

(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
2017年6月22日(22.06.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/103997 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 9/22 (2006.01) H01L 21/677 (2006.01)
B25J 19/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/085080
- (22) 国際出願日: 2015年12月15日(15.12.2015)
- (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: 株式会社安川電機(KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者: 勝田 信一 (KATSUDA, Shinichi); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

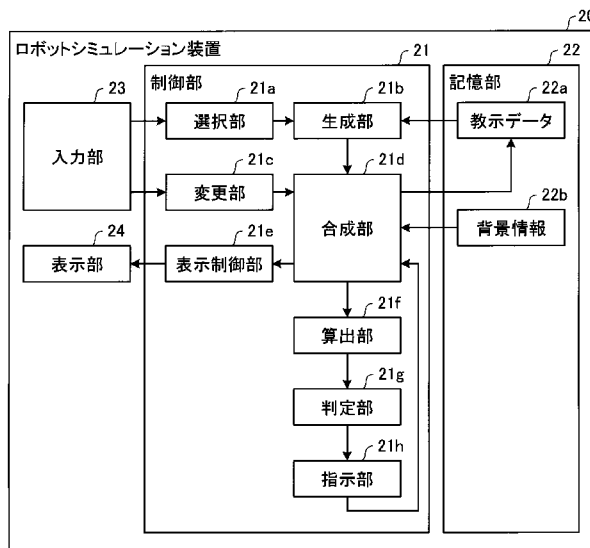
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ROBOT SIMULATION DEVICE, ROBOT SIMULATION METHOD, ROBOT SIMULATION PROGRAM, AND ROBOT

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



- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 20 Robot simulation device | 21g Determining section |
| 21 Control unit | 21h Instructing section |
| 21a Selecting section | 22 Storage unit |
| 21b Generating section | 22a Teaching data |
| 21c Modifying section | 22b Background information |
| 21d Compositing section | 23 Input unit |
| 21e Display control section | 24 Display unit |
| 21f Calculating section | |

(57) Abstract: A robot simulation device is provided with a generating section, a compositing section, a display control section, a calculating section, a determining section, and an instructing section. The generating section generates a path that shows the area through which a robot conveying a substrate is to pass. The compositing section composites a background image, which comprises obstacles disposed around the robot, with the path. The display control section displays the composite image composited by the compositing section on a display unit. The calculating section calculates the distances between the path and the obstacles. The determining section determines that the path is near an obstacle when the distance is smaller than a specified threshold. When the determining section determines that the path is near an obstacle, the instructing section instructs the compositing section to composite a notification image, which comprises the distance calculated by the calculating section, with the composite image.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/103997 A1



ロボットシミュレーション装置は、生成部と、合成部と、表示制御部と、算出部と、判定部と、指示部とを備える。生成部は、基板を搬送するロボットが通過する範囲を示す軌跡を生成する。合成部は、ロボットのまわりに配置される障害物を含む背景画像と軌跡とを合成する。表示制御部は、合成部によって合成された合成画像を表示部に表示させる。算出部は、軌跡と障害物との距離を算出する。判定部は、距離が所定の閾値よりも小さい場合に、軌跡が障害物に接近したと判定する。指示部は、判定部によって軌跡が障害物に接近したと判定された場合に、算出部が算出した距離を含んだ報知画像を合成画像に合成するように合成部に指示する。

明 細 書

発明の名称：

ロボットシミュレーション装置、ロボットシミュレーション方法、ロボットシミュレーションプログラムおよびロボット

技術分野

[0001] 開示の実施形態は、ロボットシミュレーション装置、ロボットシミュレーション方法、ロボットシミュレーションプログラムおよびロボットに関する。

背景技術

[0002] 従来、基板搬送ロボットなどのロボットの動作を再現した画像を表示部に表示させることで、ロボットとロボットの周囲環境との位置関係を確認可能とし、ロボットの位置や動作の検討を補助するロボットシミュレーション装置が知られている。

[0003] かかるロボットシミュレーション装置としては、周囲環境を2次元画像であらわすとともに、ロボットの動作を再現した3次元の画像を2次元画像に変換したうえで、両2次元画像を合成するものがある（たとえば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-093345号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記した従来技術のように、ロボットおよび周囲環境をそれぞれ2次元画像であらわして合成する場合であっても、ロボットと周囲環境との干渉の可能性を操作者へわかりやすく報知する観点からは改善の余地がある。

[0006] 実施形態の一態様は、ロボットと周囲環境との干渉の可能性を操作者へわかりやすく報知することができるロボットシミュレーション装置、ロボットシミュレーション方法、ロボットシミュレーションプログラムおよびロボットを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 実施形態の一態様に係るロボットシミュレーション装置は、生成部と、合成部と、表示制御部と、算出部と、判定部と、指示部とを備える。生成部は、基板を搬送するロボットが通過する範囲を示す軌跡を生成する。合成部は、前記ロボットのまわりに配置される障害物を含む背景画像と前記軌跡とを合成する。表示制御部は、前記合成部によって合成された合成画像を表示部に表示させる。算出部は、前記軌跡と前記障害物との距離を算出する。判定部は、前記距離が所定の閾値よりも小さい場合に、前記軌跡が前記障害物に接近したと判定する。指示部は、前記判定部によって前記軌跡が前記障害物に接近したと判定された場合に、前記算出部が算出した前記距離を含んだ報知画像を前記合成画像に合成するように前記合成部に指示する。

発明の効果

[0008] 実施形態の一態様によれば、ロボットと周囲環境との干渉の可能性を操作者へわかりやすく報知することが可能なロボットシミュレーション装置、ロボットシミュレーション方法、ロボットシミュレーションプログラムおよびロボットを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、ロボットシミュレーション装置の概要を示す説明図である。

[図2]図2は、シミュレーション対象となるロボットの斜視図である。

[図3]図3は、ハンドの上面模式図である。

[図4]図4は、ロボットシミュレーション装置のブロック図である。

[図5]図5は、選択画面の表示例を示す図である。

[図6]図6は、変更画面の表示例を示す図である。

[図7]図7は、距離の算出処理を示す説明図である。

[図8]図8は、ロボットの静止画像の表示例を示す図である。

[図9]図9は、ロボットシミュレーション装置が実行する処理手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、添付図面を参照して、本願の開示するロボットシミュレーション装置、ロボットシミュレーション方法、ロボットシミュレーションプログラムおよびロボットを詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0011] また、以下に示す実施形態では、「鉛直」、「中心」といった表現を用いる場合があるが、厳密にこれらの状態を満たすことを要しない。すなわち、上記した各表現は、製造精度、設置精度、処理精度、検出精度などのずれを許容するものとする。

[0012] まず、実施形態に係るロボットシミュレーション装置20（図4参照）の概要について図1を用いて説明する。図1は、ロボットシミュレーション装置20の概要を示す説明図である。なお、図1に示した画像300a、300bは、ロボットシミュレーション装置20が生成するシミュレーション画像である。また、画像300a、300bは、ロボット10およびロボット10の周囲環境を上方からみた2次元画像である。

[0013] なお、図1には、説明をわかりやすくするために、鉛直上向きを正方向とするZ軸、搬送室201の長辺に沿った向きをX軸、搬送室201の短辺に沿った向きをY軸とする3次元の直交座標系を示している。かかる直交座標系は、以下の説明で用いる他の図面においても示す場合がある。

[0014] ここで、搬送室201は、いわゆるEFEM (Equipment Front End Module) であり、清浄なダウングローの気流を内部に流す局所クリーン化された筐体である。また、カセット202や処理室203を設置するために搬送室201の側壁に設けられる開口の位置や大きさ、間隔といった寸法は、SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International) 規格に準拠している。また、カセット202や処理室203といった装置におけ

る各種寸法についても、SEM I規格に準拠している。

[0015] カセット202は、いわゆるFOUP (Front-Opening Unified Pod) であり、基板30を多段に収納する機器である。なお、図1では、3つのカセット202を示しているが、カセット202の個数は任意の数であってよい。また、図1に示した処理室203の取付位置や個数についても任意であってよい。

[0016] まず、画像300aについて説明する。図1に示すように、画像300aは、ロボット10およびロボット10によって搬送される基板30を示す画像と、背景画像200とを合成した合成画像である。なお、図1に示した画像300aは、背景画像200と、ロボット10および基板30の静止画像との合成画像である。

[0017] 背景画像200には、ロボット10が配置される搬送室201、搬送室201の側壁に設けられるカセット202、同じく側壁に設けられる処理室203の画像が含まれる。つまり、背景画像200には、ロボット10のまわりに配置され、ロボット10と干渉する可能性がある障害物210が含まれる。なお、図1では、障害物210を線や、ハッチングを付した領域であらわしているが、障害物210の存在範囲をあらわすものであれば、その表示形態は問わない。

[0018] 実施形態に係るロボットシミュレーション装置20を用いてロボット10や基板30と、障害物210との干渉状態を確認する場合、仮想的なロボット10を、あらかじめ用意した動作経路で動作させ、かかる干渉状態を確認することになる。しかしながら、従来は、ロボット10と障害物210との干渉の可能性を操作者に対して十分にわかりやすく報知しているとはいえなかった。

[0019] そこで、実施形態に係るロボットシミュレーション装置20では、図1に示す画像300bのように、ロボット10や基板30の動作軌跡（以下、単に「軌跡100」という）が、障害物210と干渉の可能性がある場合に、報知画像400を表示することとした。

- [0020] 具体的には、画像300bに示すように、たとえば、軌跡100の対象として基板30が選択された場合、ロボットシミュレーション装置20は、ロボット10の動作に伴って基板30が通過する範囲である軌跡100を生成する。
- [0021] つづいて、ロボットシミュレーション装置20は、生成した軌跡100と背景画像200に含まれる障害物210との距離を算出する。そして、ロボットシミュレーション装置20は、算出した距離が所定の閾値よりも小さい場合には、軌跡100が障害物210に接近したと判定し、算出した距離を示す距離情報402を含んだ報知画像400を生成する。また、ロボットシミュレーション装置20は、軌跡100と背景画像200との合成画像に報知画像400を合成する。
- [0022] ここで、報知画像400には、障害物210の外周上の該当する点を示すマーク401を含めることとしてもよい。また、報知画像400に含まれる距離情報402については、図1に示したように、実際の環境における距離（図1では、「X.XX (mm)」）としてもよいし、かかる距離に対応するX軸およびY軸についてのずれ量の組としてもよい。また、距離およびずれ量の双方を含めることとしてもよい。
- [0023] このように、実施形態に係るロボットシミュレーション装置20は、軌跡100と、背景画像200に含まれる障害物210との距離を表示することとしたので、ロボット10と周囲環境との干渉の可能性を操作者へわかりやすく報知することができる。これにより、たとえば、ロボット10と障害物210との相対位置をどの程度変更すればよいか明瞭となるため、ロボット10の教示データを効率よく生成することができる。
- [0024] なお、図1に示した画像300bでは、軌跡100として、動作中における基板30の位置を示す静止画像を所定の時間間隔で重畳した重畳画像とする場合を示した。このように、軌跡100を重畳画像とすることで、ロボット10や基板30の通過範囲を直感的にわかりやすく報知することができる。

- [0025] しかしながら、これに限らず、ロボット10や基板30が通過する範囲の外形を軌跡100として生成することとしてもよい。また、かかる通過する範囲を表示色の変更や点滅などによって強調表示することとしてもよい。
- [0026] また、図1に示す画像300bでは、基板30が通過する範囲を軌跡100として表示する場合を示しているが、図5を用いて後述するように、軌跡100の対象は選択可能である。
- [0027] たとえば、ロボットシミュレーション装置20では、軌跡100の対象として、基板30を搬送するロボット10の全体や一部を選択することができる。なお、画像300bには、参考のため、基板30の中心の経路100cを示しているが、経路100cについては表示しなくてもよい。
- [0028] また、図1に示す画像300bでは、1つの報知画像400を例示しているが、報知対象となる箇所が複数ある場合には、報知対象となる箇所と同数の報知画像400を表示することとしてもよい。また、報知対象となる箇所のうち最も接近している箇所に対応する報知画像400のみを表示することとしてもよい。
- [0029] また、ロボットシミュレーション装置20では、軌跡100と背景画像200との相対位置を変更する機能を有しているが、この点については図6を用いて後述する。また、軌跡100と、背景画像200に含まれる障害物210との距離の算出手順については図7を用いて後述する。
- [0030] 次に、ロボットシミュレーション装置20によるシミュレーションの対象となるロボット10の構成について図2を用いて説明する。図2は、シミュレーション対象となるロボット10の斜視図である。同図に示すように、ロボット10は、本体部10aと、昇降軸10bと、第1アーム11と、第2アーム12と、ハンド13とを備える。なお、図2には、2つのハンド13を備えるロボット10を例示しているが、ハンド13は1つとしてもよい。
- [0031] 本体部10aは、搬送室201（図1参照）の床面等に固定され、昇降軸10bを昇降させる昇降機構（図示せず）を内蔵する。昇降軸10bは、第1アーム11の基端部を第1軸A1まわりに旋回可能に支持するとともに、

第1軸A1に沿って昇降する。なお、昇降軸10b自体を第1軸A1まわりに回転させることとしてもよい。

[0032] 第1アーム11は、第2アーム12の基端部を第2軸A2まわりに旋回可能に先端部で支持する。第2アーム12は、2つのハンド13の基端部を第3軸A3まわりにそれぞれ独立して旋回可能に先端部で支持する。つまり、ハンド13は、同軸配置される回転機構（図示せず）によって、それぞれ独立して旋回する。

[0033] このように、ロボット10は、第1アーム11、第2アーム12およびハンド13の3リンクの水平多関節ロボットである。また、ロボット10は、上記したように、昇降機構を有しているので、カセット202内に多段配置される基板30に対してそれぞれアクセスすることができる。

[0034] さらに、ロボット10は、たとえば、カセット202と異なる高さに配置される処理室203（図1参照）や、基板の向きを整えるアライナ装置（図示せず）にアクセスすることもできる。なお、ロボット10から第2アーム12を省略し、第1アーム11およびハンド13の2リンクの水平多関節ロボットとしてもよい。

[0035] 次に、図2に示したハンド13について図3を用いてさらに詳細に説明する。図3は、ハンド13の上面模式図である。なお、図3以降では、説明をわかりやすくするために、1つのハンド13のみを示すこととする。また、図3には、正しい位置に載置された基板30を参考のため破線で示している。

[0036] 図3に示すように、ハンド13は、基部13aと、フォーク部13bとを備える。基部13aの基端側は、第3軸A3まわりに旋回可能に第2アーム12（図2参照）によって支持される。フォーク部13bは、基部13aの先端側に設けられ、先端側が二股にわかれている。なお、二股にわかれたフォーク部13bの各先端側にカセット202に収容された基板30を検知するセンサ（いわゆるマッピングセンサ）を設けることとしてもよい。

[0037] また、図3に示すように、ハンド13によって保持される基板30の中心

に対応する位置は、ハンド13の基準位置13Cである。そして、たとえば、第3軸A3と基準位置13Cとを結ぶ線が、ハンド13の向きを示すハンド中心線13CLである。なお、ハンド13は、基板30を把持する把持機構を備えるものとする。また、ハンド13は、把持機構のかわりに吸着機構などの保持機構を備えることとしてもよい。

[0038] 次に、ロボットシミュレーション装置20について図4を用いて説明する。図4は、ロボットシミュレーション装置20のブロック図である。図4に示すように、ロボットシミュレーション装置20は、制御部21と、記憶部22と、入力部23と、表示部24とを備える。

[0039] 制御部21は、選択部21aと、生成部21bと、変更部21cと、合成部21dと、表示制御部21eと、算出部21fと、判定部21gと、指示部21hとを備える。また、記憶部22は、教示データ22aと、背景情報22bとを記憶する。

[0040] ここで、ロボットシミュレーション装置20は、たとえば、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、入出力ポートなどを有するコンピュータや各種の回路を含む。

[0041] コンピュータのCPUは、たとえば、ROMに記憶されたプログラムを読み出して実行することによって、制御部21の選択部21a、生成部21b、変更部21c、合成部21d、表示制御部21e、算出部21f、判定部21gおよび指示部21hとして機能する。

[0042] また、制御部21の選択部21a、生成部21b、変更部21c、合成部21d、表示制御部21e、算出部21f、判定部21gおよび指示部21hの少なくともいずれか一つまたは全部をASIC (Application Specific Integrated Circuit) やFPGA (Field Programmable Gate Array) 等のハードウェアで構成することもできる。

[0043] また、記憶部22は、たとえば、RAMやHDDに対応する。RAMやHDDは、教示データ22aおよび背景情報22bを記憶することができる。

なお、ロボットシミュレーション装置20は、有線や無線のネットワークで接続された他のコンピュータや可搬型記録媒体を介して上記したプログラムや各種情報を取得することとしてもよい。

[0044] 入力部23は、キーボードやタッチパネル、マウスといった入力デバイスである。また、表示部24は、液晶ディスプレイなどの表示デバイスである。なお、図4では、入力部23と表示部24とを別々に記載しているが、タッチパネルディスプレイのように、入力部23および表示部24を兼ねる入出力デバイスを用いることとしてもよい。

[0045] また、図4では、ロボットシミュレーション装置20が、入力部23および表示部24を備える場合を示しているが、入力部23および表示部24の少なくとも一方を、ロボットシミュレーション装置20と接続される外部装置に設けることとしてもよい。

[0046] 制御部21の選択部21aは、図1に示した軌跡100の対象を、入力部23に対する操作を介して選択する。そして、選択部21aは、選択した部位（以下、「選択部位」という）を生成部21bへ通知する。ここで、軌跡100の対象として、基板30を搬送するロボット10の全体や一部を選択することが可能であるが、この点については、図5を用いて後述する。

[0047] 生成部21bは、選択部21aによって選択された選択部位が、ロボット10に所定の動作を行わせた場合に通過する範囲である軌跡100を生成する。たとえば、図1に示したように、基板30が選択された場合には、生成部21bは、基板30が通過する範囲を軌跡100として生成する。

[0048] なお、軌跡100は、図1に示したように、ロボット10の動作中における選択部位の位置を示す静止画像を所定の時間間隔で重畳した重畳画像とすることができる。また、軌跡100は、選択部位が通過する範囲の外形としてもよい。

[0049] また、生成部21bは、ロボット10を教示データ22aに従って動作させることで、ロボット10に上記した所定の動作を行わせる。ここで、所定の動作とは、たとえば、図1の画像300aで基板30を示したカセット2

02から、他のカセット202や処理室203へ基板30を搬送する動作である。

[0050] 変更部21cは、図1に示した軌跡100と、背景画像200との相対位置を、入力部23に対する操作を介して変更する。そして、変更部21cは、変更後の相対位置を合成部21dへ通知する。なお、相対位置の変更の詳細については、図6を用いて後述する。

[0051] 合成部21dは、生成部21bが生成した軌跡100と、背景情報22bに含まれる背景画像200（図1参照）とを合成した合成画像を生成する。ここで、軌跡100と、背景画像200との相対位置は、変更部21cを介して変更することができる。また、合成部21dは、後述する指示部21hによる指示に基づき、図1に示した報知画像400を上記した合成画像に対してさらに合成する。

[0052] そして、合成部21dは、報知画像400が合成された合成画像を表示制御部21eへ通知するとともに、軌跡100、背景画像200および両者の相対位置を算出部21fへ通知する。

[0053] なお、合成部21dは、軌跡100と、背景画像200との相対位置の変更が完了した場合には、変更された相対位置を用いて教示データ22aを補正する。これにより、ロボット10と、背景画像200に含まれる障害物210との間隔を所定の間隔以上に調整した教示データ22aを得ることができる。

[0054] 表示制御部21eは、合成部21dから受け取った合成画像を表示部24へ表示させる。たとえば、表示制御部21eは、図5や図6に示すGUI（Graphical User Interface）画面を表示部24へ表示させる。

[0055] 算出部21fは、合成部21dから受け取った軌跡100、背景画像200および両者の相対位置に基づき、軌跡100と、背景画像200に含まれる障害物210との距離および障害物210の外周における該当する点を算出する。そして、算出部21fは、算出した距離および点を判定部21gへ通知する。

- [0056] 判定部21gは、算出部21fから受け取った距離が、あらかじめ定められた閾値よりも小さいか否かを判定する。そして、判定部21gは、判定条件を満たした距離および点の組を指示部21hへ通知する。
- [0057] 指示部21hは、判定部21gから受け取った距離および点の組を含んだ報知画像400（図1参照）を、軌跡100と背景画像200との合成画像にさらに合成するように、合成部21dへ指示する。ここで、距離および点の組が複数ある場合には、報知画像400を組の数だけ表示するように合成部21dへ指示することになる。
- [0058] また、指示部21hは、変更部21cにおいて軌跡100と背景200との相対位置を変更された結果、判定部21gによる判定結果が接近から非接近へ変わった場合であっても、報知画像400を合成画像に合成するように合成部21dに指示する。
- [0059] すなわち、判定部21gによる判定結果が接近から非接近へ変わった場合、本来なら報知画像400を表示しないことになる。しかし、いったん報知画像400を表示した場合には、判定結果が接近から非接近へ変わった場合でもあえて報知画像400を表示することで、軌跡100と背景画像200とが十分に離れたことを確認することが可能となる。したがって、相対位置の変更が適切であったことを操作者へ伝えることができ、操作者の作業負担の軽減に寄与する。
- [0060] 教示データ22aは、ハンド13の移動軌跡をはじめとするロボット10の動作を規定するプログラムである「ジョブ」を含んだ情報である。また、上記したように、教示データ22aは、合成部21dによって補正される。
- [0061] 背景情報22bは、図1に示した背景画像200を含んだ情報である。また、既に説明したように、背景画像200は、ロボット10に接触する可能性がある障害物210の領域を含んでいる。つまり、背景情報22bは、ロボット10のまわりに配置される障害物210の領域および位置を含んだ情報である。
- [0062] 次に、図4に示した選択部21aに対応する選択画面310について図5

を用いて説明する。図5は、選択画面310の表示例を示す図である。図5に示すように、選択画面310は、表示エリア311と、選択エリア312と、「実行」ボタンおよび「キャンセル」ボタンを備える。

[0063] 表示エリア311は、選択エリア312で選択された部位である選択部位を表示する。たとえば、図5に示すように、表示エリア312は、ロボット10（図2参照）の上面図などを表示するとともに、選択エリア312で選択された選択部位を強調表示する。なお、図5では、選択エリア312でハンド13が選択されているので、表示エリア311ではハンド13部分を強調表示している。なお、強調表示は、色の変更や、点滅など、選択部位を視認可能であれば、その態様は問わない。

[0064] 選択エリア312には、選択部位を示すチェックボックスおよび名称の組が、選択部位の数だけ表示される。また、選択エリア312は、たとえば、「すべて選択」ボタンおよび「すべて非選択」ボタンを備える。

[0065] 図5では、選択部位として、第1アーム11、肘部311a、第2アーム12、手首部311b、ハンド13および基板30を示している。ここで、肘部311aは、たとえば、第2アーム12を第1アーム11に対して回転させた場合に、第1アーム11と第2アーム12とが重なりあう領域とすることができる。また、手首部311bは、ハンド13を第2アーム12に対して回転させた場合に、第2アーム12とハンド13とが重なりあう領域とすることができる。

[0066] このように、選択エリア312では、軌跡100（図1参照）の対象とする部位を選択する入力操作を受け付ける。そして、チェックボックスをチェックされた部位（図5では、ハンド13）を選択部位とする。なお、チェックボックスごとにチェック、非チェックを選択可能である。

[0067] ここで、すべての選択部位を選択したい場合には、すべてのチェックボックスをチェックすればよい。または、「すべて選択」ボタンを押下すれば、すべてのチェックボックスがチェックされる。なお、誤ってチェックした場合には、「すべて非選択」ボタンを押下すれば、すべてのチェックボックス

が非チェック状態に戻る。

[0068] そして、選択エリア312における選択部位の選択が完了したならば、「実行」ボタンを押下することで、選択部位が生成部21b（図4参照）へ通知される。なお、「キャンセル」ボタンを押下すると、選択エリア312の選択状態はキャンセルされ、選択画面310は、非表示状態となる。つまり、選択部位は生成部21bへ通知されることはない。

[0069] このように、軌跡100の対象とする部位を選択可能とすることで、たとえば、ロボット10の関節部分など、特に着目したい部位の軌跡100を表示することが可能となり、操作者の作業負荷を低減することができる。

[0070] 次に、図4に示した変更部21cに対応する変更画面320について図6を用いて説明する。図6は、変更画面320の表示例を示す図である。図6に示すように、変更画面320は、図1に示した画像300bと、選択エリア321と、入力エリア322と、「実行」ボタンおよび「キャンセル」ボタンを備える。

[0071] 画像300bは、軌跡100と、背景画像200と、報知画像400とを含む。また、報知画像400はマーク401と、距離情報402とを含む。なお、画像300bは、図5に示した選択画面310で、基板30が選択部位として選択された場合に対応する。

[0072] 選択エリア321は、軌跡100と背景画像200との相対位置を変更する際に、軌跡100および背景画像200のうち、どちらを動かすかを選択するエリアである。図6に示すように、選択エリア321には、シフト対象を示すラジオボタンおよび名称の組が表示される。つまり、シフト対象として、軌跡100および背景200のうち、どちらかを選択可能である。

[0073] 入力エリア322は、選択エリア321で選択されたシフト対象を、X軸の正方向（X方向）およびY軸の正方向（Y方向）に、それぞれどれだけ動かすかを示すシフト量を入力するエリアである。入力エリア322には、シフト量の入力を受け付けるテキストボックス322a, 322bおよび名称の組が表示される。つまり、シフト量は、X方向およびY方向のそれぞれに

対して入力可能である。

[0074] なお、図6では、シフト対象として、軌跡100が選択され、シフト量として、X方向について「-0.50 (mm)」、Y方向について「-1.00 (mm)」が、それぞれ入力された場合を示している。

[0075] なお、図6では、報知画像400の距離情報402として、軌跡100と、背景画像200に含まれる障害物210との距離「X, XX (mm)」を表示する場合を示している。しかしながら、これに限らず、かかる距離に対応するX方向およびY方向についてのずれ量の組としてもよい。また、距離およびずれ量の双方を含めることとしてもよい。

[0076] このようにすることで、距離情報402に表示されたX方向およびY方向のずれ量に基づき、操作者は、入力エリア322に入力するシフト量を容易に決定することができる。つまり、操作者の作業負担を軽減することができる。なお、この場合、入力エリア322に表示するシフト量の初期値を、距離情報402に表示されたX方向およびY方向のずれ量に基づいて自動的に表示することとしてもよい。

[0077] そして、選択エリア321におけるシフト対象の選択と、入力エリア322におけるシフト量の入力完了したならば、「実行」ボタンを押下することで、軌跡100と、背景画像200との変更後の相対位置が、合成部21d (図4参照)へ通知される。そして、画像300bの内容が変更後の相対位置に対応するように更新される。

[0078] なお、「キャンセル」ボタンを押下すると、選択エリア321の選択状態と、入力エリア322の入力情報とはキャンセルされ、変更画面320は、非表示状態となる。つまり、変更後の相対位置は合成部21dへ通知されることはない。

[0079] なお、図6では、シフト量をテキストボックスに対する入力によって変更する場合を示したが、たとえば、スライドバーなどシフト量を連続的または階段状に変化させる入力部品を用いることとしてもよい。また、この場合、画像300bの内容をシフト量の変化に対応するようにリアルタイムに更新

してもよい。この場合、報知画像400に含まれる距離情報402についてもリアルタイムに更新してもよい。

[0080] 次に、図4に示した算出部21fが行う距離の算出処理について図7を用いて説明する。図7は、距離の算出処理を示す説明図である。なお、図7には、基板30（図1等を参照）が通過する範囲についての軌跡100および距離算出の対象となる障害物210の一部を例示している。

[0081] 算出部21f（図4参照）は、図7に示した軌跡100の外形、すなわち、軌跡100の輪郭上を移動する移動点100pを設定する。また、移動点100pにおける軌跡100の法線100nを算出する。そして、移動点100pを軌跡100の外形に沿って移動させつつ、障害物210と法線100nが交わった場合には、移動点100pと障害物210との距離を算出する。

[0082] また、判定部21gは、算出した距離を所定の閾値と比較し、算出した距離が、かかる閾値よりも小さい場合には、算出した距離に対応する障害物210の外周上の点を、図1に示した報知画像400の対象とする。ここで、障害物210の外周上の点が連続して閾値を下回る場合には、かかる連続した点のうち距離が最も小さい点を報知画像400の対象とする。なお、閾値と比較する代わりに、算出した距離のうち最も小さい距離に対応する障害物210の外周上の点を、報知画像400の対象とすることとしてもよい。

[0083] なお、図7には、軌跡100と、障害物210との最小距離に対応する障害物210の外周上の点を指すマーク401（図1参照）と、軌跡100の外形上の点100aとを参考のため示している。また、図7には、軌跡100の外形上の点100aに対応する基板30の外形30aについても参考のため示している。

[0084] 次に、報知画像400に対応するロボット10の静止画像の表示例について図8を用いて説明することとする。図8は、ロボット10の静止画像の表示例を示す図である。なお、図8では、図7に示した外形30aに対応する位置に基板30がある場合のロボット10の姿勢を示している。

- [0085] 図1や図6に示した画像300bでは、軌跡100を示していた。しかし、マーク401および距離情報402を含んだ報知画像400を表示した場合、表示した報知画像400に対応するロボット10の姿勢を操作者が確認したい場合がある。
- [0086] そこで、図8に示したように、報知画像400に対応するロボット10の静止画像を表示することとすれば、ロボット10あるいは基板30と障害物210とが接近した状態におけるロボット10の姿勢の確認が容易となる。したがって、ロボット10の静止画像を表示することとすれば、ロボット10の位置や動作の再検討を容易に行うことができ、作業負荷の軽減に寄与する。
- [0087] なお、図8では、軌跡100の代わりにロボット10の静止画像を表示する場合を示した。しかしながら、これに限らず、軌跡100およびロボット10を重畳させて表示することとしてもよい。この場合、軌跡100を背面側に、ロボット10を前面側に重畳させることとすれば、ロボット10の姿勢を視認しやすいので好ましい。なお、軌跡100を背面側に表示しなくとも、軌跡100を半透明表示にするなど、ロボット10の姿勢を視認可能であればその表示形態は問わない。
- [0088] 次に、ロボットシミュレーション装置20（図4参照）が実行する処理手順について図9を用いて説明する。図9は、ロボットシミュレーション装置20が実行する処理手順を示すフローチャートである。
- [0089] ロボットシミュレーション装置20における制御部21の選択部21aは、軌跡100の対象の選択を、たとえば、図5に示した選択画面310を介して受け付ける（ステップS101）。そして、生成部21bは、ステップS101の選択結果を反映した軌跡100を生成する（ステップS102）。
- [0090] つづいて、合成部21dは、軌跡100と背景画像200とを合成した合成画像を生成する（ステップS103）。また、算出部21fは、たとえば、図7に示した手順で軌跡100と、背景画像200に含まれる障害物21

0との距離を算出する（ステップS104）。

[0091] また、合成部21dは、図6に示した変更画面320を介して軌跡100と背景画像200との相対位置を変更するシフト操作が行われた後であるかを判定する（ステップS105）。そして、シフト操作後であると判定した場合には（ステップS105、Yes）、シフト操作前に報知した点を報知対象に加える（ステップS106）。一方、シフト操作が行われる前だと判定した場合には（ステップS105、No）、軌跡100に最も近い障害物210上の点を報知対象とする（ステップS107）。

[0092] すなわち、ステップS105の判定条件を満たした場合には（ステップS105、Yes）、シフト操作前に報知した点および軌跡100に最も近い障害物210上の点が報知対象となる。なお、両者が同一の点である場合もある。一方、ステップS105の判定条件を満たさなかった場合には（ステップS105、No）、軌跡100に最も近い障害物210上の点が報知対象となる。

[0093] つづいて、合成部21dは、指示部21hの指示に基づき、報知対象となった障害物210上の点および距離を含んだ報知画像400を生成し（ステップS108）、生成した報知画像400を、軌跡100および背景画像200の合成画像へ合成する（ステップS109）。

[0094] つづいて、変更部21cは、図6に示した変更画面320を介して上記したシフト操作が行われたか否かを判定する（ステップS110）。そして、シフト操作ありと判定された場合には（ステップS110、Yes）、変更画面320に入力されたシフト量に基づいて軌跡100と、背景画像200との相対位置を変更し（ステップS111）、ステップS103以降の処理を繰り返す。一方、ステップS110の判定条件を満たさなかった場合には（ステップS110、No）、処理を終了する。

[0095] 上述してきたように、本実施形態に係るロボットシミュレーション装置20は、生成部21bと、合成部21dと、表示制御部21eと、算出部21fと、判定部21gと、指示部21hとを備える。生成部21bは、基板3

0を搬送するロボット10が通過する範囲を示す軌跡100を生成する。合成部21dは、ロボット10のまわりに配置される障害物210を含む背景画像200と軌跡100とを合成する。

[0096] 表示制御部21eは、合成部21dによって合成された合成画像を表示部24に表示させる。算出部21fは、軌跡100と障害物210との距離を算出する。判定部21gは、算出部21fによって算出された距離が所定の閾値よりも小さい場合に、軌跡100が障害物210に接近したと判定する。指示部21hは、判定部21gによって軌跡100が障害物210に接近したと判定された場合に、算出部21fが算出した距離を含んだ報知画像400を合成画像に合成するように合成部21dに指示する。

[0097] したがって、本実施形態に係るロボットシミュレーション装置20によれば、ロボット10と周囲環境との干渉の可能性を操作者へわかりやすく報知することができる。

[0098] また、本実施形態に係るロボット10は、ロボットシミュレーション装置20が生成する教示データ22aに基づいて動作することとした。したがって、本実施形態に係るロボット10によれば、周囲環境との干渉を防止することができる。

[0099] なお、上記した実施形態では、ロボット10が水平多関節ロボットである場合を示したが、ロボット10は、いわゆるシリアルリンクロボットなどの他のタイプのロボットであってもよい。また、基板30の形状は、円状に限らず、矩形状など他の形状であってもよい。

[0100] さらなる効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。このため、本発明のより広範な態様は、以上のように表しかつ記述した特定の詳細および代表的な実施形態に限定されるものではない。したがって、添付の特許請求の範囲およびその均等物によって定義される総括的な発明の概念の精神または範囲から逸脱することなく、様々な変更が可能である。

符号の説明

[0101] 10 ロボット

1 0 a	本体部
1 0 b	昇降軸
1 1	第 1 アーム
1 2	第 2 アーム
1 3	ハンド
1 3 a	基部
1 3 b	フォーク部
1 3 C	基準位置
1 3 C L	ハンド中心線
2 0	ロボットシミュレーション装置
2 1	制御部
2 1 a	選択部
2 1 b	生成部
2 1 c	変更部
2 1 d	合成部
2 1 e	表示制御部
2 1 f	算出部
2 1 g	判定部
2 1 h	指示部
2 2	記憶部
2 2 a	教示データ
2 2 b	背景情報
2 3	入力部
2 4	表示部
3 0	基板
1 0 0	軌跡
2 0 0	背景画像
2 1 0	障害物

4 0 0 報知画像

請求の範囲

- [請求項1] 基板を搬送するロボットが通過する範囲を示す軌跡を生成する生成部と、
前記ロボットのまわりに配置される障害物を含む背景画像と前記軌跡とを合成する合成部と、
前記合成部によって合成された合成画像を表示部に表示させる表示制御部と、
前記軌跡と前記障害物との距離を算出する算出部と、
前記距離が所定の閾値よりも小さい場合に、前記軌跡が前記障害物に接近したと判定する判定部と、
前記判定部によって前記軌跡が前記障害物に接近したと判定された場合に、前記算出部が算出した前記距離を含んだ報知画像を前記合成画像に合成するように前記合成部に指示する指示部と
を備えることを特徴とするロボットシミュレーション装置。
- [請求項2] 前記生成部は、
動作中における前記ロボットの静止画像を所定の時間間隔で重畳した重畳画像を、前記軌跡として生成すること
を特徴とする請求項1に記載のロボットシミュレーション装置。
- [請求項3] 前記指示部は、
前記距離と当該距離に対応する前記障害物の外周における点とを含んだ前記報知画像を、前記合成画像に合成するように前記合成部に指示すること
を特徴とする請求項2に記載のロボットシミュレーション装置。
- [請求項4] 前記指示部は、
最も小さい前記距離と当該距離に対応する前記点とを含んだ前記報知画像を、前記合成画像に合成するように前記合成部に指示すること
を特徴とする請求項3に記載のロボットシミュレーション装置。
- [請求項5] 前記指示部は、

前記点に対応する前記ロボットの前記静止画像を、前記合成画像に合成するように前記合成部に指示すること

を特徴とする請求項4に記載のロボットシミュレーション装置。

[請求項6]

前記ロボットにおける所定の部位および前記基板のうち1または複数
を前記軌跡の対象として選択させる選択部

を備え、

前記生成部は、

前記選択部において選択された前記対象について前記軌跡を生成すること

を特徴とする請求項1～5のいずれか一つに記載のロボットシミュレーション装置。

[請求項7]

前記合成部が合成する前記背景画像と前記軌跡との相対位置を変更させる変更部

を備えることを特徴とする請求項1～6のいずれか一つに記載のロボットシミュレーション装置。

[請求項8]

前記指示部は、

前記変更部において前記相対位置を変更された結果、前記判定部による判定結果が接近から非接近へ変わった場合であっても、前記報知画像を前記合成画像に合成するように前記合成部に指示すること

を特徴とする請求項7に記載のロボットシミュレーション装置。

[請求項9]

基板を搬送するロボットが通過する範囲を示す軌跡を生成する工程と、

前記ロボットのまわりに配置される障害物を含む背景画像と前記軌跡とを合成する工程と、

前記合成する工程によって合成された合成画像を表示部に表示させる工程と、

前記軌跡と前記障害物との距離を算出する工程と、

前記距離が所定の閾値よりも小さい場合に、前記軌跡が前記障害物

に接近したと判定する工程と、

前記判定する工程によって前記軌跡が前記障害物に接近したと判定された場合に、前記算出する工程で算出した前記距離を含んだ報知画像を前記合成画像に合成するように前記合成する工程に指示する工程と

を含むことを特徴とするロボットシミュレーション方法。

[請求項10]

基板を搬送するロボットが通過する範囲を示す軌跡を生成する手順と、

前記ロボットのまわりに配置される障害物を含む背景画像と前記軌跡とを合成する手順と、

前記合成する手順によって合成された合成画像を表示部に表示させる手順と、

前記軌跡と前記障害物との距離を算出する手順と、

前記距離が所定の閾値よりも小さい場合に、前記軌跡が前記障害物に接近したと判定する手順と、

前記判定する手順によって前記軌跡が前記障害物に接近したと判定された場合に、前記算出する手順で算出した前記距離を含んだ報知画像を前記合成画像に合成するように前記合成する手順に指示する手順と

をコンピュータに実行させることを特徴とするロボットシミュレーションプログラム。

[請求項11]

基板を搬送するロボットが通過する範囲を示す軌跡を生成する生成部と、

前記ロボットのまわりに配置される障害物を含む背景画像と前記軌跡とを合成する合成部と、

前記合成部によって合成された合成画像を表示部に表示させる表示制御部と、

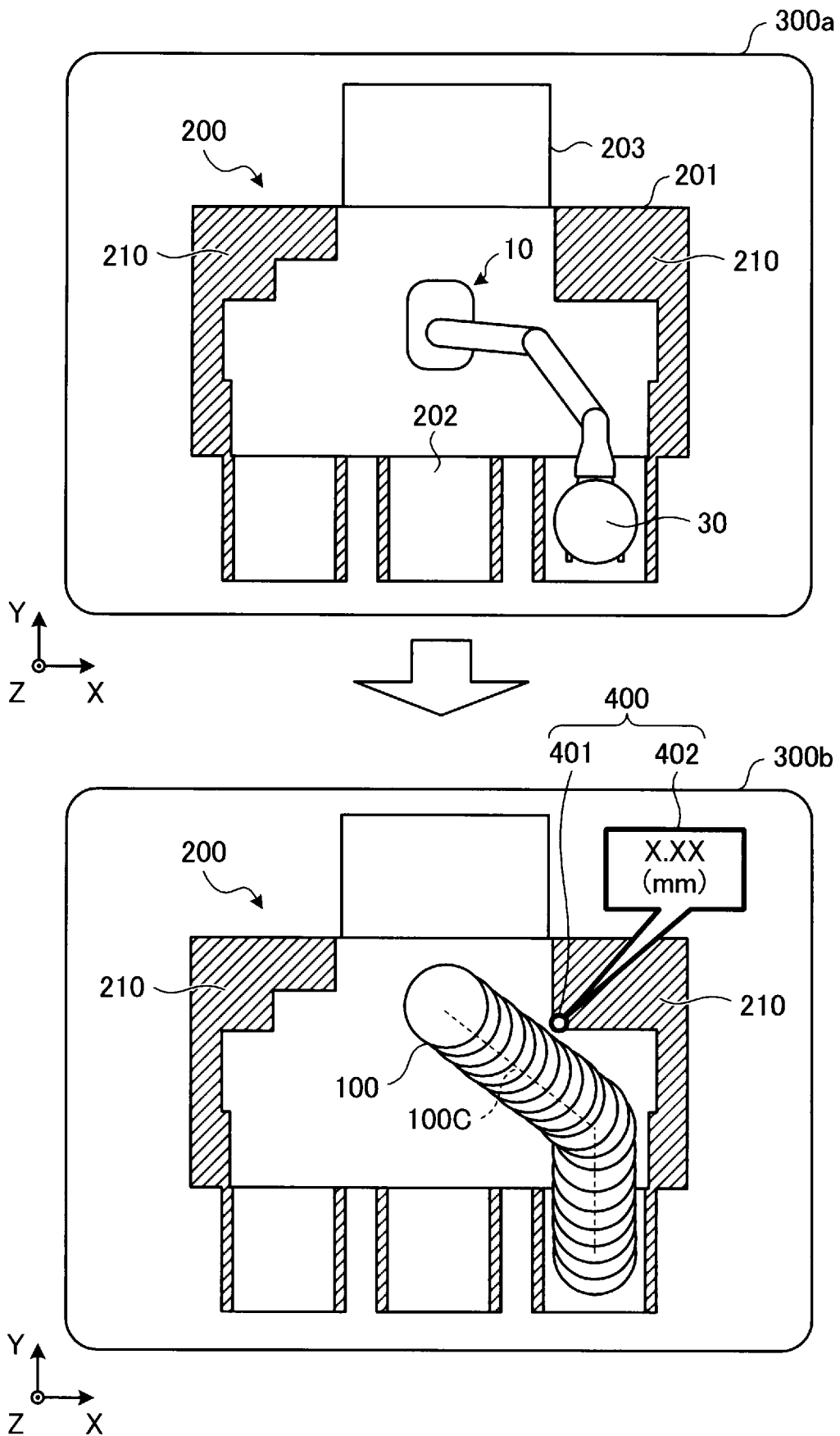
前記軌跡と前記障害物との距離を算出する算出部と、

前記距離が所定の閾値よりも小さい場合に、前記軌跡が前記障害物に接近したと判定する判定部と、

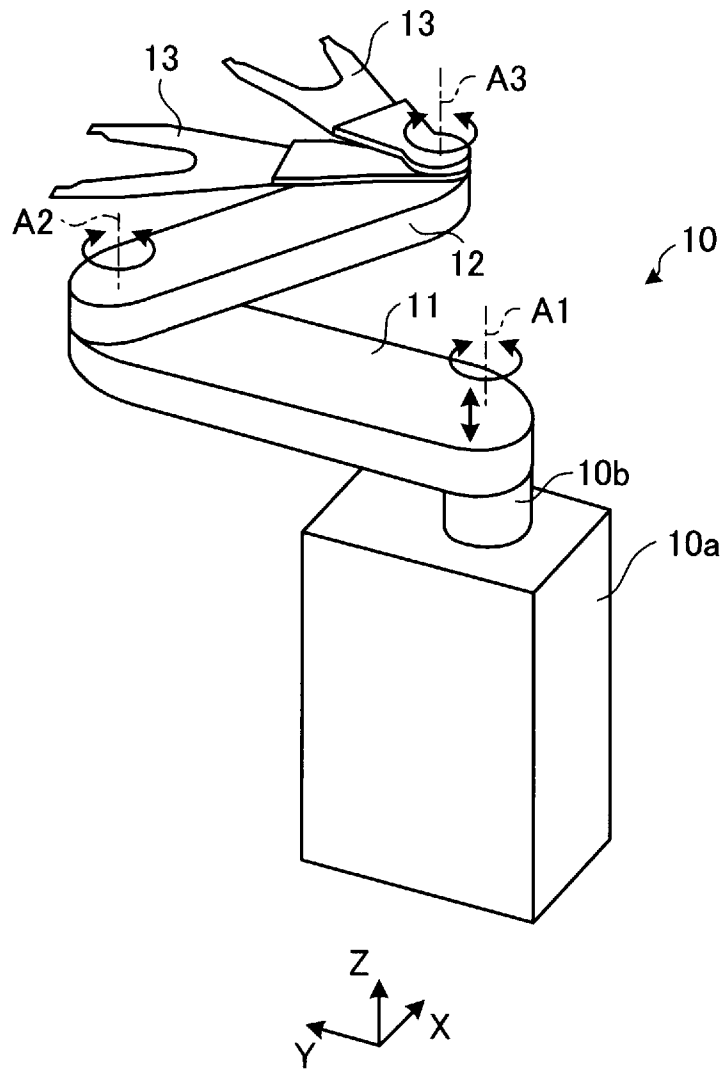
前記判定部によって前記軌跡が前記障害物に接近したと判定された場合に、前記算出部が算出した前記距離を含んだ報知画像を前記合成画像に合成するように前記合成部に指示する指示部と

を備えるロボットシミュレーション装置が生成する教示データに基づいて動作することを特徴とするロボット。

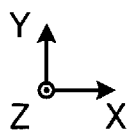
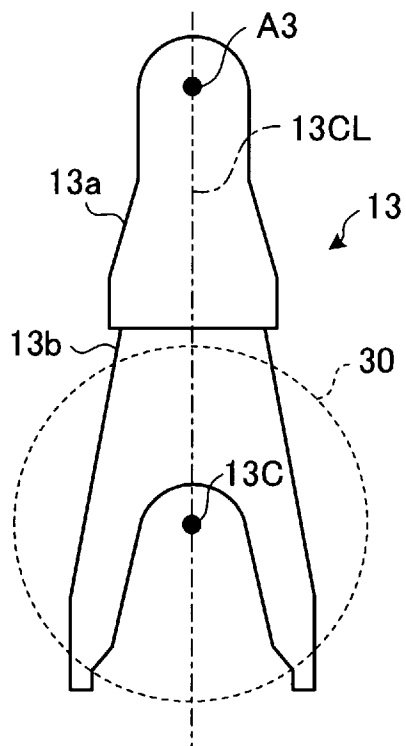
[図1]



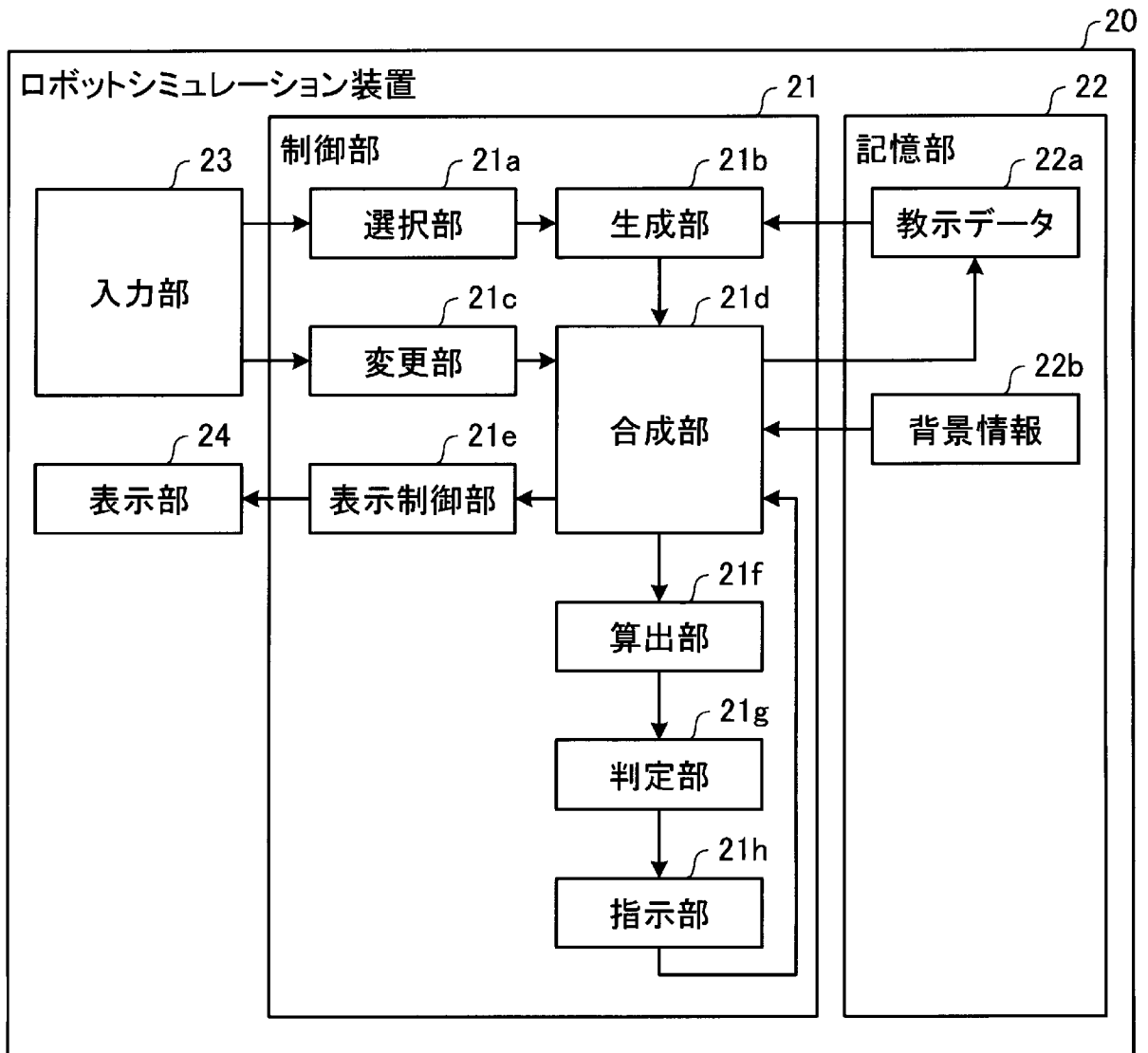
[図2]



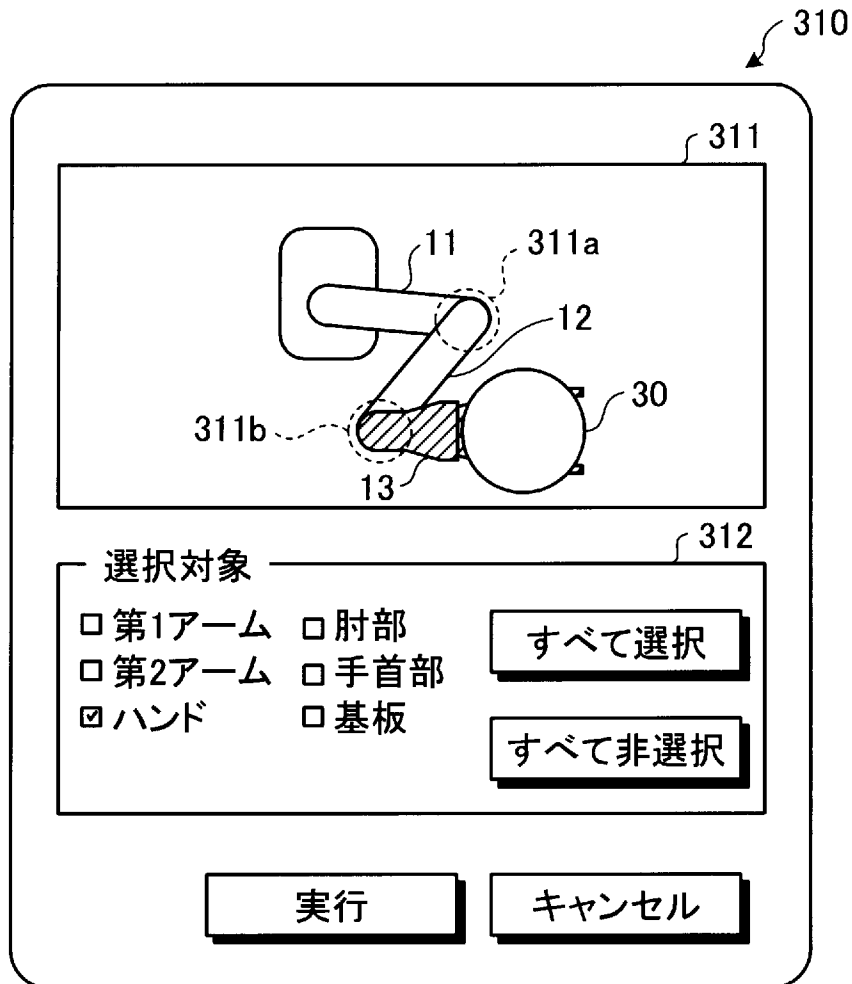
[図3]



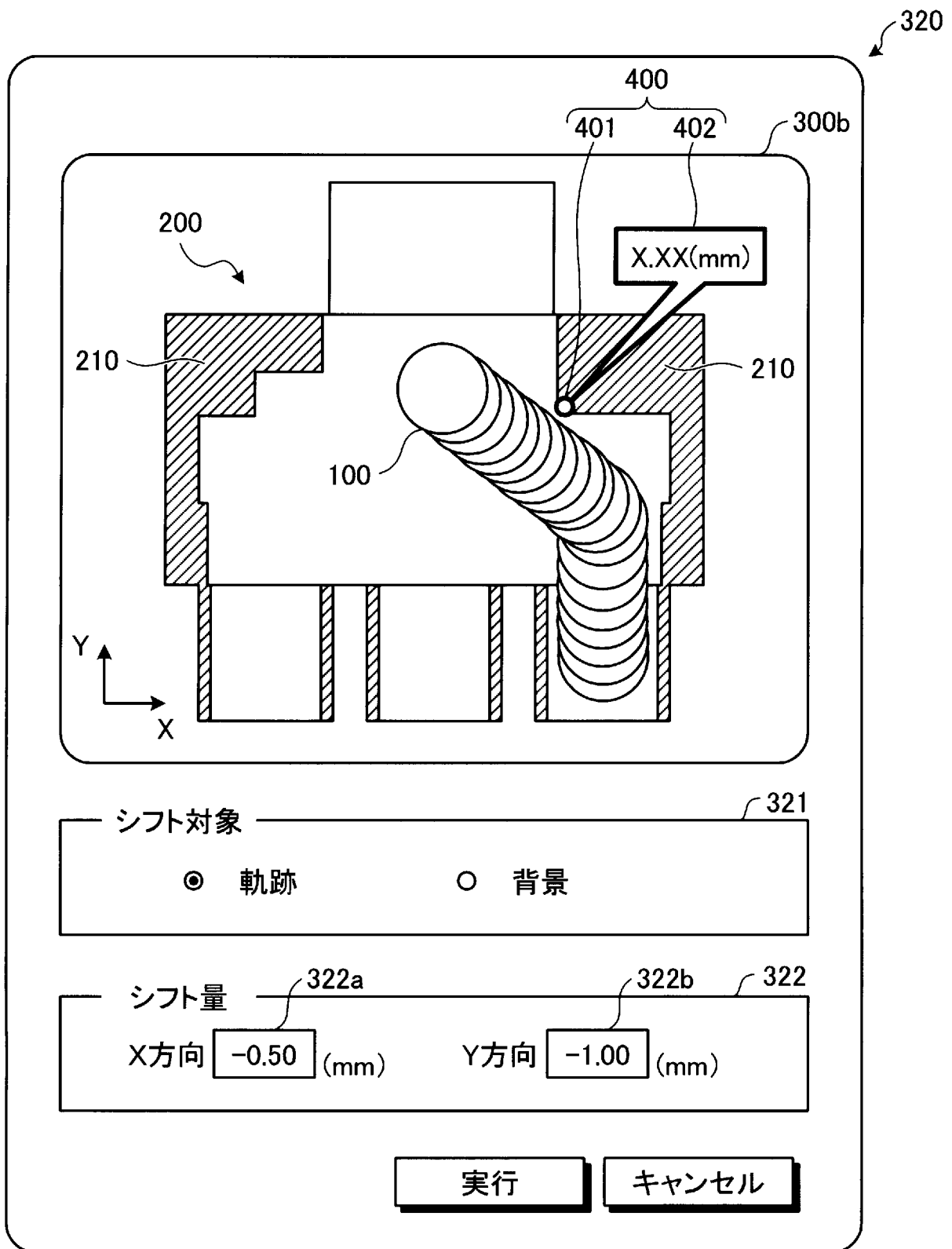
[図4]



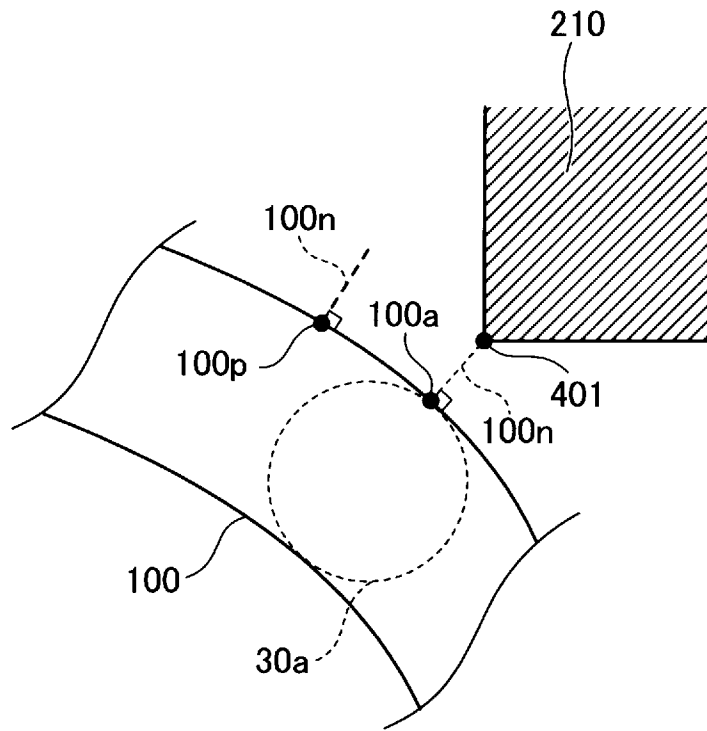
[図5]



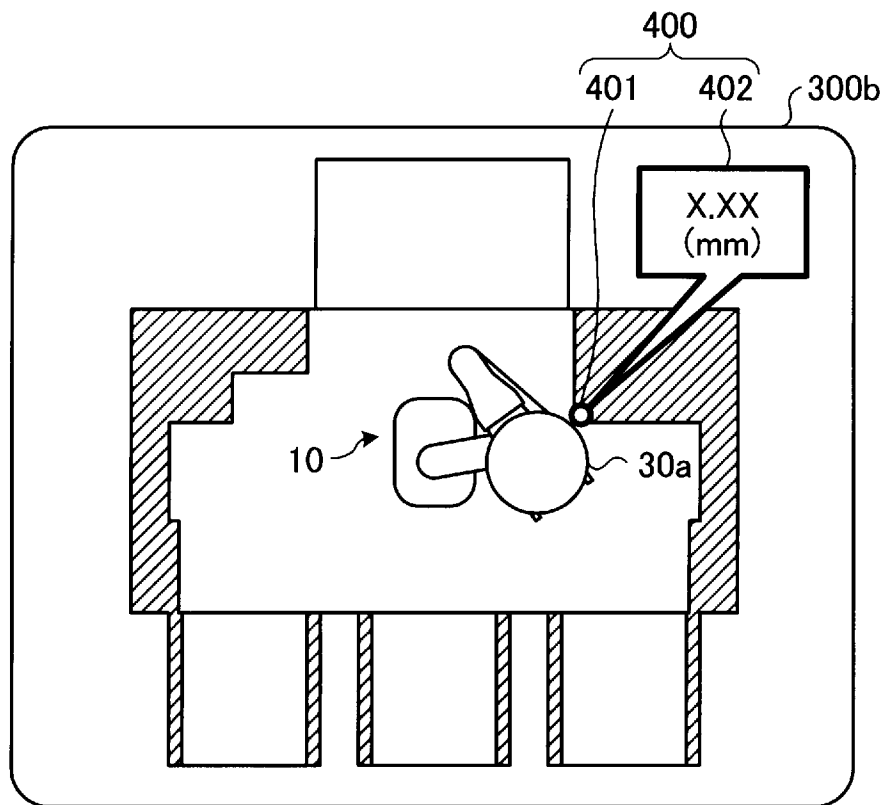
[図6]



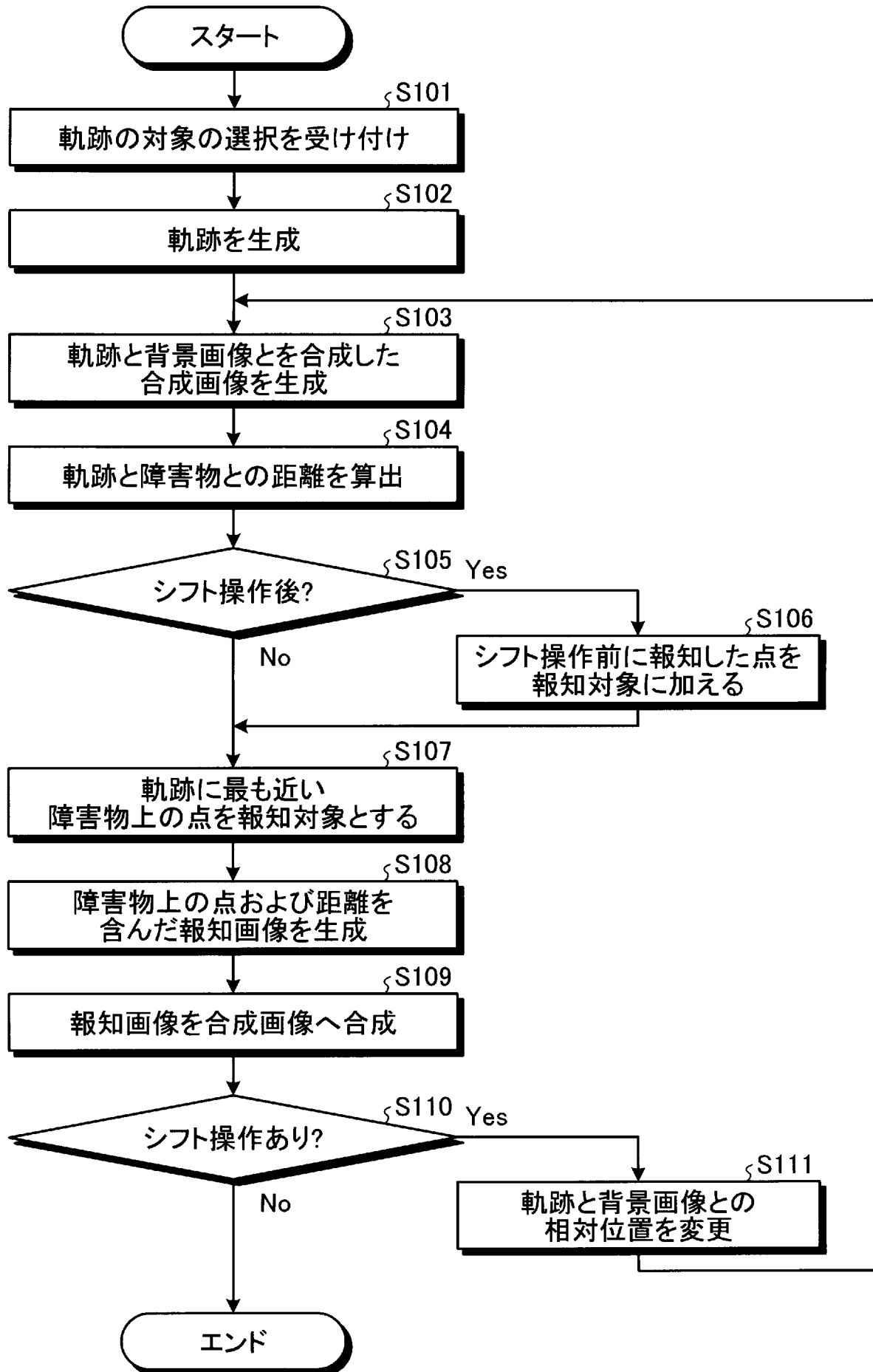
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/085080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B25J9/22(2006.01)i, B25J19/06(2006.01)i, H01L21/677(2006.01)i

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, B25J19/06, H01L21/677

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	JP 2011-161549 A (Denso Wave Inc.), 25 August 2011 (25.08.2011), paragraphs [0025] to [0065]; fig. 1 to 26 (Family: none)	1-11
Y	JP 2015-93345 A (Yaskawa Electric Corp.), 18 May 2015 (18.05.2015), paragraphs [0009] to [0097]; fig. 1 to 9 & US 2015/0130794 A1 paragraphs [0020] to [0108]; fig. 1 to 10 & CN 104626153 A & KR 2015-0054676 A	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 05 February 2016 (05.02.16)	Date of mailing of the international search report 16 February 2016 (16.02.16)
--	---

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

International application No.

PCT/JP2015/085080

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-155328 A (Sony Corp.), 15 July 2010 (15.07.2010), paragraph [0136]; fig. 10 & US 2010/0168950 A1 paragraph [0155]; fig. 10 & CN 101770235 A	2-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. B25J9/22(2006.01)i, B25J19/06(2006.01)i, H01L21/677(2006.01)i

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））
 Int.Cl. B25J9/22, B25J19/06, H01L21/677

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 1971-2016年
 日本国実用新案登録公報 1996-2016年
 日本国登録実用新案公報 1994-2016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
Y	JP 2011-161549 A（株式会社デンソーウェーブ）2011.08.25, 段落 [0025]-[0065], 図 1-26（ファミリーなし）	1-11
Y	JP 2015-93345 A（株式会社安川電機）2015.05.18, 段落 [0009]-[0097], 図 1-9 & US 2015/0130794 A1, 段落[0020]-[0108], 図 1-10 & CN 104626153 A & KR 2015-0054676 A	1-11
Y	JP 2010-155328 A（ソニー株式会社）2010.07.15, 段落[0136], 図 10 & US 2010/0168950 A1, 段落[0155], 図 10 & CN 101770235 A	2-8

☐ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 05.02.2016	国際調査報告の発送日 16.02.2016
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 木原 裕二 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3U	4650
--	---	----	------