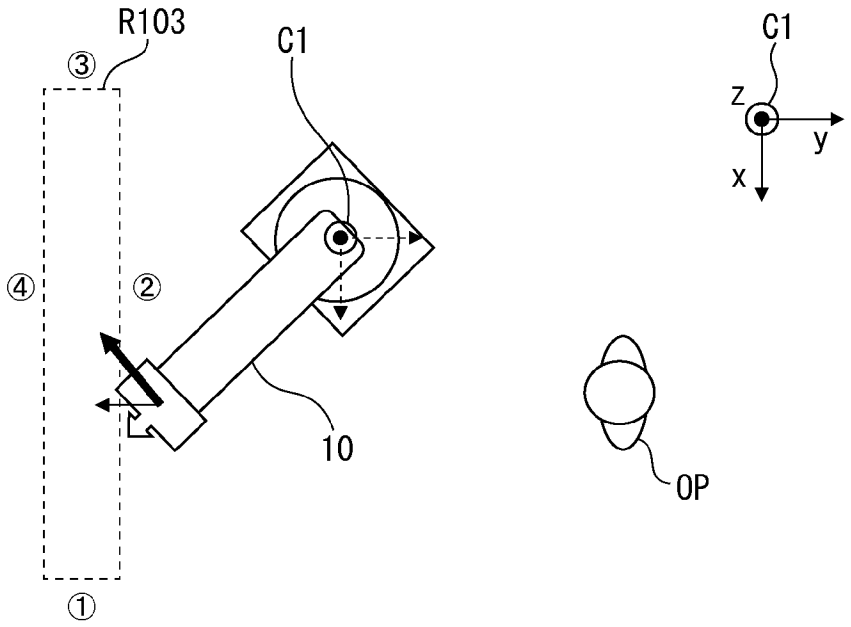
[図17A]

図17A



[図17B]

図17B



[図18]

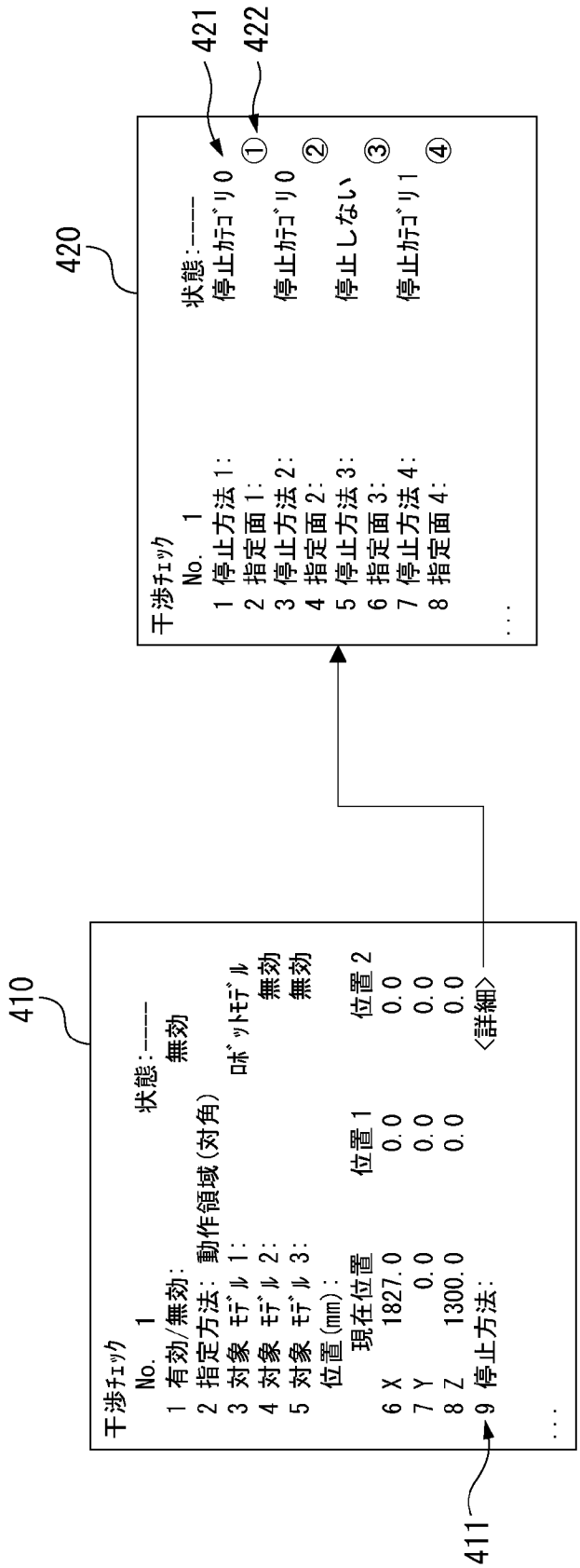

410
干渉ﾁｪｯｸ
No. 1
状態:----
1 有効/無効: 無効
2 指定方法: 動作領域(対角)
3 対象 ﾓﾃﾞﾙ 1: ﾛﾎﾞｯﾄﾓﾃﾞﾙ
4 対象 ﾓﾃﾞﾙ 2: 無効
5 対象 ﾓﾃﾞﾙ 3: 無効
位置(mm):
現在位置 位置 1 位置 2
6 X 1827.0 0.0 0.0
7 Y 0.0 0.0 0.0
8 Z 1300.0 0.0 0.0
9 停止方法: <詳細>
...
411
420
干渉ﾁｪｯｸ
No. 1
状態:----
1 停止方法 1: 停止ｶﾃｺﾞﾘ 0
2 指定面 1: ①
3 停止方法 2: 停止ｶﾃｺﾞﾘ 0
4 指定面 2: ②
5 停止方法 3: 停止しない
6 指定面 3: ③
7 停止方法 4: 停止ｶﾃｺﾞﾘ 1
8 指定面 4: ④
...
421
422

図18

[図19]

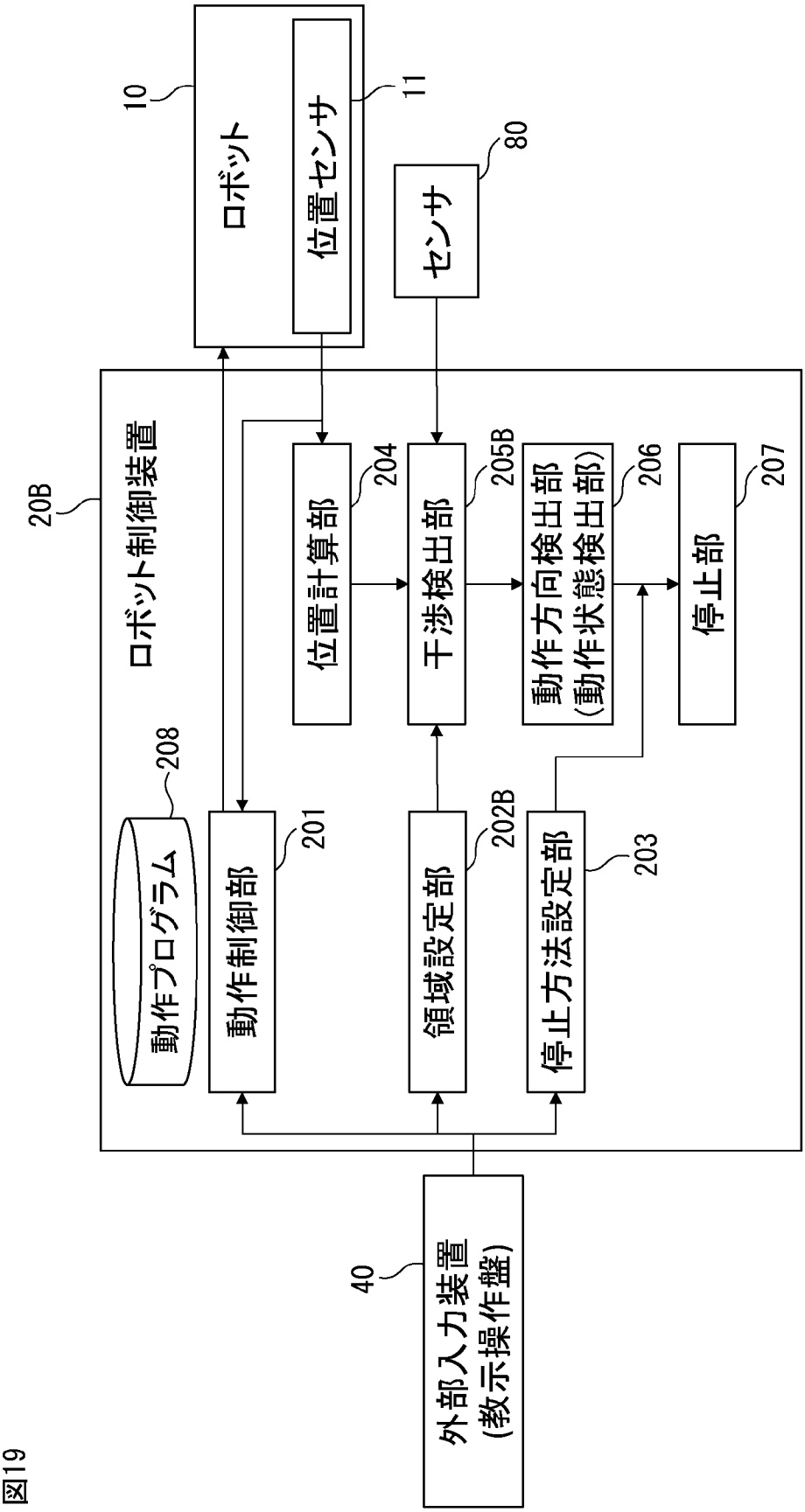
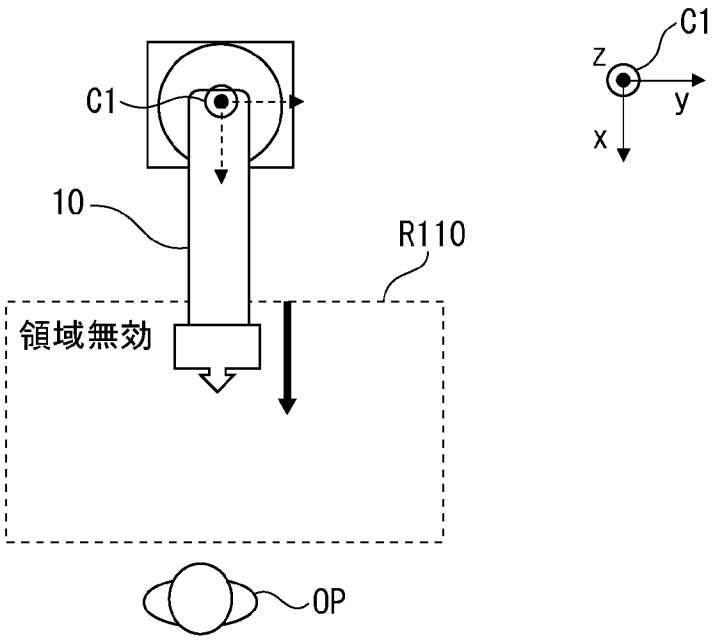

10
ロボット
位置センサ
11
80
センサ
20B
ロボット制御装置
位置計算部
204
干渉検出部
205B
動作方向検出部
(動作状態検出部)
206
停止部
207
208
動作プログラム
動作制御部
201
領域設定部
202B
停止方法設定部
203
40
外部入力装置
(教示操作盤)

図19

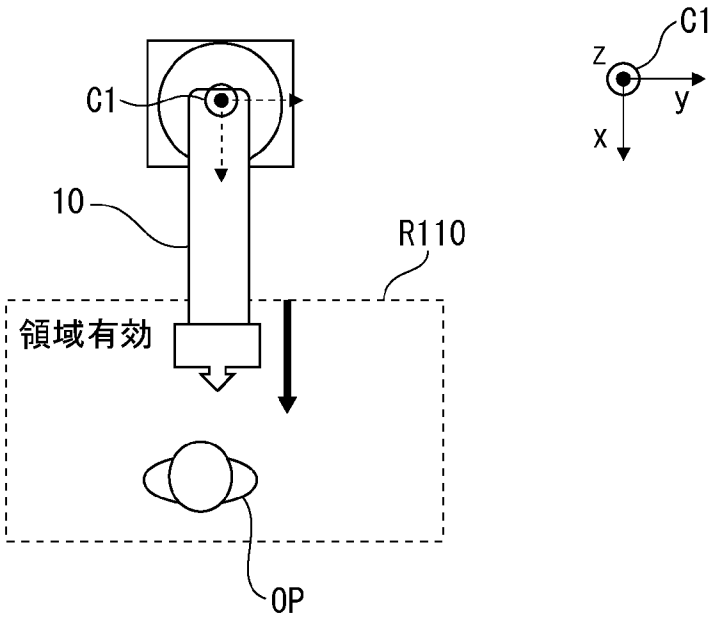
[図20A]

図20A



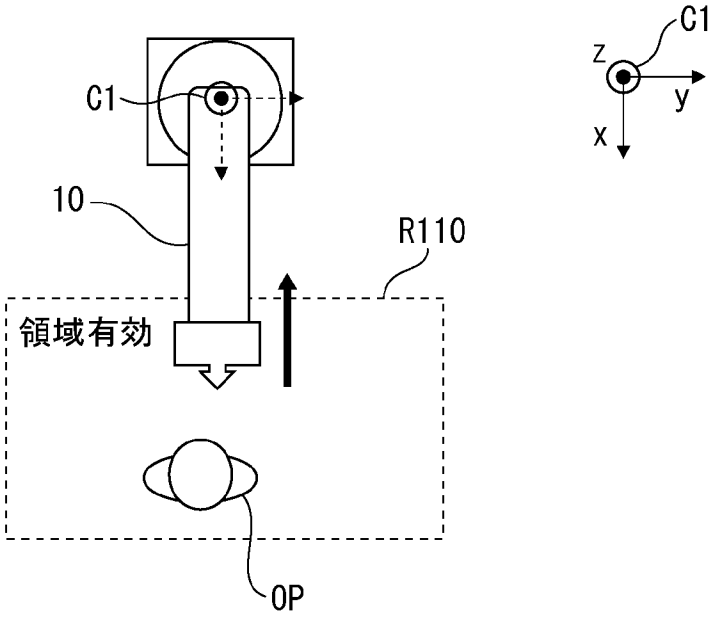
[図20B]

図20B



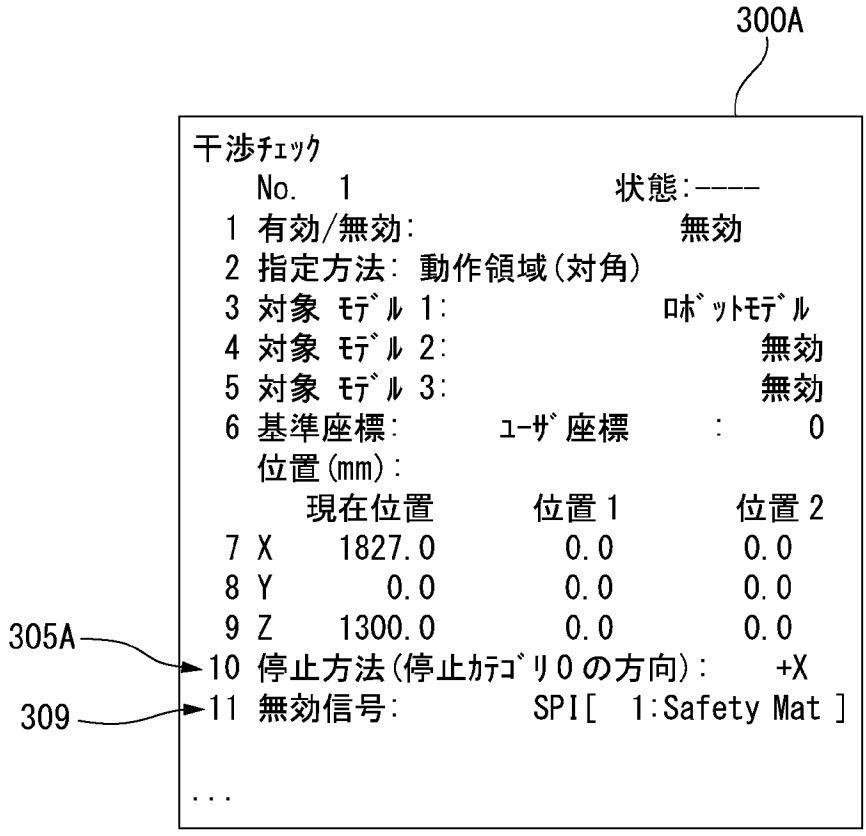
[図20C]

図20C



[図21]

図21



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/025799

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J 19/06(2006.01)i
FI: B25J19/06

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)

B25J19/06

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
X	JP 2004-243427 A (YASKAWA ELECTRIC CORP) 02 September 2004 (2004-09-02) paragraphs [0007]-[0017], fig. 1-3	1-4, 10-11
Y		6, 8-9
Y	JP 2011-212831 A (YASKAWA ELECTRIC CORP) 27 October 2011 (2011-10-27) paragraph [0009], fig. 5	6
Y	JP 2010-188515 A (FANUC LTD) 02 September 2010 (2010-09-02) paragraphs [0039]-[0051], fig. 4(a)-(c)	8-9
A	JP 2011-125975 A (DENSO WAVE INC) 30 June 2011 (2011-06-30) entire text, all drawings	1-11
A	US 2021/0053224 A1 (SCHROEDER, Paul Jakob) 25 February 2021 (2021-02-25) entire text, all drawings	1-11

☐ 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	Date of mailing of the international search report
05 September 2022	**20 September 2022**
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/JP2022/025799

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2004-243427 A	02 September 2004	(Family: none)	
JP 2011-212831 A	27 October 2011	US 2011/0224826 A1 paragraphs [0038]-[0041], fig. 5 EP 2366504 A2 CN 102189552 A	
JP 2010-188515 A	02 September 2010	US 2010/0191372 A1 paragraphs [0057]-[0069], fig. 4A-4C DE 102010005708 A1	
JP 2011-125975 A	30 June 2011	(Family: none)	
US 2021/0053224 A1	25 February 2021	WO 2021/041213 A1 EP 3980853 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/025799

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B25J 19/06(2006.01)i
FI: B25J19/06

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））

B25J19/06

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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２年

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）

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
X	JP 2004-243427 A (株式会社安川電機) 02.09.2004 (2004-09-02) 段落[0007]-[0017], 図1-3	1-4, 10-11
Y		6, 8-9
Y	JP 2011-212831 A (株式会社安川電機) 27.10.2011 (2011-10-27) 段落[0009], 図5	6
Y	JP 2010-188515 A (ファナック株式会社) 02.09.2010 (2010-09-02) 段落[0039]-[0051], 図4(a)-(c)	8-9
A	JP 2011-125975 A (株式会社デンソーウェーブ) 30.06.2011 (2011-06-30) 全文、全図	1-11
A	US 2021/0053224 A1 (SCHROEDER, Paul Jakob) 25.02.2021 (2021-02-25) 全文、全図	1-11

☐ 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。

* 引用文献のカテゴリー
“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
“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
“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）
“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
“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
“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
“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
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
05.09.2022	20.09.2022

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）
臼井　卓巳 3U 4550
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/JP2022/025799

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2004-243427 A	02.09.2004	（ファミリーなし）	
JP 2011-212831 A	27.10.2011	US 2011/0224826 A1 段落[0038]-[0041], FIG. 5 EP 2366504 A2 CN 102189552 A	
JP 2010-188515 A	02.09.2010	US 2010/0191372 A1 段落[0057]-[0069], Figs. 4A-4C DE 102010005708 A1	
JP 2011-125975 A	30.06.2011	（ファミリーなし）	
US 2021/0053224 A1	25.02.2021	WO 2021/041213 A1 EP 3980853 A1	