

(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12月26日(26.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/261874 A1

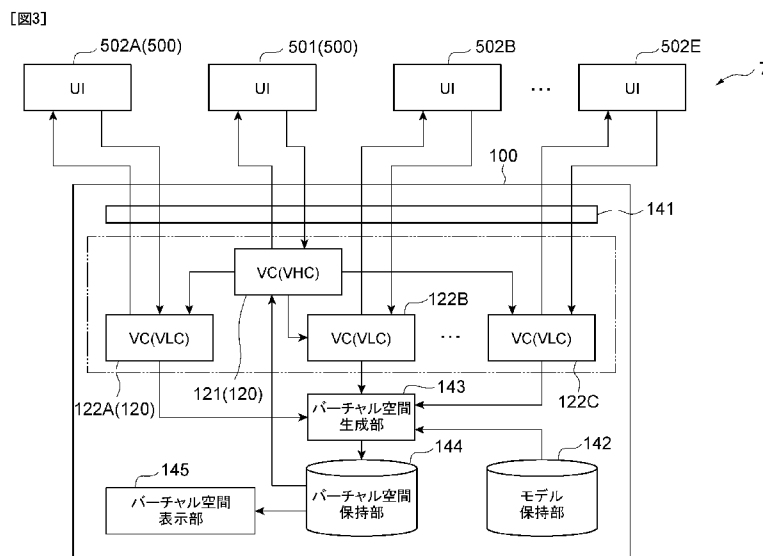
- (51) 国際特許分類:
G05B 19/418 (2006.01) B25J 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/022792
- (22) 国際出願日: 2023年6月20日(20.06.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社安川電機
(KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者: 山下 剛 (YAMASHITA Takeshi); 〒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).

橋口 幸男(HASHIGUCHI Yukio); 〒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). 神谷 陽介(KAMIYA Yosuke); 〒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). 大江 裕樹(OE Yuki); 〒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). 斧山 佳史(ONoyAMA Yoshifumi); 〒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: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A

(54) Title: SIMULATION SYSTEM AND SIMULATION METHOD

(54) 発明の名称: シミュレーションシステム及びシミュレーション方法



- 142 Model holding unit
- 143 Virtual space generation unit
- 144 Virtual space holding unit
- 145 Virtual space display unit

(57) Abstract: A simulation system 7 simulates a cell 2 that has a plurality of types of machines 5 and a plurality types of controllers 300 which cause the plurality of types of machines 5 to cooperate with each other, and comprises: a simulation environment 101 for causing a plurality of types of virtual controllers 120 respectively corresponding to the plurality of types of controllers 300 to simulate the cooperation; and a plurality of types of user interfaces 500 that are capable of respectively accessing the plurality of types of virtual controllers 120 in the simulation environment 101, that differ from



WO 2024/261874 A1

(明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 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, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

each other depending on the types of the corresponding virtual controllers 120, and that are specialized for engineering of the respective corresponding virtual controllers 120.

(57) 要約: シミュレーションシステム7は、複数種類のマシン5と、複数種類のマシン5を互いに協働させる複数種類のコントローラ300と、を有するセル2をシミュレーションするシステムであって、複数種類のコントローラ300にそれぞれ対応する複数種類のバーチャルコントローラ120に協働をシミュレーションさせるシミュレーション環境101と、シミュレーション環境101の複数種類のバーチャルコントローラ120にそれぞれアクセス可能であり、対応するバーチャルコントローラ120の種類によって互いに異なり、それぞれが対応するバーチャルコントローラ120のエンジニアリングに特化した複数種類のユーザインタフェース500と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

シミュレーションシステム及びシミュレーション方法

技術分野

[0001] 本開示は、シミュレーションシステム及びシミュレーション方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、第1マシンに対する第1コントローラによる制御をシミュレーションする第1シミュレータと、第2マシンに対する第2コントローラによる制御をシミュレーションする第2シミュレータと、第1コントローラによる制御の進行と、第2コントローラによる制御の進行との関係に対応するように、第1シミュレータによるシミュレーションの進行と、第2シミュレータによるシミュレーションの進行とをコントロールするシミュレーションマネージャと、を備える、シミュレーション装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2021/261018号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示は、セルに対するエンジニアリング効率を向上させるのに有効なシステムを提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の一側面に係るシミュレーションシステムは、複数種類のマシンと、複数種類のマシンを互いに協働させる複数種類のコントローラと、を有するセルをシミュレーションするシステムであって、複数種類のコントローラにそれぞれ対応する複数種類のバーチャルコントローラに協働をシミュレ

ションさせるシミュレーション環境と、シミュレーション環境の複数種類のバーチャルコントローラにそれぞれアクセス可能であり、対応するバーチャルコントローラの種類によって互いに異なり、それぞれが対応するバーチャルコントローラのエンジニアリングに特化した複数種類のユーザインタフェースと、を備える。

[0006] 本開示の他の側面に係るシミュレーションシステムは、複数種類のマシンと、複数種類のマシンを互いに協働させる複数種類のコントローラと、を有するセルをシミュレーションするシステムであって、複数種類のコントローラにそれぞれアクセス可能であり、対応するコントローラの種類によって互いに異なり、それぞれが対応するコントローラのエンジニアリングに特化した複数種類のユーザインタフェースと、複数種類のコントローラによる複数種類のマシンの制御結果に基づいて、複数種類のマシンにバーチャル空間で協働を更に実行させるバーチャル空間生成部と、制御結果に基づいて複数種類のマシンが協働を実行しているバーチャル空間を、対応するコントローラにアクセスしている少なくとも1のユーザインタフェースに表示させるバーチャル空間表示部と、を備える。

[0007] 本開示の更に他の側面に係るシミュレーション方法は、複数種類のマシンと、複数種類のマシンを互いに協働させる複数種類のコントローラと、を有するセルをシミュレーションする方法であって、複数種類のコントローラにそれぞれ対応する複数種類のバーチャルコントローラを含むシミュレーション環境において、対応するバーチャルコントローラの種類によって互いに異なり、それぞれが対応するバーチャルコントローラのエンジニアリングに特化した複数種類のユーザインタフェースを複数種類のバーチャルコントローラにそれぞれアクセスさせることと、複数種類のユーザインタフェースへの入力に基づいて複数種類のバーチャルコントローラをそれぞれ更新することと、シミュレーション環境において、更新済みの複数種類のバーチャルコントローラに協働をシミュレーションさせることと、を含む。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、セルに対するエンジニアリング効率を向上させるのに有効なシステムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]生産システムの構成を例示する模式図である。

[図2]ロボットの構成を例示する模式図である。

[図3]シミュレーションシステムの機能的な構成を例示するブロック図である。

。

[図4]シミュレーションシステムの変形例を示すブロック図である。

[図5]シミュレーションシステムの更なる変形例を示すブロック図である。

[図6]シミュレーションシステムの更なる変形例を示すブロック図である。

[図7]シミュレーションシステムの更なる変形例を示すブロック図である。

[図8]シミュレーションシステムの更なる変形例を示すブロック図である。

[図9]シミュレーションシステムの更なる変形例を示すブロック図である。

[図10]シミュレーションシステムの更なる変形例を示すブロック図である。

[図11]シミュレーションシステムのハードウェア構成を例示するブロック図である。

[図12]ペアリング手順を例示するフローチャートである。

[図13]ペアリング手順の変形例を示すフローチャートである。

[図14]設定更新手順を例示するフローチャートである。

[図15]設定更新手順の変形例を示すフローチャートである。

[図16]メッセージ更新手順を例示するフローチャートである。

[図17]ホストシミュレーション手順を例示するフローチャートである。

[図18]ローカルシミュレーション手順を例示するフローチャートである。

[図19]バーチャル空間表示手順を例示するフローチャートである。

[図20]エクスポート手順を例示するフローチャートである。

[図21]ホスト制御手順を例示するフローチャートである。

[図22]ローカル制御手順を例示する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、実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0011]

〔生産システム〕図1に示す生産システム1は、現実空間において生産物を生産するシステムである。生産物は、1以上の部品に対する機械的な加工、組み立てにより生産される有体物であればいかなるものであってもよい。現実空間は、有体物が実際に存在する空間である。

[0012] 生産システム1は、セル2と、制御システム3とを含む。セル2は、ワークWに対し処理工程を現実空間で実行して生産物を生産する。ワークWは、生産物の少なくとも一部を構成するためにセル2が扱う有体物である。例えばワークWは生産物に組付けられる部品であってもよく、部品の組付け等によって構成される中間生成物であってもよく、最終的に完成した生産物自体であってもよい。

[0013] ワークWに対する処理工程は、複数のタスクを含む。タスクは、所定の作業目的のために、予め順序が定められた一まとまりの動作である。複数のタスクの少なくともいずれかは、相異なる2種以上の処理工程で共用可能である。処理工程の内容によって、複数のタスクの実行順序は変更可であるが、1のタスク内における動作の順序は変更不可である。複数のタスクの例としては、ベース部品を作業エリアに搬入すること、部品をベース部品に組み付けること、締結又は溶接等により部品をベース部品に固定すること、ベース部品に1以上の部品を組み付けて完成した生産物を作業エリアから搬出すること、等が挙げられる。

[0014] 例えばセル2は、複数のマシン5を含む。複数のマシン5は、互いに種類が異なる2以上のマシン5を含む。種類が異なるとは、例えば構造の違いなどに起因して、制御プログラムを作成するためのプラットフォームが互いに異なることを意味する。例えば複数のマシン5は、ロボットと、ロボットとは種類が異なるマシンとを含んでいてもよい。ロボットとは種類が異なるマ

シンの例としては、ワークWを搬送する搬送装置、ロボットによる作業対象のワークWの位置・姿勢を調節する装置、ワークWに対する加工を行う工作機械等が挙げられるが、例示したものに限られない。ワークWに対するタスクを実行可能であれば、いかなる構造を有していても複数のマシン5に含まれる。

[0015] 複数のタスクは、直列的に順次実行すべき2以上のタスクを含んでいてもよく、複数のマシン5によって同時進行で実行可能な2以上のタスクを含んでいてもよい。ロボットにより実行されるタスクの例としては、ワークWの搬送、ワークWの組付け、ワークWの固定（例えば締結・溶接）、工作機械等の周辺マシンに対するワークWの搬入・搬出等が挙げられる。工作機械により実行されるタスクの例としては、扉の開閉、搬入されたワークWのチャック、ワークWの回転・移動、工具交換、ワークWに対する工具の配置・移動、加工後のチャックの解除等が挙げられる。

[0016] 図1に示す複数のマシン5は、互いに種類が異なる2以上のマシン5として、搬送装置5Aと、ロボット5B、5Cと、ロボット5Dと、工作機械5Eとを含んでいるが、これに限られない。少なくとも、互いに種類が異なる2以上のマシン5を含んでいる限り、マシン5の数及び種類はいかようにも変更可能である。

[0017] 搬送装置5Aは、例えば電動モータ等により駆動され、ワークWを搬送する。搬送装置5Aの例としては、ベルトコンベヤ、ローラコンベヤ、カールセル等が挙げられる。

[0018] ロボット5B、5Cは、垂直多関節ロボットであり、図2に示すように、多関節アーム10と、エンドエフェクタ50とを有する。エンドエフェクタ50は、ワークWに対し作用する。エンドエフェクタ50の例としては、ワークW等を把持するハンド、ワークWを吸着する吸着ノズル、ワークWに対し溶接を行う溶接トーチ又はワークWに対しねじ締めを行うねじ締めツール等が挙げられる。

[0019] 多関節アーム10は、エンドエフェクタ50に接続され、多関節の動作に

よってエンドエフェクタ50の位置及び姿勢を変更する。例えば多関節アーム10は、基部11と、旋回部12と、第1アーム13と、第2アーム14と、揺動部15と、第3アーム17と、先端部18と、アクチュエータ41, 42, 43, 44, 45, 46とを有する。基部11は、搬送装置5Aの周囲に設置されている。旋回部12は、鉛直な軸線21まわりに回転するように基部11上に設けられている。第1アーム13は、軸線21に交差（例えば直交）する軸線22まわりに揺動するように旋回部12に接続されている。交差は、所謂立体交差のようにねじれの関係にある場合も含む。第2アーム14は、軸線22に実質的に平行な軸線23まわりに揺動するように第1アーム13の先端部に接続されている。第2アーム14は、揺動部15と旋回部16とを含む。揺動部15は、第1アーム13の先端部に接続され、軸線23に交差（例えば直交）する軸線24に沿って延びている。旋回部16は、軸線24まわりに回転するように揺動部15の先端部に接続され、軸線24に沿って更に延びている。第3アーム17は、軸線24に交差（例えば直交）する軸線25まわりに揺動するように旋回部16の先端部に接続されている。先端部18は、軸線25に交差（例えば直交）する軸線26まわりに回転するように第3アーム17の先端部に接続されている。先端部18には、例えばハンド、吸着ノズル、溶接トーチ等の作業ツールが取り付けられる。

[0020] このように、多関節アーム10は、基部11と旋回部12とを接続する関節31と、旋回部12と第1アーム13とを接続する関節32と、第1アーム13と第2アーム14とを接続する関節33と、第2アーム14において揺動部15と旋回部16とを接続する関節34と、旋回部16と第3アーム17とを接続する関節35と、第3アーム17と先端部18とを接続する関節36とを有する。

[0021] アクチュエータ41, 42, 43, 44, 45, 46は、例えば電動モータ及び減速機を含み、関節31, 32, 33, 34, 35, 36をそれぞれ駆動する。例えばアクチュエータ41は、軸線21まわりに旋回部12を旋

回させ、アクチュエータ42は、軸線22まわりに第1アーム13を揺動させ、アクチュエータ43は、軸線23まわりに第2アーム14を揺動させ、アクチュエータ44は、軸線24まわりに旋回部16を旋回させ、アクチュエータ45は、軸線25まわりに第3アーム17を揺動させ、アクチュエータ46は、軸線26まわりに先端部18を旋回させる。

[0022] なお、多関節アーム10の構成は適宜変更可能である。例えば多関節アーム10は、上述した6軸の構成に更に1軸の関節を追加した7軸の冗長型ロボットであってもよく、所謂スカラー型の多関節ロボットであってもよい。

[0023] 図1に戻り、ロボット5Dは、自律走行可能なロボットである。例えばロボット5Dは、ロボット5B、5Cと同様のロボットにおいて、多関節アーム10の基部11が自走可能となったものである。自走可能な基部11の例としては、電動式の無人搬送車（AGV: Automated Guided Vehicle）が挙げられる。

[0024] 工作機械5Eは、ロボット5B、5Cにより搬入・搬出されるワークWに対する切削加工等を行う。工作機械5Eの例としては、NC旋盤、NCフライス盤、又はマシニングセンタ等が挙げられる。セル2は、ロボット5B、5C、5Dのいずれかと可動範囲が重複する周辺装置を更に含んでもよい。例えばロボット5C（周辺装置）の可動範囲がロボット5Bと重複していてもよい。

[0025] 生産システム1は、1以上の環境センサ6を更に備えていてもよい。環境センサ6の例としては、ワークWが配置され得る位置に設けられた在荷センサ、又はワークWが配置され得る位置を撮影するカメラ等が挙げられる。環境センサ6は、例えばカメラ又は光学式の三次元形状センサであり、複数のマシン5の及び複数のマシン5の周辺物体を含む環境の少なくとも一部の状態情報を取得する。環境センサ6は、ワークWが配置され得る位置にワークWがあるか否かを検出する在荷センサであってもよい。

[0026] 制御システム3は、例えば製造実行システム（MES: Manufacturing Execution System）により生成された生産計画に

対応する生産を実行するように複数のマシン5を制御する。例えば制御システム3は、複数のコントローラ300と、データ収集装置200と、シミュレーション装置100とを備える。

[0027] 複数のコントローラ300は、複数のマシン5を互いに協働させる。複数のマシン5を互いに協働させるために、複数のコントローラ300のそれぞれは、予め定められた制御プログラムに基づいてそれぞれの処理を実行する。

[0028] 例えば複数のコントローラ300は、複数のマシン5をそれぞれ制御するローカルコントローラ302と、ホストコントローラ301とを含む。複数のローカルコントローラ302のそれぞれは、予め定められたローカル制御プログラムに基づいて、対応するマシン5を制御する。

[0029] ホストコントローラ301は、複数のローカルコントローラ302と同期通信を行う。同期通信とは、一定の通信周期の同期フレームに同期して、1周期ごとに、複数のローカルコントローラ302との通信を行うことを意味する。ホストコントローラ301は、同期通信により取得した複数のローカルコントローラ302からの情報を集約して環境情報を更新し、予め定められたホスト制御プログラムと、環境情報とに基づいて複数のローカルコントローラ302のそれぞれに対してタスクを順次割り当てる。ホストコントローラ301は、環境センサ6による検出結果に更に基づいて環境情報を更新してもよい。

[0030] 複数のローカルコントローラ302のそれぞれの上記ローカル制御プログラムは、ホストコントローラ301により割り当てられ得る1以上のタスクをマシン5に実行させるための1以上のタスクプログラムを含む。複数のローカルコントローラ302のそれぞれは、ホストコントローラ301により割り当てられたタスクに対応するタスクプログラムを実行することで、割り当てられたタスクに対応するマシン5に実行させる。

[0031] ホストコントローラ301が複数のローカルコントローラ302のそれぞれに対してタスクを割り当てる代わりに、複数のローカルコントローラ30

2のそれぞれが、1以上のタスクプログラムの実行条件と環境情報との比較に基づいて、1以上のタスクプログラムのいずれかを選択して実行してもよい。

[0032] 複数のコントローラ300は、互いに種類が異なる2以上のコントローラ300を含んでいてもよい。種類が異なることは、制御プログラムを作成するためのプラットフォームが互いに異なることを含む。例えば、ホストコントローラ301と、ローカルコントローラ302とは互いに種類が異なってもよい。例えば、ローカル制御プログラムを作成するためのプラットフォームと、ホスト制御プログラムを作成するためのプラットフォームとが互いに異なってもよい。

[0033] 複数のローカルコントローラ302は、互いに種類が異なる2以上のローカルコントローラ302を含んでいてもよい。例えば、図1における複数のローカルコントローラ302は、搬送装置5Aを制御するローカルコントローラ302Aと、ロボット5B, 5C, 5Dを制御するローカルコントローラ302B, 302C, 302Dと、工作機械5Eを制御するローカルコントローラ302Eとを含む。ローカルコントローラ302Aのローカル制御プログラムを作成するためのプラットフォームと、ローカルコントローラ302B, 302C, 302Dのローカル制御プログラムを作成するためのプラットフォームと、ローカルコントローラ302Eのローカル制御プログラムを作成するためのプラットフォームとは互いに異なっている。ロボット5B, 5Cを制御するローカルコントローラ302B, 302Cと、自律走行可能なロボット5Dを制御するローカルコントローラ302Dとで、ローカル制御プログラムを作成するためのプラットフォームが互いに異なってもよい。

[0034] 一例として、ローカルコントローラ302B, 302Cのローカル制御プログラムを作成するためのプラットフォームとしては、ロボットプログラミング言語によるプラットフォームが挙げられる。ホストコントローラ301のホスト制御プログラムを作成するためのプラットフォームとしては、ラダ

一言語によるプラットフォームが挙げられる。

[0035] データ収集装置200は、例えばホストコントローラ301とネットワーク通信を行い、ホストコントローラ301により更新される環境情報を時系列でデータベースに蓄積する。シミュレーション装置100は、セル2をシミュレーションする。セル2をシミュレーションするとは、セル2を現実空間で動作させる代わりにセル2をバーチャル空間で動作させることを意味する。

[0036] [シミュレーションシステム]

以上に説明した生産システム1において、所望の処理工程をセル2に実行させるためには、複数のコントローラ300に対するエンジニアリングが必要である。エンジニアリングとは、制御パラメータの設定、制御プログラムの作成・編集等を含む。複数のコントローラ300に対するエンジニアリングは、複数のコントローラ300にそれぞれアクセス可能であり、対応するコントローラ300の種類によって互いに異なり、それぞれが対応するコントローラ300のエンジニアリングに特化した複数種類のユーザインタフェースにより行われる。このため、保有するスキル（例えばプログラミングスキルを保有するプラットフォーム）が互いに異なる複数のユーザの協働によってエンジニアリングを行うことができる。

[0037] しかしながら、個々のユーザによるエンジニアリング結果によって、セル2に所望の処理工程を実行させるに至るまでには、個々のマシン5の動作検証から、セル2全体の動作検証に至るまでの各段階において、多くのトライアンドエラーが必要である。このようなトライアンドエラーを実機で行うには多大な労力が必要とされる。

[0038] そこで、シミュレーション装置100は、セル2のシミュレーションを利用して、複数のコントローラ300に対するエンジニアリングをバーチャル空間で実行し得るように構成されている。バーチャル空間でエンジニアリングを行う場合、エンジニアリング用の1以上のユーザインタフェースがシミュレーション装置100に接続される。以下、エンジニアリング用の1以上

のユーザインタフェースと、シミュレーション装置100とを含むシミュレーションシステムについて説明する。

[0039] 図3に示すように、シミュレーションシステム7は、シミュレーション装置100と、複数のユーザインタフェース500とを備える。シミュレーション装置100は、シミュレーション環境101を有する。シミュレーション環境101は、複数のコントローラ300にそれぞれ対応する複数のバーチャルコントローラ120を含み、複数のマシン5による上記協働を複数のバーチャルコントローラ120にシミュレーションさせる。例えば複数のバーチャルコントローラ120が実行するシミュレーションは、複数のコントローラ300が現実空間で発生させる現象を演算により推定することを含む。複数のコントローラ300が発生させる現象は、上記アクチュエータ41, 42, 43, 44, 45, 46等のアクチュエータを動作させること、及び複数のコントローラ300の相互間で情報通信を行うこと等を含む。

[0040] 複数のコントローラ300が、互いに種類が異なる2以上のコントローラ300を含むのに対応して、複数のバーチャルコントローラ120も、互いに種類が異なる2以上のバーチャルコントローラ120を含む。例えば複数のバーチャルコントローラ120は、ホストコントローラ301に対応するバーチャルホストコントローラ121と、複数のローカルコントローラ302にそれぞれ対応する複数のバーチャルローカルコントローラ122とを含む。例えば複数のバーチャルローカルコントローラ122は、複数のローカルコントローラ302A~302Eにそれぞれ対応する複数のバーチャルローカルコントローラ122A~122Eを含む。複数のローカルコントローラ302が、互いに種類が異なる2以上のローカルコントローラ302を含む場合、複数のバーチャルローカルコントローラ122も、互いに種類が異なる2以上のバーチャルローカルコントローラ122を含む。複数のユーザインタフェース500は、シミュレーション環境101の複数のバーチャルコントローラ120にそれぞれアクセス可能である。複数のユーザインタフェース500は、それぞれが対応するバーチャルコントローラ120のエン

エンジニアリングに特化している。互いに種類が異なる2以上のバーチャルコントローラ120にそれぞれ対応する2以上のユーザインタフェース500は、対応するバーチャルコントローラ120の種類によって互いに異なる。

[0041] 例えば複数のユーザインタフェース500は、バーチャルホストコントローラ121のエンジニアリングに特化したユーザインタフェース501と、複数のバーチャルローカルコントローラ122のエンジニアリングにそれぞれ特化した複数のユーザインタフェース502とを含む。例えば複数のユーザインタフェース502は、バーチャルローカルコントローラ122A~122Eのエンジニアリングにそれぞれ特化したユーザインタフェース502A~502Eを含む。

[0042] シミュレーションシステム7によれば、複数のコントローラ300に対するエンジニアリングと同様に、複数のバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリングを、対応するバーチャルコントローラ120のエンジニアリングに特化したユーザインタフェース500によって個別に行うことができる。このため、保有するスキルが互いに異なる複数のユーザの協働によるエンジニアリングを、セル2のハードウェアの構築から切り離してシミュレーション環境で遂行することができる。しかも、シミュレーション環境においては、エンジニアリングの完成度が低い段階からトライアンドエラーを短いサイクルで繰り返すことができる。従って、セル2に対するエンジニアリング効率が向する。

[0043] 対応するバーチャルコントローラ120のエンジニアリングに特化していることは、対応するバーチャルコントローラ120とは種類が異なるバーチャルコントローラ120のエンジニアリングには利用できないことを含む。複数のユーザインタフェース500のそれぞれは、例えば端末装置等のハードウェアにおいて、ユーザインタフェースプログラムを実行することによって構成される。端末装置は、ラップトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、又はスマートフォン等の汎用の装置であってもよく、エンジニアリングに特化した端末装置（例えばロボットコントローラ用のプログラミング

ペンダント)であってもよい。

[0044] 2以上のユーザインタフェース500が互いに異なることは、例えば受付可能なユーザ入力が入互いに異なること、受付可能なユーザ入力の違いに応じて表示が異なること等を含む。互いに異なる2以上のユーザインタフェースプログラムによって、共通の端末装置を互いに異なる2以上のユーザインタフェース500として用いることも可能である。この場合、端末装置自体は、1種類のバーチャルコントローラ120のエンジニアリングに特化しているとはいえないが、端末装置が2以上のユーザインタフェースプログラムを実行することで構成される2以上のユーザインタフェース500のそれぞれは、1種類のバーチャルコントローラ120のエンジニアリングに特化する。

[0045] 複数のユーザインタフェース500が、複数のバーチャルコントローラ120にそれぞれアクセス可能であることは、少なくとも1のユーザインタフェース500が、互いに種類が異なる2以上のバーチャルコントローラ120にアクセス可能となっていることを含む。少なくとも1のユーザインタフェース500が、互いに種類が異なる2以上のバーチャルコントローラ120にアクセス可能である場合、ユーザインタフェース500の種類数と、バーチャルコントローラ120の種類数とは相違する。

[0046] 図4に示すように、複数のユーザインタフェース500は、複数のコントローラ300にもそれぞれアクセス可能であってもよい。例えば複数のユーザインタフェース500は、複数のコントローラ300に対するエンジニアリングと、複数のバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリングとに共用可能であってもよいが、必ずしも共用されなくてもよい。複数のコントローラ300に対するエンジニアリングのための複数のユーザインタフェース500と同じ複数のユーザインタフェース500が、複数のバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリングのために別途設けられてもよい。複数のユーザインタフェース500と複数のコントローラ300との間における通信インタフェースと、複数のユーザインタフェース500と複

数のバーチャルコントローラ120との間における通信インタフェースとが共通であってもよい。複数のユーザインタフェース500と複数のコントローラ300との間における通信プロトコルと、複数のユーザインタフェース500と複数のバーチャルコントローラ120との間における通信プロトコルとが共通であってもよい。

[0047] バーチャル環境におけるエンジニアリングと、リアル環境（現実空間）におけるエンジニアリングとでユーザインタフェースを共通化することで、バーチャル環境におけるエンジニアリング効率が更に向上する。例えば、バーチャル環境におけるエンジニアリング結果をリアル環境における更なるエンジニアリングによって更新する場合等に、共通のユーザインタフェースによってスムーズに作業を継続することができる。

[0048] 図3に戻り、シミュレーション装置100は、アクセス管理部141を更に有してもよい。アクセス管理部141は、複数のユーザインタフェース500を、互いに独立して複数のバーチャルコントローラ120にそれぞれアクセスさせる。例えばアクセス管理部141は、1のユーザインタフェース500がシミュレーション装置100に接続された場合に、当該1のユーザインタフェース500に対応するバーチャルコントローラ120を特定し、他のバーチャルコントローラ120にアクセスさせることなく対応するバーチャルコントローラ120にアクセスさせる。1のユーザインタフェース500を対応するバーチャルコントローラ120にアクセスさせることは、1のユーザインタフェース500と対応するバーチャルコントローラ120との間の通信を確立する（例えばペアリングする）ことを含む。

[0049] アクセス管理部141は、複数のバーチャルコントローラ120のそれぞれに固有の識別情報を割り当て、1のユーザインタフェース500が指定する識別情報に基づいて、1のユーザインタフェース500を対応するバーチャルコントローラ120にアクセスさせてもよい。アクセス管理部141は、識別情報として、複数のバーチャルコントローラ120のそれぞれに固有のIPアドレスを割り当ててもよく、共通のIPアドレスと固有のポート番

号との組み合わせを割り当ててもよい。1のユーザインタフェース500と対応するバーチャルコントローラ120とのアクセスは、他のユーザインタフェース500と他のバーチャルコントローラ120とのアクセスとは独立されるので、適切な通信相手と通信させることができる。セル2の全体をシミュレーションするシステムにおいても、複数のユーザインタフェース500のそれぞれが、他のバーチャルコントローラ120にアクセスすることなく対応するバーチャルコントローラ120にアクセスする。このため、各ユーザは、対応するバーチャルコントローラ120のエンジニアリングに集中することができる。また、各バーチャルコントローラ120へのアクセスが、対応するユーザインタフェース500からのアクセスに限られるので、2以上のユーザインタフェース500からのエンジニアリングが1のバーチャルコントローラ120に対して重複することによる混乱が回避される。

[0050] シミュレーション装置100は、2以上のユーザインタフェース500を同時に接続可能な2以上の通信ポートを有してもよい。2以上の通信ポートに2以上のユーザインタフェース500が同時に接続されている場合に、アクセス管理部141は、2以上のユーザインタフェース500と、2以上のバーチャルコントローラとをそれぞれ結ぶ2以上の通信を並立させてもよい。

[0051] シミュレーション装置100は、モデル保持部142と、バーチャル空間生成部143と、バーチャル空間保持部144と、バーチャル空間表示部145とを更に有してもよい。モデル保持部142は、複数のマシン5のモデルと、複数のマシン5の周辺環境のモデルとを含むシステムモデルを保持（記憶）する。複数のマシン5のモデルのそれぞれは、対応するマシン5の現実空間における配置、構造、形状、大きさ等を表すデータである。複数のマシン5の周辺環境のモデルは、複数のマシン5の周辺環境を構成する周辺物体（例えばフレーム等の構造物及び1以上のワークW）の現実空間における配置、構造、形状、大きさ等を表すデータである。システムモデルにおける配置、構造、形状、大きさは、例えばポリゴンデータ又はボクセルデータ等

により表される。システムモデルが基準とする座標系は、複数のマシン5と、複数のマシン5の周辺環境とが仮想的に配置されるバーチャル空間に相当する。

[0052] バーチャル空間生成部143は、複数のバーチャルコントローラ120によるシミュレーション結果に基づいて、複数のマシン5にバーチャル空間で協働を実行させる。例えばバーチャル空間生成部143は、複数のバーチャルコントローラ120が実行するシミュレーションにより推定されたアクチュエータの動作と、モデル保持部142が保持するシステムモデルとに基づいて、協働を実行するように複数のマシン5のそれぞれをバーチャル空間で動作させる。例えばバーチャル空間生成部143は、アクチュエータ41, 42, 43, 44, 45, 46の動作角度と、ロボット5B, 5Cのモデルとに基づく順運動学演算によって、ロボット5B, 5Cのモデルをバーチャル空間において動作させる。

[0053] バーチャル空間保持部144は、バーチャル空間保持部144がバーチャル空間において複数のマシン5に実行させた協働を保持（記憶）する。例えばバーチャル空間保持部144は、協働の実行における、複数のマシン5のそれぞれの状態（例えば位置、姿勢等）の時間変化を保持する。

[0054] バーチャル空間表示部145は、複数のマシン5が協働を実行しているバーチャル空間を、複数のユーザインタフェース500の少なくともいずれかに表示させる。バーチャル空間での複数のマシン5の動きを、それぞれのユーザインタフェースで確認することができる。この際、エンジニアリングを行ったバーチャルコントローラ120に対応するマシン5だけでなく、他のマシン5の動作も確認が可能のため、エンジニアリング効率が向上する。

[0055] 例えば図5に示すように、複数のユーザインタフェース500のそれぞれは、エンジニアリングウィンドウ521と、シミュレーションウィンドウ522とを有する。エンジニアリングウィンドウ521は、上述したエンジニアリングにおけるユーザ入力を受け付ける1以上のオブジェクト（ボタン又は入力ボックス等）を含む。シミュレーションウィンドウ522は、バーチ

ャル空間を表示する。バーチャル空間表示部 145 は、複数のマシン 5 が協働を実行しているバーチャル空間を、複数のユーザインタフェース 500 のそれぞれのシミュレーションウィンドウ 522 に表示させてもよい。

[0056] バーチャル空間表示部 145 は、複数のユーザインタフェース 500 の少なくとも 2 以上（例えば互いに種類が異なる 2 以上）のそれぞれに、互いに独立した視点から、バーチャル空間を表示させてもよい。複数のユーザごとに視点をあわせることで、バーチャル環境におけるエンジニアリング効率が更に向上する。

[0057] 互いに独立した視点は、例えばユーザの入力によって互いに独立して設定された視点である。例えばシミュレーション装置 100 は、視点設定取得部 151 と、視点設定保持部 152 とを更に有してもよい。視点は、例えばバーチャル空間における位置と、当該位置からの方向とを含む。

[0058] 視点設定取得部 151 は、ユーザにより設定された視点をユーザインタフェース 500 ごとに取得し、視点設定保持部 152 に保持（記憶）させる。例えばシミュレーションウィンドウ 522 は、視点を指定するための入力オブジェクトを含む。視点設定取得部 151 は、複数のユーザインタフェース 500 のそれぞれのシミュレーションウィンドウ 522 に入力された視点と、ユーザインタフェース 500 の識別情報とを対応付けて視点設定保持部 152 に保持（記憶）させる。

[0059] バーチャル空間表示部 145 は、ユーザインタフェース 500 の識別情報に基づいて、複数のユーザインタフェース 500 のそれぞれの視点を視点設定保持部 152 から取得し、バーチャル空間保持部 144 が保持するバーチャル空間を、取得した視点からの二次元画像に変換してシミュレーションウィンドウ 522 に表示させる。

[0060] バーチャル空間生成部 143 は、複数のコントローラ 300 による複数のマシン 5 の制御結果に基づいて、複数のマシン 5 にバーチャル空間で協働を更に実行させてもよく、バーチャル空間表示部 145 は、複数のマシン 5 の制御結果に基づいて複数種類のマシン 5 が協働を実行しているバーチャル空

間を、対応するコントローラ300にアクセスしている少なくとも1のユーザインタフェース500に表示させてもよい。例えばバーチャル空間表示部145は、コントローラ300にアクセスしているユーザインタフェース500からリクエストを受けた場合に、データ収集装置200が蓄積する複数のマシン5の制御結果に基づいて、複数のマシン5にバーチャル空間で協働を実行させる。バーチャル空間表示部145は、上記リクエストへのレスポンス（複数のマシン5の制御結果に基づいて複数種類のマシン5が協働を実行しているバーチャル空間）を、データ収集装置200及びコントローラ300を介してユーザインタフェース500に送信する。

[0061] リアル空間における複数のマシン5の動作をバーチャル空間に再現することで、複数種類のマシン5の動作の詳細な検証を容易に行うことができる。例えば、リアル空間における複数のマシン5の動作を再現したバーチャル空間によれば、視点や再現対象時刻を自在に変更して、複数のマシン5の動作を容易に検証することができる。

[0062] 図6に示すように、シミュレーション装置100は、履歴保持部161を更に有してもよい。履歴保持部161は、複数のユーザインタフェース500のそれぞれによる、対応するバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリングの履歴を保持する。エンジニアリングの履歴の参照によって、セル全体のエンジニアリング状況を容易に把握させることができる。

[0063] 例えばシミュレーション装置100は、履歴表示部162を更に有してもよい。履歴表示部162は、履歴保持部161が記憶する履歴に基づいて、対応するバーチャルコントローラ120以外のバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリングの履歴を、複数種類のユーザインタフェース500のそれぞれに表示させる。各ユーザにセル全体のエンジニアリング状況を更に容易に把握させることができる。

[0064] エンジニアリングの履歴は、例えば制御パラメータ及び制御プログラム等の更新履歴を含む。履歴保持部161は、上記更新履歴として、更新内容と更新日時とを対応付けて保持してもよい。

[0065] 図7に示すように、シミュレーション装置100は、メッセージ171を更に有してもよい。メッセージ171は、1のユーザインタフェース500に入力されたメッセージを、他のユーザインタフェース500に表示させる。例えば複数のユーザインタフェース500のそれぞれは、メッセージの入力及び表示が可能なメッセージウィンドウ523を更に含む。メッセージ171は、複数のユーザインタフェース500のそれぞれのメッセージウィンドウ523に入力されたメッセージを時系列で蓄積し、蓄積したメッセージを例えばチャット形式でメッセージウィンドウ523に表示させる。各ユーザが、自身が行うべきエンジニアリングに集中することを可能にしつつ、ユーザ間のメッセージ交換を容易にすることで、複数のユーザの協働を促すことができるので、更にエンジニアリング効率が向上する。

[0066] 図8に示すように、シミュレーション装置100は、シミュレーション環境101を有することの一例として、コピー生成部181を有してもよい。コピー生成部181は、複数のユーザインタフェース500のいずれか1のユーザインタフェース500が対応するバーチャルコントローラ120のエンジニアリングを行う場合に、1のユーザインタフェース500に対応するコピーシミュレーション環境110をシミュレーション環境101として生成する。このように、シミュレーション環境101を有することは、シミュレーション環境101を常時有することに限られず、必要に応じコピーシミュレーション環境110を動的に生成するコピー生成部181を有することも含む。

[0067] コピーシミュレーション環境110は、複数のバーチャルコントローラ120を含む。シミュレーション装置100がコピー生成部181を有する場合、アクセス管理部141は、上記1のユーザインタフェース500をコピーシミュレーション環境110における対応するバーチャルコントローラ120にアクセスさせる。1のユーザが、エンジニアリングとセルのシミュレーションとを含むトライアンドエラーを、他のユーザから独立して実行することができる。従って、セル2を更に効率よく構築することができる。

[0068] コピー生成部 181 は、複数のユーザインタフェース 500 のうち少なくとも 2 以上のユーザインタフェース 500 のそれぞれが対応するバーチャルコントローラ 120 のエンジニアリングを行う場合に、2 以上のユーザインタフェース 500 にそれぞれ対応する 2 以上のコピーシミュレーション環境 110 をシミュレーション環境 101 として生成してもよい。アクセス管理部 141 は、2 以上のユーザインタフェース 500 のそれぞれを対応するコピーシミュレーション環境 110 における対応するバーチャルコントローラ 120 にアクセスさせてもよい。アクセス管理部 141 は、2 以上のユーザインタフェース 500 のそれぞれを、対応するコピーシミュレーション環境 110 以外のコピーシミュレーション環境 110 における対応するバーチャルコントローラ 120 にはアクセスさせない。2 以上のユーザが、エンジニアリングとセルのシミュレーションとを含むトライアンドエラーを互いに独立して実行することができる。従って、セル 2 を更に効率よく構築することができる。

[0069] 図 8 には、ユーザインタフェース 501 及びユーザインタフェース 502 A～502 E のそれぞれが対応するバーチャルコントローラ 120 のエンジニアリングを行う場合が例示されている。コピー生成部 181 は、ユーザインタフェース 501 及びユーザインタフェース 502 A～502 E にそれぞれ対応する複数のコピーシミュレーション環境 111～116 を生成する。アクセス管理部 141 は、ユーザインタフェース 501 をコピーシミュレーション環境 111 のバーチャルホストコントローラ 121 にアクセスさせ、ユーザインタフェース 502 A～502 E のバーチャルホストコントローラ 121 にはアクセスさせない。同様に、アクセス管理部 141 は、ユーザインタフェース 502 A をコピーシミュレーション環境 112 のバーチャルローカルコントローラ 122 A にアクセスさせ、ユーザインタフェース 502 B をコピーシミュレーション環境 113 のバーチャルローカルコントローラ 122 B にアクセスさせ、ユーザインタフェース 502 C をコピーシミュレーション環境 114 のバーチャルローカルコントローラ 122 C にアクセス

させ、ユーザインタフェース502Dをコピーシミュレーション環境115のバーチャルローカルコントローラ122Dにアクセスさせ、ユーザインタフェース502Eをコピーシミュレーション環境116のバーチャルローカルコントローラ122Eにアクセスさせる。

[0070] シミュレーション装置100は、マスタ保持部182と、マスタ更新部185とを更に有してもよい。マスタ保持部182は、複数のバーチャルコントローラ120のそれぞれのマスタ設定183を記憶する。マスタ設定183は、対応するバーチャルコントローラ120の制御内容を定める設定である。マスタ設定183は、上述した制御パラメータ及び制御プログラムの少なくともいずれかを含む。マスタ設定183は、対応するバーチャルコントローラ120の識別情報（IPアドレス等）を更に含んでもよい。

[0071] コピー生成部181は、マスタ保持部182が記憶する複数のバーチャルコントローラ120のそれぞれのマスタ設定183に基づいて、マスタ設定183のコピーであるコピー設定184をそれぞれが含む複数のバーチャルコントローラ120に協働をシミュレーションさせるコピーシミュレーション環境110を生成してもよい。2以上のユーザインタフェース500のそれぞれがアクセスするバーチャルコントローラ120は、対応するユーザインタフェース500により行われたエンジニアリングの結果に基づいてコピー設定184を更新してもよい。例えば、コピーシミュレーション環境111のバーチャルホストコントローラ121は、ユーザインタフェース501により行われたエンジニアリングの結果に基づいてコピー設定184を更新し、コピーシミュレーション環境112のバーチャルローカルコントローラ122Aは、ユーザインタフェース502Aにより行われたエンジニアリングの結果に基づいてコピー設定184を更新し、コピーシミュレーション環境113のバーチャルローカルコントローラ122Bは、ユーザインタフェース502Bにより行われたエンジニアリングの結果に基づいてコピー設定184を更新し、コピーシミュレーション環境113のバーチャルローカルコントローラ122Cは、ユーザインタフェース502Cにより行われたエ

エンジニアリングの結果に基づいてコピー設定184を更新し、コピーシミュレーション環境113のバーチャルローカルコントローラ122Dは、ユーザインタフェース502Dにより行われたエンジニアリングの結果に基づいてコピー設定184を更新し、コピーシミュレーション環境113のバーチャルローカルコントローラ122Eは、ユーザインタフェース502Eにより行われたエンジニアリングの結果に基づいてコピー設定184を更新する。

[0072] マスタ更新部185は、2以上のユーザインタフェース500のそれぞれからの要求に応じて、対応するコピーシミュレーション環境110におけるコピー設定184の更新結果をマスタ設定183に反映させる。コピーシミュレーション環境110におけるトライアンドエラーにより、コピー設定184の信頼性を高めたうえで、コピー設定184の更新結果をマスタ設定183に反映させることができる。このため、1のコピーシミュレーション環境110におけるトライアンドエラーが、他のコピーシミュレーション環境110におけるトライアンドエラーに及ぼす悪影響を抑制することができる。

[0073] 例えば、マスタ更新部185は、ユーザインタフェース501からの要求に応じて、コピーシミュレーション環境111におけるバーチャルホストコントローラ121のコピー設定184の更新結果をバーチャルホストコントローラ121のマスタ設定183に反映させ、ユーザインタフェース502Aからの要求に応じて、コピーシミュレーション環境112におけるバーチャルローカルコントローラ122Aのコピー設定184の更新結果をバーチャルローカルコントローラ122Aのマスタ設定183に反映させ、ユーザインタフェース502Bからの要求に応じて、コピーシミュレーション環境112におけるバーチャルローカルコントローラ122Bのコピー設定184の更新結果をバーチャルローカルコントローラ122Bのマスタ設定183に反映させ、ユーザインタフェース502Cからの要求に応じて、コピーシミュレーション環境112におけるバーチャルローカルコントローラ12

2Cのコピー設定184の更新結果をバーチャルローカルコントローラ122Cのマスタ設定183に反映させ、ユーザインタフェース502Dからの要求に応じて、コピーシミュレーション環境112におけるバーチャルローカルコントローラ122Dのコピー設定184の更新結果をバーチャルローカルコントローラ122Dのマスタ設定183に反映させ、ユーザインタフェース502Eからの要求に応じて、コピーシミュレーション環境112におけるバーチャルローカルコントローラ122Eのコピー設定184の更新結果をバーチャルローカルコントローラ122Eのマスタ設定183に反映させる。

[0074] バーチャル空間生成部143は、コピーシミュレーション環境110ごとに、複数のバーチャルコントローラ120によるシミュレーション結果に基づいて、複数のマシン5にバーチャル空間で協働を実行させてもよい。バーチャル空間保持部144は、コピーシミュレーション環境110ごとに、複数のマシン5が協働を実行しているバーチャル空間を、対応するユーザインタフェース500に表示させてもよい。各ユーザが、各自のユーザインタフェース500で、各自のシミュレーションの実行結果を確認することができる。

[0075] 履歴保持部161は、複数のユーザインタフェース500のそれぞれによる、対応するバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリングの履歴として、マスタ設定183の更新履歴を保持（記憶）してもよい。シミュレーション装置100は、アウトデート検出部186を更に有してもよい。アウトデート検出部186は、2以上のコピーシミュレーション環境110のそれぞれの生成タイミングと、履歴保持部161が記憶する更新履歴とに基づいて、2以上のコピーシミュレーション環境110のそれぞれにおけるコピー設定184のアウトデートを検出する。コピー設定184のアウトデートは、マスタ設定183に比較して古くなっていることを意味する。

[0076] 他のユーザによるエンジニアリングによるコピー設定184のアウトデートを各ユーザに認識させることで、無駄なシミュレーションを抑制し、各ユ

ーザによるエンジニアリング効率を更に向上させることができる。

[0077] コピー生成部181は、2以上のコピーシミュレーション環境110のそれぞれにおいて、アウトデートが検出されたコピー設定184をマスタ設定183に基づいて更新してもよい。アウトデートが検出されたコピー設定184がシステムによって更新されるので、各ユーザによるエンジニアリング効率が更に向上する。

[0078] コピー生成部181は、コピー設定184のアウトデートが検出されたコピーシミュレーション環境110においてエンジニアリングを行うユーザの要求に応じて、アウトデートが検出されたマスタ設定183に基づいて更新してもよい。例えばコピー生成部181は、コピーシミュレーション環境110においてコピー設定184のアウトデートが検出された場合であっても、コピーシミュレーション環境110においてエンジニアリングを行うユーザの要求を受けるまでは、マスタ設定183に基づくコピー設定184の更新を待機してもよい。トライアンドエラーの条件が途中で変わってしまうことに起因するエンジニアリング効率の低下を抑制することができる。

[0079] 図9に示すように、履歴表示部162は、2以上のコピーシミュレーション環境110のそれぞれにおいて、コピー生成部181によりコピー設定184が更新された場合に、更新された箇所を、対応するユーザインタフェース500に表示させてもよい。コピー設定184の更新が、実行中のエンジニアリングに及ぼす影響を容易に把握させることができるので、各ユーザによるエンジニアリング効率が更に向上する。更新された箇所の表示は、上述した「対応するバーチャルコントローラ120以外のバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリングの履歴」の一例である。

[0080] 更新された箇所の表示の例としては、制御プログラムにおいて更新された部分（例えば行数）の表示、制御プログラムにおいて更新された部分が実行される時刻の表示等が挙げられる。更新された箇所の表示の他の例として、履歴表示部162は、対応するユーザインタフェース500によるエンジニアリングにより作成・編集中の制御プログラムのうち、更新された箇所に関

連し得る部分（例えば更新された箇所の近傍の部分）を表示してもよい。

[0081] シミュレーション装置100は、複数のバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリング結果を、複数のコントローラ300にエクスポートするように構成されていてもよい。例えばシミュレーション装置100は、図10に示すように、出力部187を更に有する。出力部187は、複数のバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリング結果を、複数のバーチャルコントローラ120から複数のコントローラ300にそれぞれ出力する。複数のコントローラ300は、複数のバーチャルコントローラ120から出力されたエンジニアリング結果に基づいて、複数のマシン5を現実空間において協働させる。

[0082] 図11は、シミュレーションシステム7のハードウェア構成を例示するブロック図である。図11に示すように、シミュレーション装置100は、回路190を有する。回路190は、プロセッサ191と、メモリ192と、ストレージ193と、通信ポート194とを有する。ストレージ193は、フラッシュメモリ、又はハードディスク等の1以上の不揮発性メモリデバイスにより構成されている。ストレージ193は、上述した機能ブロックをシミュレーション装置100に構成させるためのプログラムを記憶している。

[0083] メモリ192は、例えばランダムアクセスメモリ等の1以上の揮発性メモリデバイスにより構成されている。メモリ192は、ストレージ193からロードされたプログラムを一時的に記憶する。プロセッサ191は、CPU又はGPU等の1以上の演算デバイスにより構成されている。プロセッサ191は、メモリ192にロードされたプログラムを実行することで、上述した各機能ブロックをシミュレーション装置100に構成させる。プロセッサ191による演算結果は一時的にメモリ192に格納される。

[0084] 通信ポート194は、プロセッサ191からの要求に応じ、有線又は無線の通信ネットワークNWを介してデータ収集装置200、複数のコントローラ300、及び複数のユーザインタフェース500と通信する。

[0085] ユーザインタフェース500は、回路590を有する。回路590は、プ

ロセッサ591と、メモリ592と、ストレージ593と、通信ポート594と、入力デバイス595と、出力デバイス596とを有する。ストレージ593は、フラッシュメモリ、又はハードディスク等の1以上の不揮発性メモリデバイスにより構成されている。ストレージ593は、上述した機能ブロックをユーザインタフェース500に構成させるためのプログラムを記憶している。

[0086] メモリ592は、例えばランダムアクセスメモリ等の1以上の揮発性メモリデバイスにより構成されている。メモリ592は、ストレージ593からロードされたプログラムを一時的に記憶する。プロセッサ591は、CPU又はGPU等の1以上の演算デバイスにより構成されている。プロセッサ591は、メモリ592にロードされたプログラムを実行することで、上述した各機能ブロックをユーザインタフェース500に構成させる。プロセッサ591による演算結果は一時的にメモリ592に格納される。

[0087] 通信ポート594は、プロセッサ591からの要求に応じ、通信ネットワークNWを介してシミュレーション装置100と通信する。入力デバイス595は、ユーザに対して情報を表示する。入力デバイス595の例としては、液晶モニタ又は有機EL (Electro-Luminescence) モニタ等が挙げられる。出力デバイス596は、ユーザによる情報の入力を受け付ける。出力デバイス596の例としては、キーボード又はマウス等が挙げられる。入力デバイスは、タッチパネルとして入力デバイス595と一体化されていてもよい。

[0088] [シミュレーション手順]

以下、シミュレーション方法の一例として、シミュレーション環境におけるセル2のエンジニアリングを可能とするためにシミュレーション装置100が実行するシミュレーション手順を例示する。このシミュレーション手順は、シミュレーション環境101において、対応するバーチャルコントローラ120の種類によって互いに異なり、それぞれが対応するバーチャルコントローラ120のエンジニアリングに特化した複数のユーザインタフェース

500を複数のバーチャルコントローラ120にそれぞれアクセスさせることと、複数のユーザインタフェース500への入力に基づいて複数のバーチャルコントローラ120をそれぞれ更新することと、シミュレーション環境101において、更新済みの複数のバーチャルコントローラ120に協働をシミュレーションさせることと、を含む。

[0089] 以下に例示するシミュレーション手順は、シミュレーション装置100に接続されたユーザインタフェース500を対応するバーチャルコントローラ120にアクセスさせるペアリング手順と、ユーザインタフェース500への入力に基づいてバーチャルコントローラ120を更新する設定更新手順と、ユーザ間のメッセージを更新するメッセージ更新手順と、バーチャルホストコントローラ121によるシミュレーション手順であるホストシミュレーション手順と、バーチャルローカルコントローラ122によるシミュレーション手順であるローカルシミュレーション手順と、ホストシミュレーション手順及びローカルシミュレーション手順により複数のマシン5が協働するバーチャル空間の表示手順と、エンジニアリング結果のエクスポート手順とを含む。各手順を例示する。

[0090] (ペアリング手順)

図12に示すように、シミュレーション装置100は、ステップS01, S02, S03を実行する。ステップS01では、アクセス管理部141が、1のユーザインタフェース500がシミュレーション装置100に接続されるのを待機する。ステップS02では、アクセス管理部141が、1のユーザインタフェース500が指定する識別情報に基づいて、1のユーザインタフェース500に対応するバーチャルコントローラ120を特定する。ステップS03では、アクセス管理部141が、1のユーザインタフェース500と対応するバーチャルコントローラ120との通信を確立させる。その後、シミュレーション装置100は処理をステップS01に戻す。シミュレーション装置100は以上の処理を繰り返す。

[0091] 上述したように、シミュレーション装置100は、コピー生成部181を

有してもよい。図13は、シミュレーション装置100がコピー生成部181を有する場合におけるペアリング手順を示すフローチャートである。図13に示すように、シミュレーション装置100は、ステップS11, S12, S13, S14を実行する。ステップS11では、アクセス管理部141が、1のユーザインタフェース500がシミュレーション装置100に接続されるのを待機する。ステップS12では、アクセス管理部141が、1のユーザインタフェース500が指定する識別情報に基づいて、1のユーザインタフェース500に対応するバーチャルコントローラ120を特定する。

[0092] ステップS13では、コピー生成部181が、1のユーザインタフェース500に対応するコピーシミュレーション環境110をシミュレーション環境101として生成する。例えばコピー生成部181は、対応するユーザインタフェース500によるエンジニアリングに特化するようにコピーシミュレーション環境110を生成する。例えばコピー生成部181は、コピーシミュレーション環境110において、ユーザインタフェース500に対応するバーチャルコントローラ120以外のバーチャルコントローラ120には通信用の識別情報を付与せず、対応するバーチャルコントローラ120以外のバーチャルコントローラ120に他のユーザインタフェース500がアクセスすることを防ぐ。

[0093] ステップS14では、アクセス管理部141が、上記1のユーザインタフェース500と、コピーシミュレーション環境110における対応するバーチャルコントローラ120との通信を確立させる。その後、シミュレーション装置100は処理をステップS11に戻す。シミュレーション装置100は以上の処理を繰り返す。

[0094] (設定更新手順)

この手順は、対応するバーチャルコントローラ120にアクセスしたユーザインタフェース500への入力に基づいてバーチャルコントローラ120を更新する手順である。図14に示すように、シミュレーション装置100は、ステップS21, S22, S23, S24を実行する。ステップS21

では、ユーザが、ユーザインタフェース500において、エンジニアリング内容の登録を要求するのをバーチャルコントローラ120が待機する。ステップS22では、バーチャルコントローラ120が、ユーザインタフェース500によるエンジニアリング内容に基づいて、制御パラメータ及び制御プログラムの少なくともいずれかをバーチャルコントローラ120が更新する。ステップS23では、バーチャルコントローラ120が、制御パラメータ及び制御プログラムの少なくともいずれかの更新履歴をエンジニアリングの履歴として履歴保持部161に格納する。ステップS24では、履歴保持部161が記憶する履歴に基づいて、履歴表示部162が、他のバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリングの履歴をユーザインタフェース500に表示させる。その後、シミュレーション装置100は処理をステップS21に戻す。シミュレーション装置100は以上の処理を繰り返す。

[0095] シミュレーション装置100がコピー生成部181、マスタ保持部182、及びマスタ更新部185を有する場合、バーチャルコントローラ120は、上記ステップS22においてコピー設定184を更新する。更に、シミュレーション装置100は、マスタ設定183の更新も行う。例えば図15に示すように、シミュレーション装置100は、ステップS31、S32、S33と、ステップS34、S35、S36とを含む。ステップS31、S32、S33は、1のコピーシミュレーション環境110に対して実行され、ステップS34、S35、S36は他のコピーシミュレーション環境110に対して実行される。ステップS31では、マスタ更新部185が、1のコピーシミュレーション環境110におけるコピー設定184の更新に基づくマスタ設定183の更新が要求されるのを待機する。ステップS32では、マスタ更新部185が、1のコピーシミュレーション環境110におけるコピー設定184の更新結果を、対応するマスタ設定183に反映させる。ステップS33では、マスタ更新部185が、1のコピーシミュレーション環境110におけるエンジニアリングの履歴として、マスタ設定183の更新履歴を履歴保持部161に保持させる。

[0096] マスタ設定183が更新されたことにより、更新されたマスタ設定183に対応するコピー設定184は、他のコピーシミュレーション環境110においてマスタ設定183よりも古くなる。ステップS34では、アウトデート検出部186が、他のコピーシミュレーション環境110の生成タイミングと、履歴保持部161が記憶する更新履歴とに基づいて、更新されたマスタ設定183に対応するコピー設定184の、他のコピーシミュレーション環境110におけるアウトデートを検出する。ステップS35では、コピー生成部181が、アウトデート検出部186によりアウトデートが検出されたコピー設定184を、更新されたマスタ設定183に基づいて更新する。

[0097] ステップS36では、履歴表示部162が、コピー生成部181によりコピー設定184が更新された場合に、更新された箇所を、他のコピーシミュレーション環境110に対応するユーザインタフェース500に表示させる。その後、シミュレーション装置100は処理をステップS31に戻す。シミュレーション装置100は以上の処理を繰り返す。

[0098] (メッセージ更新手順)

この手順は、例えば図14又は図15の手順と並行して実行される。図16に示すように、シミュレーション装置100は、ステップS41、S42を実行する。ステップS41では、メッセンジャ171が、シミュレーション装置100に接続された2以上のユーザインタフェース500のいずれかにおいて、メッセージウィンドウ523にメッセージが入力されるのを待機する。ステップS42では、時系列で蓄積しているメッセージに、新たに入力されたメッセージを追加し、追加済みのメッセージを表示に含めるように、2以上のユーザインタフェース500のそれぞれのメッセージウィンドウ523における表示を更新する。その後、シミュレーション装置100は処理をステップS41に戻す。シミュレーション装置100は以上の処理を繰り返す。

[0099] (ホストシミュレーション手順)

この手順は、エンジニアリング結果に基づいて、複数のマシン5をバーチ

ャル空間で協働させるためにシミュレーション装置100がバーチャルホストコントローラ121に実行させる手順である。図17に示すように、シミュレーション装置100は、ステップS51、S52を実行する。ステップS51では、バーチャルホストコントローラ121が、バーチャル空間の状態をバーチャル空間保持部144から取得する。ステップS52では、ホスト制御プログラムと、バーチャル空間の状態とに基づいて、複数のバーチャルローカルコントローラ122のいずれかに実行させ得るタスクがあるか否かを確認する。

[0100] ステップS52において、複数のバーチャルローカルコントローラ122のいずれかに実行させ得るタスクがあると判定した場合、シミュレーション装置100はステップS53、S54を実行する。ステップS53では、バーチャルホストコントローラ121が、タスクを実行させ得るバーチャルローカルコントローラ122に、タスクの実行を指令する。ステップS54では、ホスト制御プログラムにより定められた全てのタスクの実行が完了したか否かをバーチャルホストコントローラ121が確認する。

[0101] ステップS54において、未完了のタスクがあると判定した場合、シミュレーション装置100はステップS55を実行する。ステップS52において、複数のバーチャルローカルコントローラ122のいずれかに実行させ得るタスクはないと判定した場合、シミュレーション装置100はステップS53、S54を実行することなくステップS55を実行する。ステップS55では、ステップS51の開始時点から起算して、予め定められたホスト周期が経過するのをバーチャルホストコントローラ121が待機する。その後、シミュレーション装置100は処理をステップS51に戻す。

[0102] ステップS54において、全てのタスクの実行が完了したと判定した場合、シミュレーション装置100はホストシミュレーション手順を完了する。

[0103] (ローカルシミュレーション手順)

この手順は、エンジニアリング結果に基づいて、複数のマシン5をバーチャル空間で協働させるためにシミュレーション装置100がバーチャルロー

カルコントローラ 122 に実行させる手順である。図 18 に示すように、シミュレーション装置 100 は、ステップ S61, S62, S63, S64 を実行する。ステップ S61 では、バーチャルローカルコントローラ 122 が、バーチャルホストコントローラ 121 からタスクの実行が指令されるのを待機する。ステップ S62 では、バーチャルローカルコントローラ 122 が、指令されたタスクに対応するタスクプログラムに基づいて、予め定められたローカル周期が経過した時点における制御目標値（サイクル目標値）を算出する。

[0104] ステップ S63 では、バーチャルローカルコントローラ 122 が、サイクル目標値に基づいて、アクチュエータの動作角度等をシミュレーション結果として算出する。更に、バーチャル空間生成部 143 が、バーチャルローカルコントローラ 122 によるシミュレーション結果と、モデル保持部 142 が記憶するシステムモデルとに基づいて、バーチャルローカルコントローラ 122 に対応するマシン 5 をバーチャル空間で動作させる。バーチャル空間生成部 143 は、バーチャルローカルコントローラ 122 に対応するマシン 5 をバーチャル空間で動作させた結果をバーチャル空間保持部 144 に保持させる。ステップ S64 では、バーチャルローカルコントローラ 122 が、タスクの実行が完了したか否かを確認する。

[0105] ステップ S64 において、タスクの実行は完了していないと判定した場合、シミュレーション装置 100 はステップ S65 を実行する。ステップ S65 では、ステップ S62 の開始時点から起算して、上記ローカル周期が経過するのをバーチャルローカルコントローラ 122 が待機する。その後、シミュレーション装置 100 は処理をステップ S62 に戻す。

[0106] ステップ S64 において、タスクの実行が完了したと判定した場合、シミュレーション装置 100 は処理をステップ S61 に戻し、バーチャルホストコントローラ 121 から次のタスクの実行が指令されるのを待機する。シミュレーション装置 100 は以上の処理を繰り返す。シミュレーション装置 100 が、以上の処理を複数のバーチャルローカルコントローラ 122 と、バ

ーチャル空間生成部 143 とに繰り返し実行させることによって、複数のマシン 5 がバーチャル空間で協働し、複数のマシン 5 が協働するバーチャル空間がバーチャル空間保持部 144 に保持される。

[0107] (バーチャル空間表示手順)

この手順は、複数のマシン 5 が協働するバーチャル空間を 1 以上のユーザインタフェース 500 に表示させる手順である。図 19 に示すように、シミュレーション装置 100 は、ステップ S71 を実行する。ステップ S71 では、ユーザインタフェース 500 による視点の登録要求があるか否かを視点設定取得部 151 が確認する。ステップ S71 において、視点の登録要求はないと判定した場合、シミュレーション装置 100 はステップ S72 を実行する。

[0108] ステップ S72 では、ユーザインタフェース 500 によるバーチャル空間の表示要求があるか否かをバーチャル空間表示部 145 が確認する。ステップ S72 において、バーチャル空間の表示要求はないと判定した場合、シミュレーション装置 100 は処理をステップ S71 に戻す。

[0109] ステップ S71 において、視点の登録要求があると判定した場合、シミュレーション装置 100 はステップ S73 を実行する。ステップ S73 では、視点設定取得部 151 が、ユーザインタフェース 500 から取得した視点と、ユーザインタフェース 500 の識別情報とを対応付けて視点設定保持部 152 に保持させる。

[0110] ステップ S72 において、バーチャル空間の表示要求があると判定した場合、シミュレーション装置 100 はステップ S74, S75, S76 を実行する。ステップ S74 では、バーチャル空間表示部 145 が、バーチャル空間の表示を要求したユーザインタフェース 500 に対応付けられた視点を視点設定保持部 152 から読み出す。ステップ S75 では、バーチャル空間保持部 144 が保持するバーチャル空間を、取得した視点からの二次元画像に変換してシミュレーション動画を生成する。ステップ S76 では、バーチャル空間の表示を要求したユーザインタフェース 500 のシミュレーションウ

ィンドウ522に、生成済みのシミュレーション動画を表示させる。

[0111] ステップS73, S76を実行した後、シミュレーション装置100は処理をステップS71に戻す。シミュレーション装置100は以上の処理を繰り返す。

[0112] (エクスポート手順)

図20に示すように、シミュレーション装置100は、ステップS81, S82を実行する。ステップS81では、出力部187が、複数のユーザインタフェース500のいずれか等によって、複数のバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリング結果の出力が要求されるのを待機する。ステップS82では、出力部187が、複数のバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリング結果を複数のコントローラ300にそれぞれ出力する。複数のコントローラ300のそれぞれは、出力されたエンジニアリング結果を保持する。その後、シミュレーション装置100は処理をステップS81に戻す。シミュレーション装置100は以上の処理を繰り返す。

[0113] [制御手順]

以下、エクスポートされたエンジニアリング結果に基づいて、ホストコントローラ301が実行するホスト制御手順と、ローカルコントローラ302が実行するローカル制御手順とをそれぞれ例示する。(ホスト制御手順) 図21に示すように、ホストコントローラ301は、ステップS101, S102を実行する。ステップS101では、ホストコントローラ301が、現実空間の環境情報を更新する。ステップS102では、ホスト制御プログラムと、環境情報とに基づいて、複数のローカルコントローラ302のいずれかに実行させ得るタスクがあるか否かを確認する。

[0114] ステップS102において、複数のローカルコントローラ302のいずれかに実行させ得るタスクがあると判定した場合、ホストコントローラ301はステップS103, S104を実行する。ステップS103では、ホストコントローラ301が、タスクを実行させ得るローカルコントローラ302に、タスクの実行を指令する。ステップS104では、ホスト制御プログラ

ムにより定められた全てのタスクの実行が完了したか否かをホストコントローラ301が確認する。

[0115] ステップS104において、未完了のタスクがあると判定した場合、ホストコントローラ301はステップS105を実行する。ステップS102において、複数のローカルコントローラ302のいずれかに実行させ得るタスクはないと判定した場合、ホストコントローラ301はステップS103, S104を実行することなくステップS105を実行する。ステップS105では、ステップS101の開始時点から起算して、予め定められたホスト周期が経過するのをホストコントローラ301が待機する。その後、シミュレーション装置100は処理をステップS101に戻す。

[0116] ステップS104において、全てのタスクの実行が完了したと判定した場合、ホストコントローラ301はホスト制御手順を完了する。

[0117] (ローカル制御手順)

図22に示すように、ローカルコントローラ302は、ステップS111, S112, S113, S114を実行する。ステップS111では、ローカルコントローラ302が、ホストコントローラ301からタスクの実行が指令されるのを待機する。ステップS112では、ローカルコントローラ302が、指令されたタスクに対応するタスクプログラムに基づいて、予め定められたローカル周期が経過した時点における制御目標値(サイクル目標値)を算出する。

[0118] ステップS113では、ローカルコントローラ302が、サイクル目標値に追従するようにマシン5のアクチュエータ等を制御する。ステップS114では、ローカルコントローラ302が、タスクの実行が完了したか否かを確認する。

[0119] ステップS114において、タスクの実行は完了していないと判定した場合、ローカルコントローラ302はステップS115を実行する。ステップS115では、ステップS112の開始時点から起算して、上記ローカル周期が経過するのをローカルコントローラ302が待機する。その後、ローカ

ルコントローラ302は処理をステップS112に戻す。

[0120] ステップS114において、タスクの実行が完了したと判定した場合、ローカルコントローラ302は処理をステップS111に戻し、ホストコントローラ301から次のタスクの実行が指令されるのを待機する。ローカルコントローラ302は以上の処理を繰り返す。複数のローカルコントローラ302が以上の処理を繰り返すことによって、複数のマシン5が現実空間で協働する。

[0121] [まとめ]

上述した実施形態は、以下の構成を含む。

(1) 複数種類のマシン5と、複数種類のマシン5を互いに協働させる複数種類のコントローラ300と、を有するセル2をシミュレーションするシステムであって、複数種類のコントローラ300にそれぞれ対応する複数種類のバーチャルコントローラ120に協働をシミュレーションさせるシミュレーション環境101と、シミュレーション環境101の複数種類のバーチャルコントローラ120にそれぞれアクセス可能であり、対応するバーチャルコントローラ120の種類によって互いに異なり、それぞれが対応するバーチャルコントローラ120のエンジニアリングに特化した複数種類のユーザインタフェース500と、を備えるシミュレーションシステム7。

セル2においては、複数種類のコントローラ300のそれぞれに対するエンジニアリングを、対応するコントローラ300のエンジニアリングに特化したユーザインタフェース500によって個別に行うことができる。このため、保有するスキルが互いに異なる複数のユーザの協働によって、セル2を効率よく構築することができる。このシミュレーションシステム7によれば、セル2におけるエンジニアリングと同様に、複数種類のバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリングを、対応するバーチャルコントローラ120のエンジニアリングに特化したユーザインタフェース500によって個別に行うことができる。このため、保有するスキルが互いに異なる複数のユーザの協働によるエンジニアリングを、セル2のハードウェアの構築か

ら切り離してシミュレーション環境101で遂行することができる。従って、セル2に対するエンジニアリング効率が向する。

[0122] (2) 複数種類のユーザインタフェース500は、複数種類のコントローラ300にもそれぞれアクセス可能である、(1)記載のシミュレーションシステム7。

バーチャル環境におけるエンジニアリングと、リアル環境におけるエンジニアリングとでユーザインタフェース500を共通化することで、バーチャル環境におけるエンジニアリング効率が更に向上する。

[0123] (3) 複数種類のユーザインタフェース500のそれぞれによる、対応するバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリングの履歴を保持する履歴保持部161を更に備える、(1)又は(2)記載のシミュレーションシステム7。

エンジニアリングの履歴の参照によって、セル2全体のエンジニアリング状況を容易に把握させることができる。

[0124] (4) 履歴保持部161が保持する履歴に基づいて、対応するバーチャルコントローラ120以外のバーチャルコントローラ120に対するエンジニアリングの履歴を、複数種類のユーザインタフェース500のそれぞれに表示させる履歴表示部162を更に備える、(3)記載のシミュレーションシステム7。

各ユーザにセル2全体のエンジニアリング状況を更に容易に把握させることができる。

[0125] (5) 複数種類のユーザインタフェース500を、互いに独立して複数種類のバーチャルコントローラ120にそれぞれアクセスさせるアクセス管理部141を更に備える、(1)～(4)のいずれか記載のシミュレーションシステム7。

アクセス管理部141が、ユーザインタフェース500に対して、対応するバーチャルコントローラ120へとアクセスさせ、その際、このアクセスは、他のユーザインタフェース500とそれに対応するバーチャルコントロ

ーラ120とのアクセスとは独立されるので、適切な通信相手と通信させることができ、かつユーザは、他のユーザインタフェース500による通信を意識せずに、自身が行うべきエンジニアリングに集中することができる。

[0126] (6) 1種のユーザインタフェース500に入力されたメッセージを、他種のユーザインタフェース500に表示させるメッセンジャ171を更に備える、(5)記載のシミュレーションシステム7。

各ユーザが、自身が行うべきエンジニアリングに集中することを可能にしつつ、ユーザ間のメッセージ交換を容易にすることで、複数のユーザの協働を促すことができるので、更にエンジニアリング効率が向上する。

[0127] (7) 複数種類のバーチャルコントローラ120によるシミュレーション結果に基づいて、複数種類のマシン5にバーチャル空間で協働を実行させるバーチャル空間生成部143と、複数種類のマシン5が協働を実行しているバーチャル空間を、複数種類のユーザインタフェース500の少なくともいずれかに表示させるバーチャル空間表示部145と、を更に備える、(1)～(6)のいずれか記載のシミュレーションシステム7。

バーチャル空間での複数種類のマシン5の動きを、それぞれのユーザインタフェース500で確認することができる。この際、エンジニアリングを行ったバーチャルコントローラ120に対応するマシン5だけでなく、他のマシン5の動作も確認が可能のため、エンジニアリング効率が向上する。

[0128] (8) バーチャル空間表示部145は、複数種類のユーザインタフェース500の少なくとも2種以上のそれぞれに、互いに独立した視点から、バーチャル空間を表示させる、(7)記載のシミュレーションシステム7。

複数のユーザごとに視点をあわせることで、バーチャル環境におけるエンジニアリング効率が更に向上する。

[0129] (9) 複数種類のユーザインタフェース500は、複数種類のコントローラ300にもそれぞれアクセス可能であり、バーチャル空間生成部143は、複数種類のコントローラ300による複数種類のマシン5の制御結果に基づいて、複数種類のマシン5にバーチャル空間で協働を更に実行させ、バー

チャル空間表示部 145 は、制御結果に基づいて複数種類のマシン 5 が協働を実行しているバーチャル空間を、対応するコントローラ 300 にアクセスしている少なくとも 1 種のユーザインタフェース 500 に表示させる、(7) 又は (8) 記載のシミュレーションシステム 7。

リアル空間における複数種類のマシン 5 の動作をバーチャル空間に再現することで、複数種類のマシン 5 の動作の詳細な検証を容易に行うことができる。

[0130] (10) 複数種類のユーザインタフェース 500 のいずれか 1 種のユーザインタフェース 500 が対応するバーチャルコントローラ 120 のエンジニアリングを行う場合に、1 種のユーザインタフェース 500 に対応するコピーシミュレーション環境 110 をシミュレーション環境 101 として生成するコピー生成部 181 と、1 種のユーザインタフェース 500 をコピーシミュレーション環境 110 における対応するバーチャルコントローラ 120 にアクセスさせるアクセス管理部 141 と、を更に備える、(1) ~ (9) のいずれか記載のシミュレーションシステム 7。

1 のユーザが、エンジニアリングとセル 2 のシミュレーションとを含むトライアンドエラーを、他のユーザから独立して実行することができる。従って、セル 2 を更に効率よく構築することができる。

[0131] (11) コピー生成部 181 は、複数種類のユーザインタフェース 500 のうち少なくとも 2 種以上のユーザインタフェース 500 のそれぞれが対応するバーチャルコントローラ 120 のエンジニアリングを行う場合に、2 種以上のユーザインタフェース 500 にそれぞれ対応する 2 以上のコピーシミュレーション環境 110 をシミュレーション環境 101 として生成し、アクセス管理部 141 は、2 種以上のユーザインタフェース 500 のそれぞれを対応するコピーシミュレーション環境 110 における対応するバーチャルコントローラ 120 にアクセスさせる、(10) 記載のシミュレーションシステム 7。

2 以上のユーザが、エンジニアリングとセル 2 のシミュレーションとを含

むトライアンドエラーを互いに独立して実行することができる。従って、セル2を更に効率よく構築することができる。

[0132] (12) コピー生成部181は、複数種類のバーチャルコントローラ120のそれぞれのマスタ設定183に基づいて、マスタ設定183のコピーであるコピー設定184をそれぞれが含む複数種類のバーチャルコントローラ120に協働をシミュレーションさせるコピーシミュレーション環境110を生成し、2種以上のユーザインタフェース500のそれぞれがアクセスするバーチャルコントローラ120は、対応するユーザインタフェース500により行われたエンジニアリングの結果に基づいてコピー設定184を更新し、シミュレーションシステム7は、2種以上のユーザインタフェース500のそれぞれからの要求に応じて、対応するコピーシミュレーション環境110におけるコピー設定184の更新結果をマスタ設定183に反映させるマスタ更新部185を更に備える、(11)記載のシミュレーションシステム7。

1のコピーシミュレーション環境110におけるトライアンドエラーが、他のコピーシミュレーション環境110におけるトライアンドエラーに及ぼす悪影響を抑制することができる。

[0133] (13) コピーシミュレーション環境110ごとに、複数種類のバーチャルコントローラ120によるシミュレーション結果に基づいて、複数種類のマシン5にバーチャル空間で協働を実行させるバーチャル空間生成部143と、コピーシミュレーション環境110ごとに、複数種類のマシン5が協働を実行しているバーチャル空間を、対応するユーザインタフェース500に表示させるバーチャル空間表示部145と、を更に備える、(11)又は(12)記載のシミュレーションシステム7。

各ユーザが、各自のユーザインタフェース500で、各自のシミュレーションの実行結果を確認することができる。

[0134] (14) マスタ設定183の更新履歴を保持する履歴保持部161と、2以上のコピーシミュレーション環境110のそれぞれの生成タイミングと、

更新履歴とに基づいて、2以上のコピーシミュレーション環境110のそれぞれにおけるコピー設定184のアウトデートを検出するアウトデート検出部186と、を更に備える(12)又は(13)記載のシミュレーションシステム7。

他のユーザによるエンジニアリングによるコピー設定184のアウトデートを各ユーザに認識させることで、無駄なシミュレーションを抑制し、各ユーザによるエンジニアリング効率を更に向上させることができる。

[0135] (15) コピー生成部181は、2以上のコピーシミュレーション環境110のそれぞれにおいて、アウトデートが検出されたコピー設定184をマスタ設定183に基づいて更新する、(14)記載のシミュレーションシステム7。

アウトデートが検出されたコピー設定184がシステムによって更新されるので、各ユーザによるエンジニアリング効率が更に向上する。

[0136] (16) 2以上のコピーシミュレーション環境110のそれぞれにおいて、コピー生成部181によりコピー設定184が更新された場合に、更新された箇所を、対応するユーザインタフェース500に表示させる履歴表示部162を更に備える、(15)記載のシミュレーションシステム7。

コピー設定184の更新が、実行中のエンジニアリングに及ぼす影響を容易に把握させることができるので、各ユーザによるエンジニアリング効率が更に向上する。

[0137] (17) 複数種類のマシン5と、複数種類のマシン5を互いに協働させる複数種類のコントローラ300と、を有するセル2をシミュレーションするシステムであって、複数種類のコントローラ300にそれぞれアクセス可能であり、対応するコントローラ300の種類によって互いに異なり、それぞれが対応するコントローラ300のエンジニアリングに特化した複数種類のユーザインタフェース500と、複数種類のコントローラ300による複数種類のマシン5の制御結果に基づいて、複数種類のマシン5にバーチャル空間で協働を更に実行させるバーチャル空間生成部143と、制御結果に基づ

いて複数種類のマシン5が協働を実行しているバーチャル空間を、対応するコントローラ300にアクセスしている少なくとも1のユーザインタフェース500に表示させるバーチャル空間表示部145と、を備えるシミュレーションシステム7。

[0138] (18) 複数種類のマシン5と、複数種類のマシン5を互いに協働させる複数種類のコントローラ300と、を有するセル2をシミュレーションする方法であって、複数種類のコントローラ300にそれぞれ対応する複数種類のバーチャルコントローラ120を含むシミュレーション環境101において、対応するバーチャルコントローラ120の種類によって互いに異なり、それぞれが対応するバーチャルコントローラ120のエンジニアリングに特化した複数種類のユーザインタフェース500を複数種類のバーチャルコントローラ120にそれぞれアクセスさせることと、複数種類のユーザインタフェース500への入力に基づいて複数種類のバーチャルコントローラ120をそれぞれ更新することと、シミュレーション環境101において、更新済みの複数種類のバーチャルコントローラ120に協働をシミュレーションさせることと、を含むシミュレーション方法。

[0139] 以上、実施形態について説明したが、本開示は上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

符号の説明

[0140] 2…セル、5…マシン、300…コントローラ、101…シミュレーション環境、120…バーチャルコントローラ、500…ユーザインタフェース、7…シミュレーションシステム、141…アクセス管理部、143…バーチャル空間生成部、145…バーチャル空間表示部、161…履歴保持部、162…履歴表示部、171…メッセンジャ、110…コピーシミュレーション環境、181…コピー生成部、183…マスタ設定、184…コピー設定、185…マスタ更新部、186…アウトデート検出部。

請求の範囲

- [請求項1] 複数種類のマシンと、前記複数種類のマシンを互いに協働させる複数種類のコントローラと、を有するセルをシミュレーションするシステムであって、
- 前記複数種類のコントローラにそれぞれ対応する複数種類のバーチャルコントローラに前記協働をシミュレーションさせるシミュレーション環境と、
- 前記シミュレーション環境の前記複数種類のバーチャルコントローラにそれぞれアクセス可能であり、対応するバーチャルコントローラの種類によって互いに異なり、それぞれが前記対応するバーチャルコントローラのエンジニアリングに特化した複数種類のユーザインタフェースと、
- を備えるシミュレーションシステム。
- [請求項2] 前記複数種類のユーザインタフェースは、前記複数種類のコントローラにもそれぞれアクセス可能である、
- 請求項1記載のシミュレーションシステム。
- [請求項3] 前記複数種類のユーザインタフェースのそれぞれによる、前記対応するバーチャルコントローラに対するエンジニアリングの履歴を保持する履歴保持部を更に備える、
- 請求項1又は2記載のシミュレーションシステム。
- [請求項4] 前記履歴保持部が保持する履歴に基づいて、前記対応するバーチャルコントローラ以外のバーチャルコントローラに対するエンジニアリングの履歴を、前記複数種類のユーザインタフェースのそれぞれに表示させる履歴表示部を更に備える、
- 請求項3記載のシミュレーションシステム。
- [請求項5] 前記複数種類のユーザインタフェースを、互いに独立して前記複数種類のバーチャルコントローラにそれぞれアクセスさせるアクセス管理部を更に備える、

請求項 1 又は 2 記載のシミュレーションシステム。

[請求項6] 1 種のユーザインタフェースに入力されたメッセージを、他種のユーザインタフェースに表示させるメッセンジャを更に備える、
請求項 5 記載のシミュレーションシステム。

[請求項7] 前記複数種類のバーチャルコントローラによるシミュレーション結果に基づいて、前記複数種類のマシンにバーチャル空間で前記協働を実行させるバーチャル空間生成部と、

前記複数種類のマシンが前記協働を実行している前記バーチャル空間を、前記複数種類のユーザインタフェースの少なくともいずれかに表示させるバーチャル空間表示部と、

を更に備える、

請求項 1 又は 2 記載のシミュレーションシステム。

[請求項8] 前記バーチャル空間表示部は、前記複数種類のユーザインタフェースの少なくとも 2 種以上のそれぞれに、互いに独立した視点から、前記バーチャル空間を表示させる、請求項 7 記載のシミュレーションシステム。

[請求項9] 前記複数種類のユーザインタフェースは、前記複数種類のコントローラにもそれぞれアクセス可能であり、

前記バーチャル空間生成部は、複数種類のコントローラによる前記複数種類のマシンの制御結果に基づいて、前記複数種類のマシンにバーチャル空間で前記協働を更に実行させ、

前記バーチャル空間表示部は、前記制御結果に基づいて前記複数種類のマシンが前記協働を実行している前記バーチャル空間を、対応するコントローラにアクセスしている少なくとも 1 種のユーザインタフェースに表示させる、

請求項 7 記載のシミュレーションシステム。

[請求項10] 前記複数種類のユーザインタフェースのいずれか 1 種のユーザインタフェースが対応するバーチャルコントローラのエンジニアリングを

行う場合に、前記1種のユーザインタフェースに対応するコピーシミュレーション環境を前記シミュレーション環境として生成するコピー生成部と、

前記1種のユーザインタフェースをコピーシミュレーション環境における対応するバーチャルコントローラにアクセスさせるアクセス管理部と、

を更に備える、

請求項1記載のシミュレーションシステム。

[請求項11]

前記コピー生成部は、前記複数種類のユーザインタフェースのうち少なくとも2種以上のユーザインタフェースのそれぞれが対応するバーチャルコントローラのエンジニアリングを行う場合に、前記2種以上のユーザインタフェースにそれぞれ対応する2以上のコピーシミュレーション環境を前記シミュレーション環境として生成し、

前記アクセス管理部は、前記2種以上のユーザインタフェースのそれぞれを対応するコピーシミュレーション環境における対応するバーチャルコントローラにアクセスさせる、

請求項10記載のシミュレーションシステム。

[請求項12]

前記コピー生成部は、前記複数種類のバーチャルコントローラのそれぞれのマスタ設定に基づいて、前記マスタ設定のコピーであるコピー設定をそれぞれが含む前記複数種類のバーチャルコントローラに前記協働をシミュレーションさせるコピーシミュレーション環境を生成し、

前記2種以上のユーザインタフェースのそれぞれがアクセスするバーチャルコントローラは、対応するユーザインタフェースにより行われたエンジニアリングの結果に基づいて前記コピー設定を更新し、

前記シミュレーションシステムは、

前記2種以上のユーザインタフェースのそれぞれからの要求に応じて、前記対応するコピーシミュレーション環境における前記コピー設

定の更新結果を前記マスタ設定に反映させるマスタ更新部を更に備える、

請求項 1 1 記載のシミュレーションシステム。

[請求項13]

前記コピーシミュレーション環境ごとに、前記複数種類のバーチャルコントローラによるシミュレーション結果に基づいて、前記複数種類のマシンにバーチャル空間で前記協働を実行させるバーチャル空間生成部と、

前記コピーシミュレーション環境ごとに、前記複数種類のマシンが前記協働を実行している前記バーチャル空間を、対応するユーザインタフェースに表示させるバーチャル空間表示部と、

を更に備える、

請求項 1 1 又は 1 2 記載のシミュレーションシステム。

[請求項14]

前記マスタ設定の更新履歴を保持する履歴保持部と、

前記 2 以上のコピーシミュレーション環境のそれぞれの生成タイミングと、前記更新履歴とに基づいて、前記 2 以上のコピーシミュレーション環境のそれぞれにおける前記コピー設定のアウトデートを検出するアウトデート検出部と、

を更に備える、

請求項 1 2 記載のシミュレーションシステム。

[請求項15]

前記コピー生成部は、前記 2 以上のコピーシミュレーション環境のそれぞれにおいて、前記アウトデートが検出された前記コピー設定を前記マスタ設定に基づいて更新する、

請求項 1 4 記載のシミュレーションシステム。

[請求項16]

前記 2 以上のコピーシミュレーション環境のそれぞれにおいて、前記コピー生成部により前記コピー設定が更新された場合に、更新された箇所を、対応するユーザインタフェースに表示させる履歴表示部を更に備える、

請求項 1 5 記載のシミュレーションシステム。

[請求項17] 複数種類のマシンと、前記複数種類のマシンを互いに協働させる複数種類のコントローラと、を有するセルをシミュレーションするシステムであって、

前記複数種類のコントローラにそれぞれアクセス可能であり、対応するコントローラの種類によって互いに異なり、それぞれが前記対応するコントローラのエンジニアリングに特化した複数種類のユーザインタフェースと、

複数種類のコントローラによる前記複数種類のマシンの制御結果に基づいて、前記複数種類のマシンにバーチャル空間で前記協働を更に実行させるバーチャル空間生成部と、

前記制御結果に基づいて前記複数種類のマシンが前記協働を実行している前記バーチャル空間を、対応するコントローラにアクセスしている少なくとも1のユーザインタフェースに表示させるバーチャル空間表示部と、

を備えるシミュレーションシステム。

[請求項18] 複数種類のマシンと、前記複数種類のマシンを互いに協働させる複数種類のコントローラと、を有するセルをシミュレーションする方法であって、

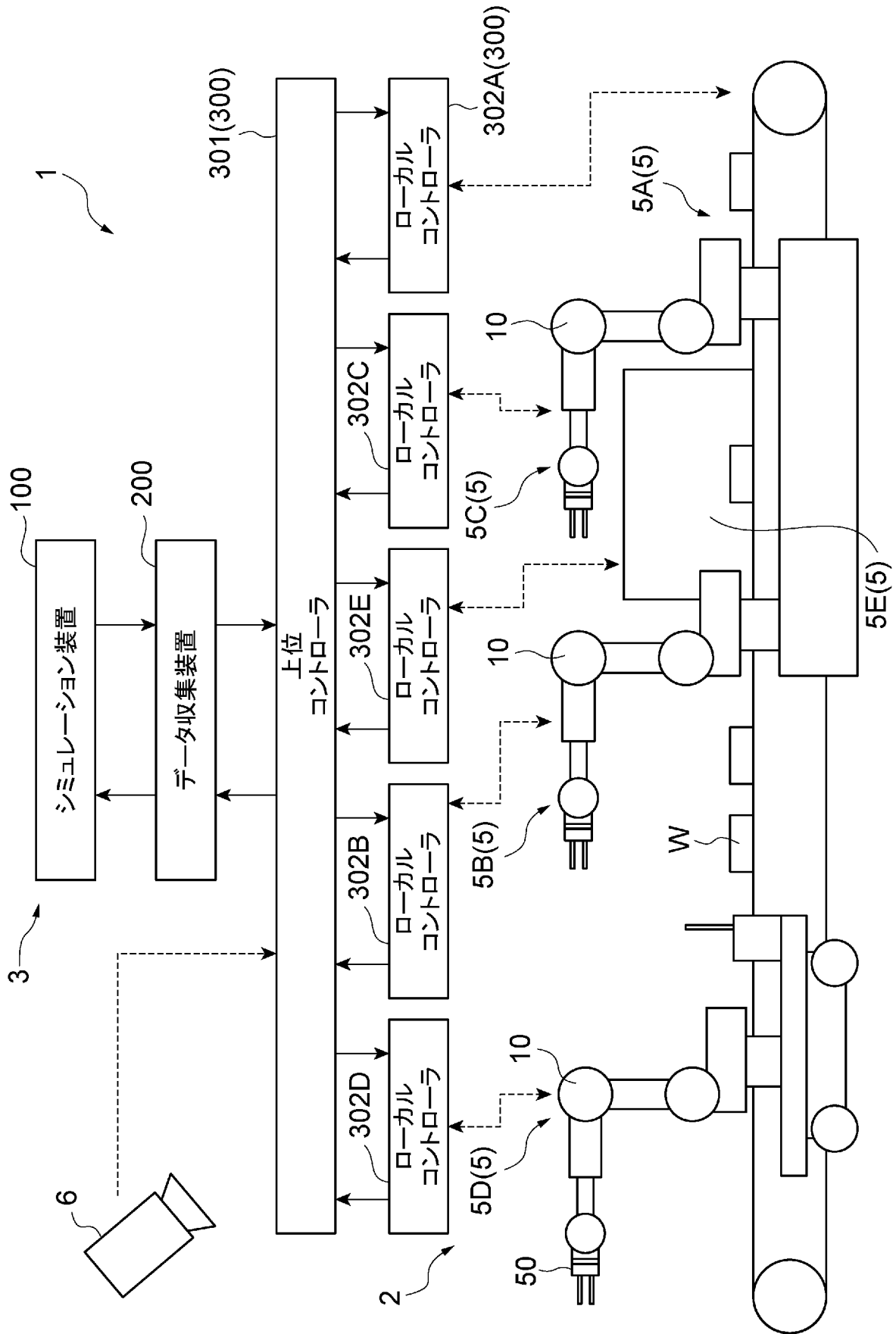
前記複数種類のコントローラにそれぞれ対応する複数種類のバーチャルコントローラを含むシミュレーション環境において、対応するバーチャルコントローラの種類によって互いに異なり、それぞれが前記対応するバーチャルコントローラのエンジニアリングに特化した複数種類のユーザインタフェースを前記複数種類のバーチャルコントローラにそれぞれアクセスさせることと、

前記複数種類のユーザインタフェースへの入力に基づいて前記複数種類のバーチャルコントローラをそれぞれ更新することと、

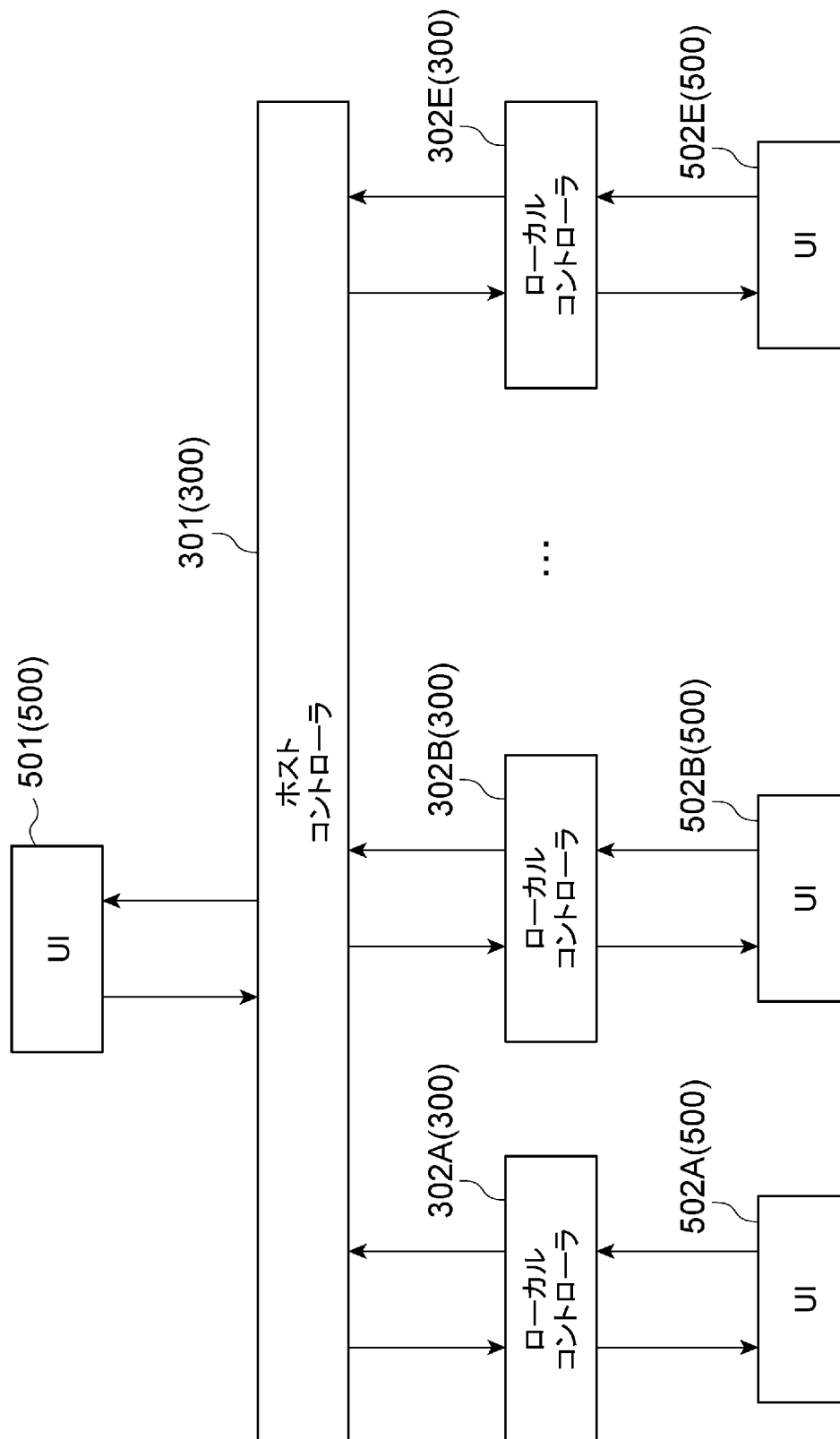
前記シミュレーション環境において、更新済みの前記複数種類のバーチャルコントローラに前記協働をシミュレーションさせることと、

を含むシミュレーション方法。

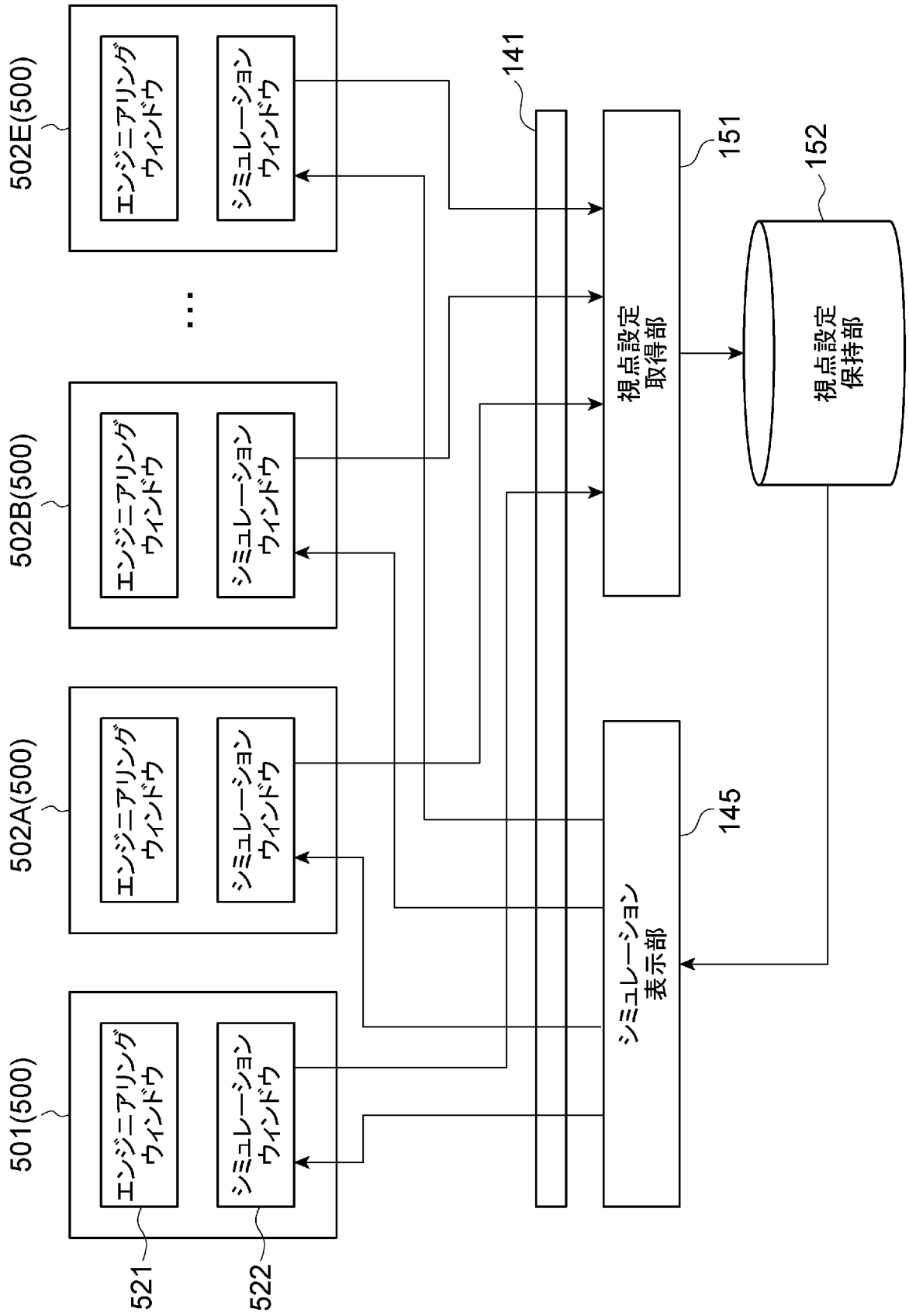
[図1]



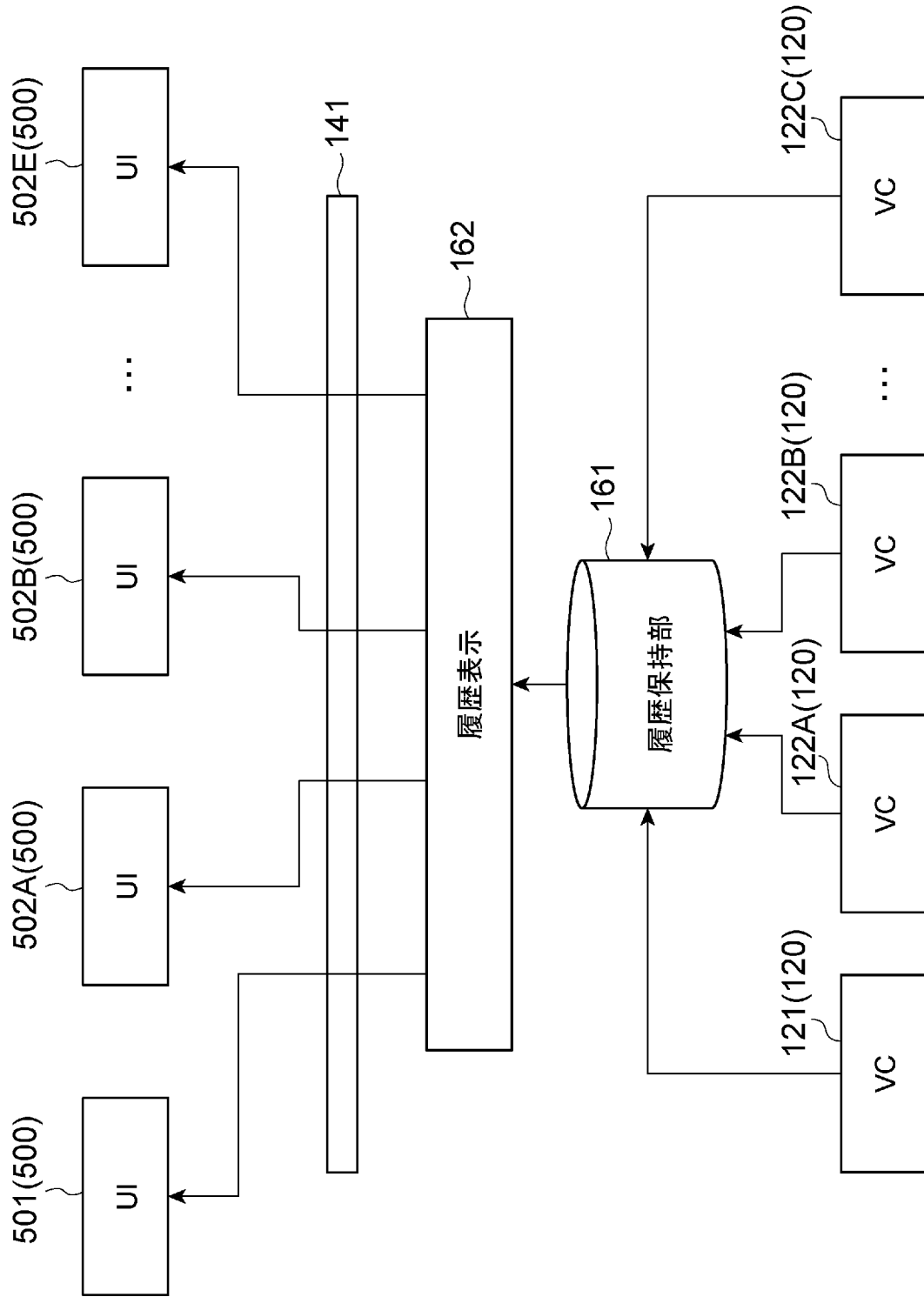
[図4]



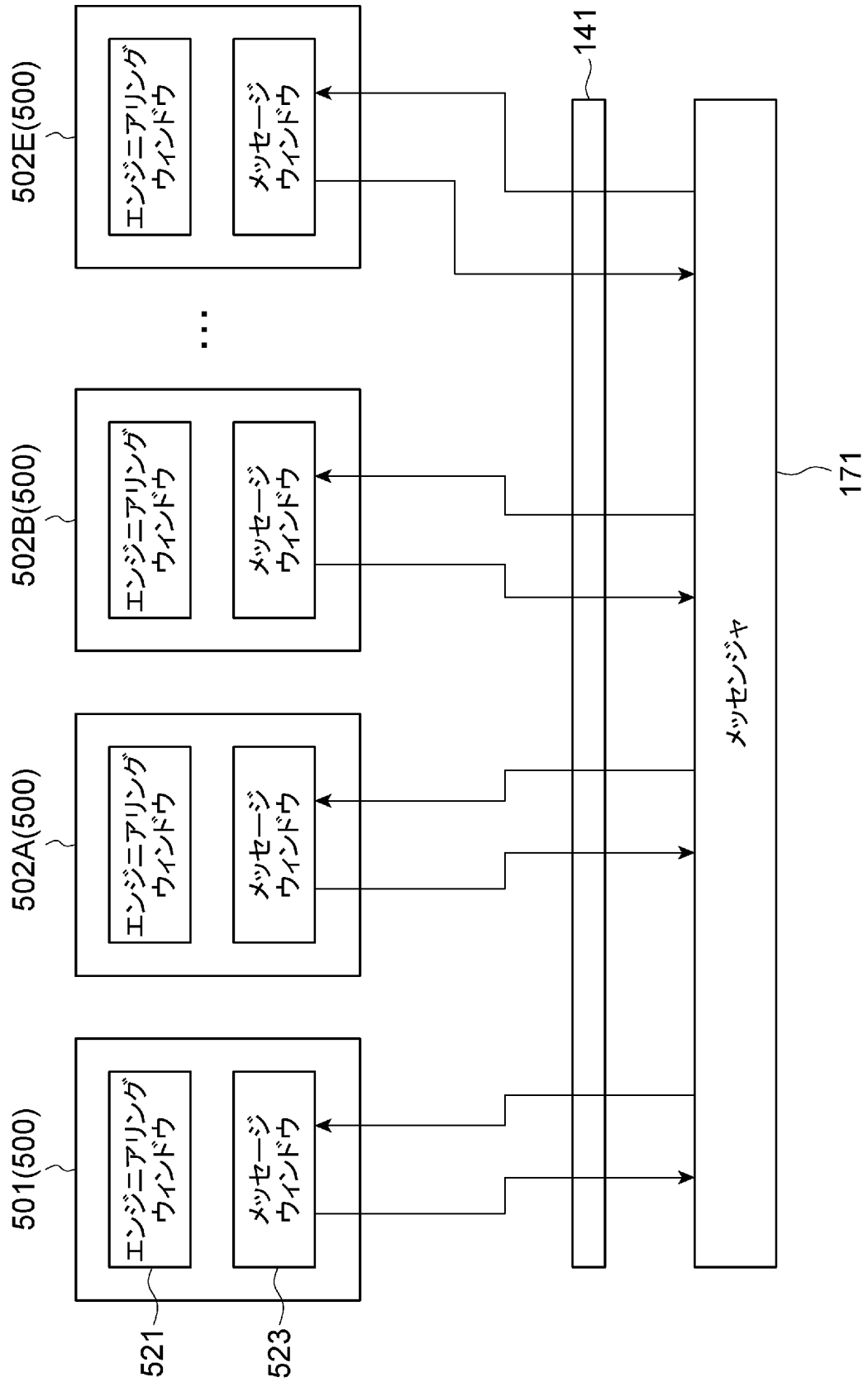
[図5]



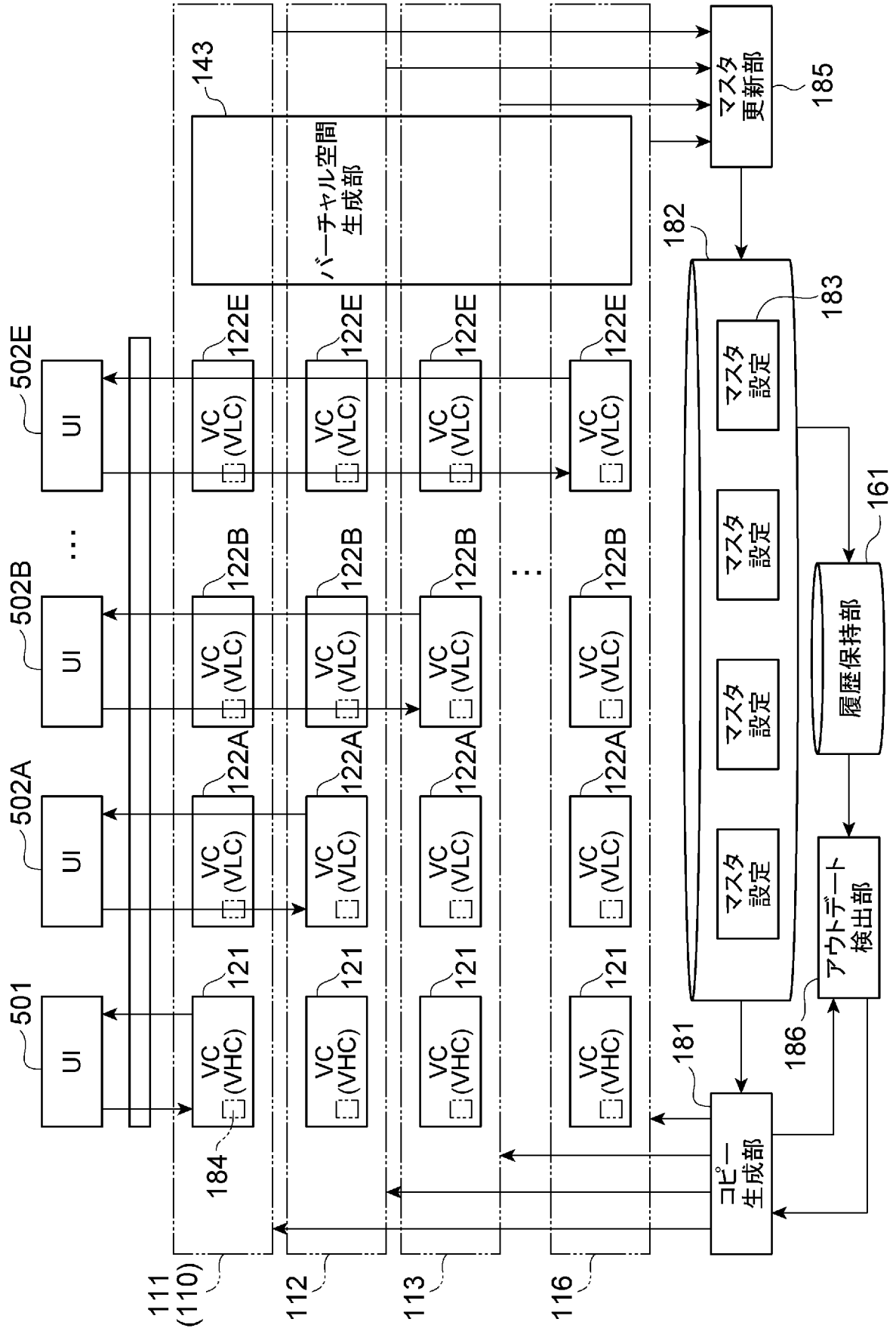
[図6]



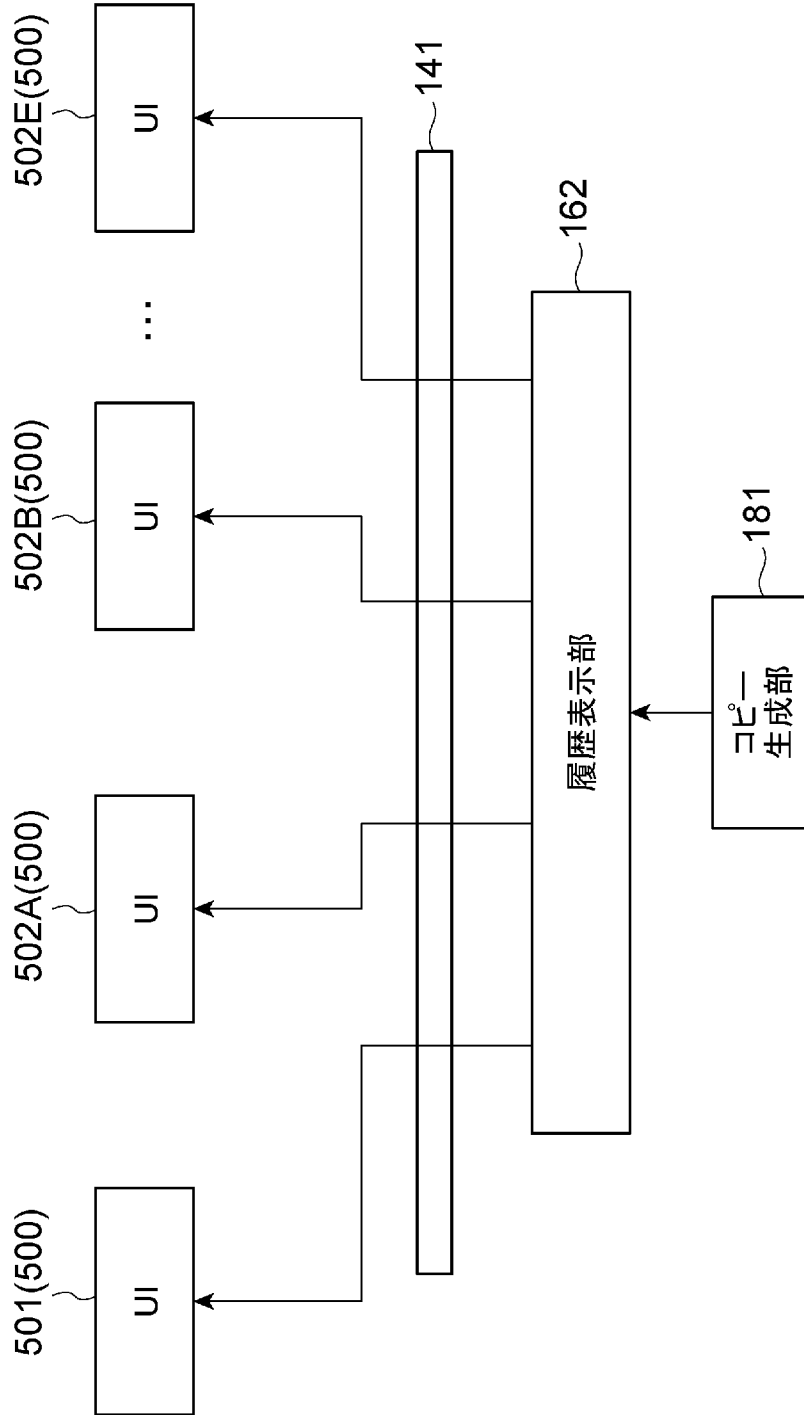
[図7]



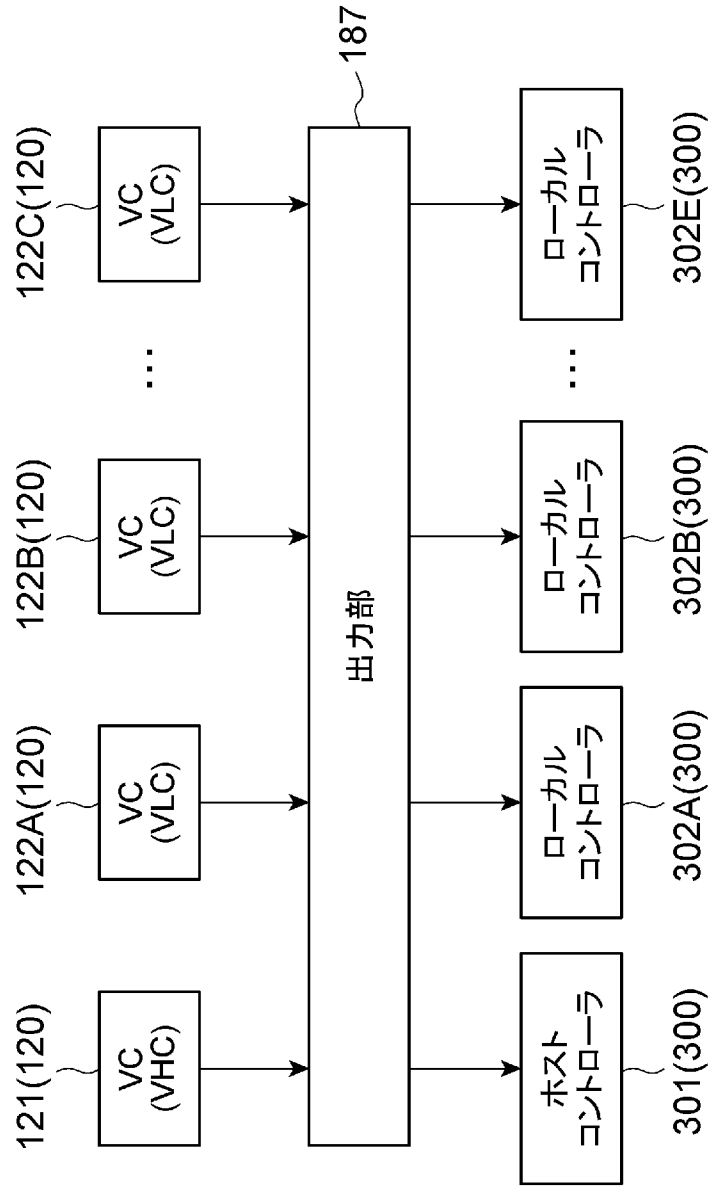
[図8]



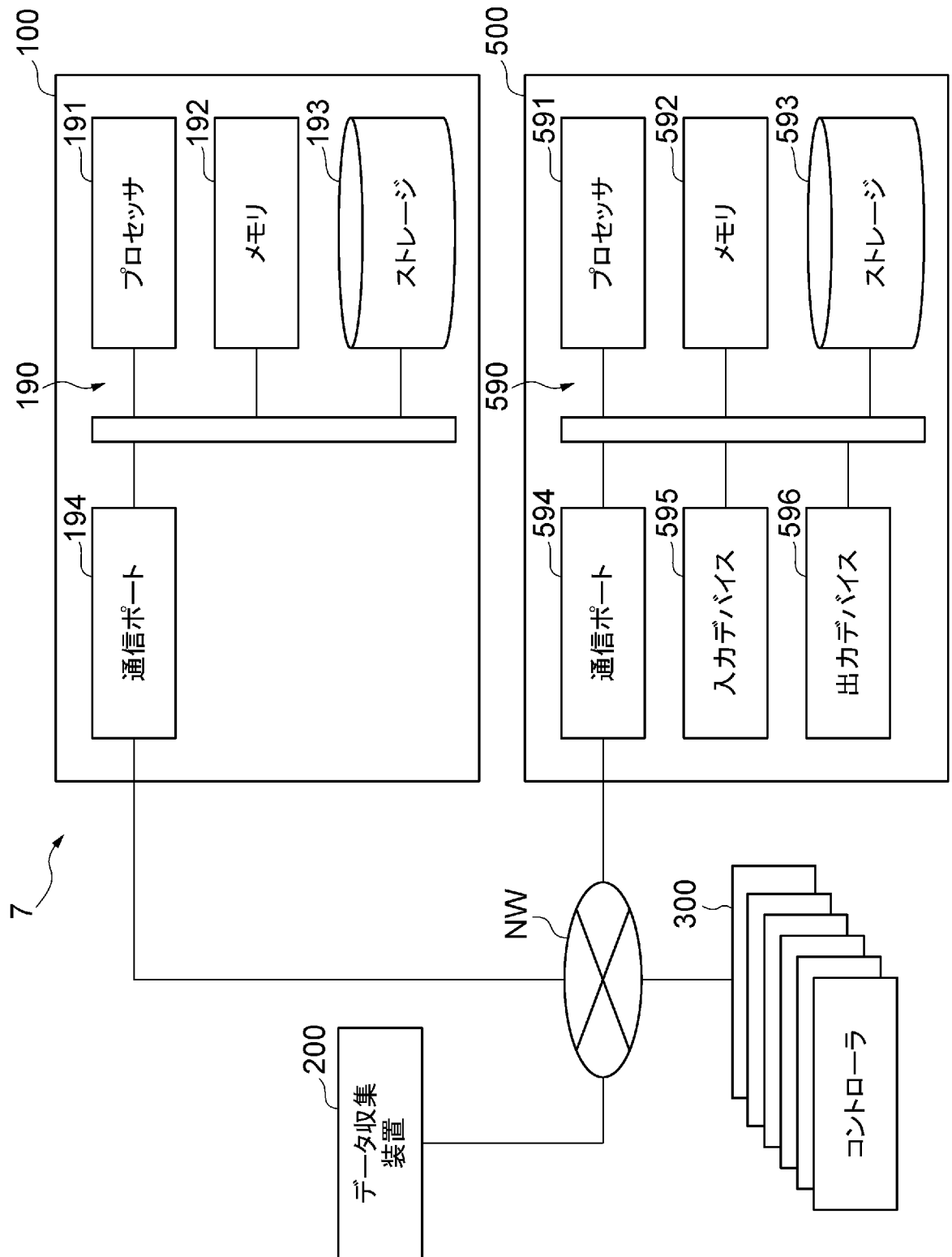
[図9]



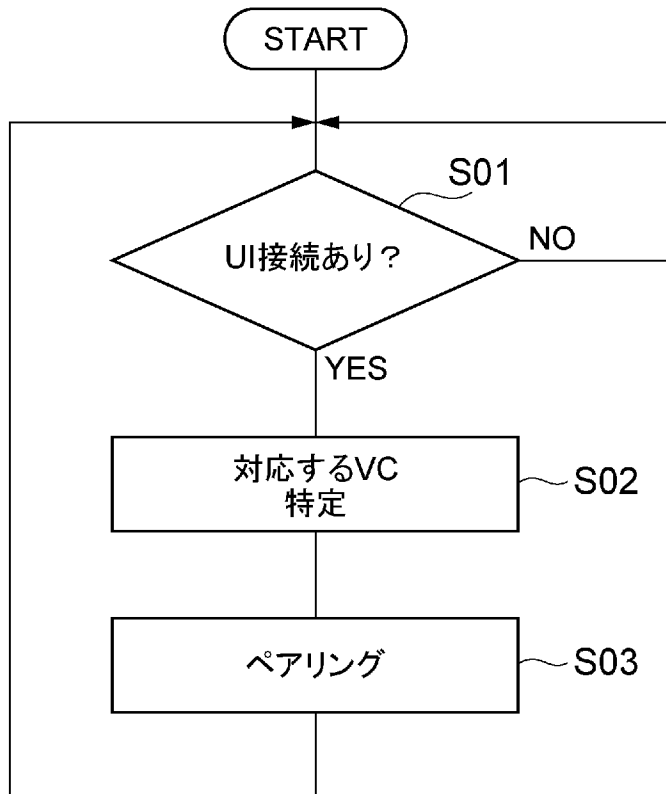
[図10]



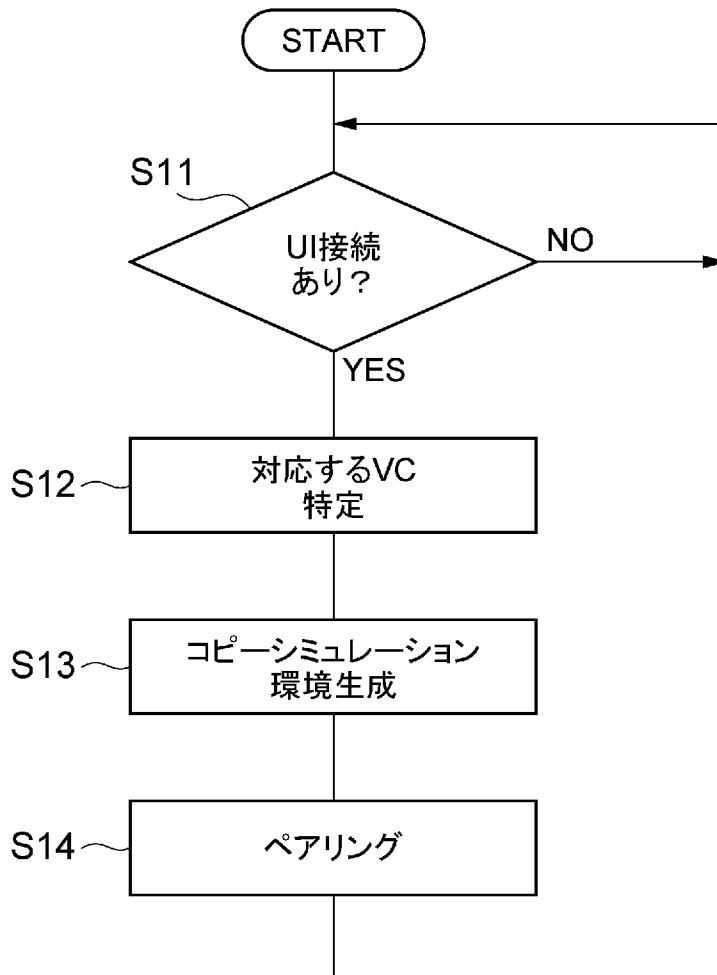
[図11]



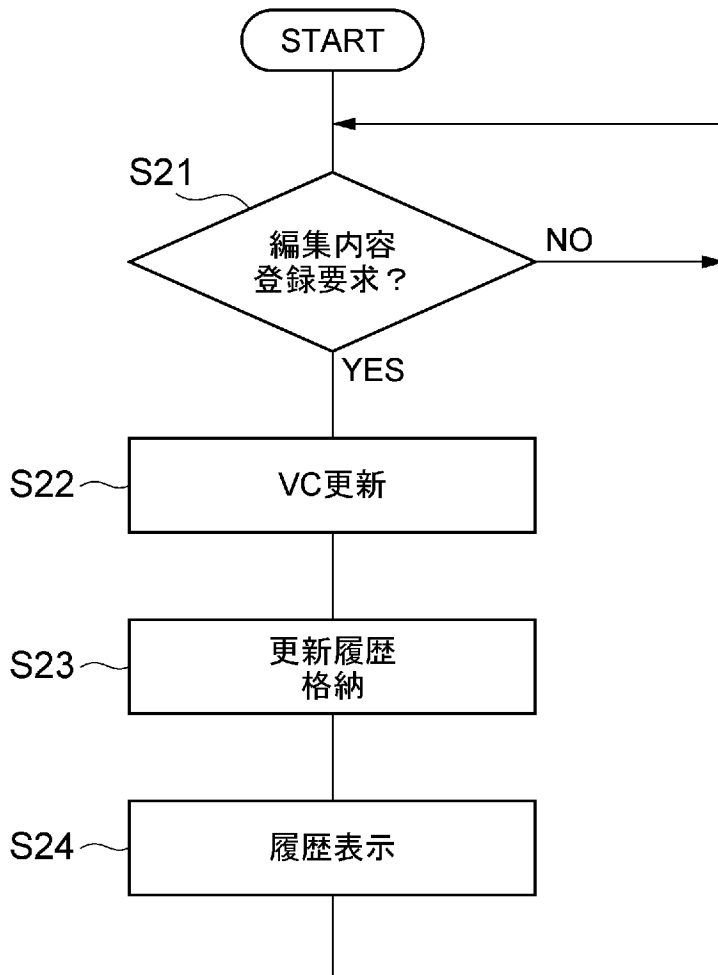
[図12]



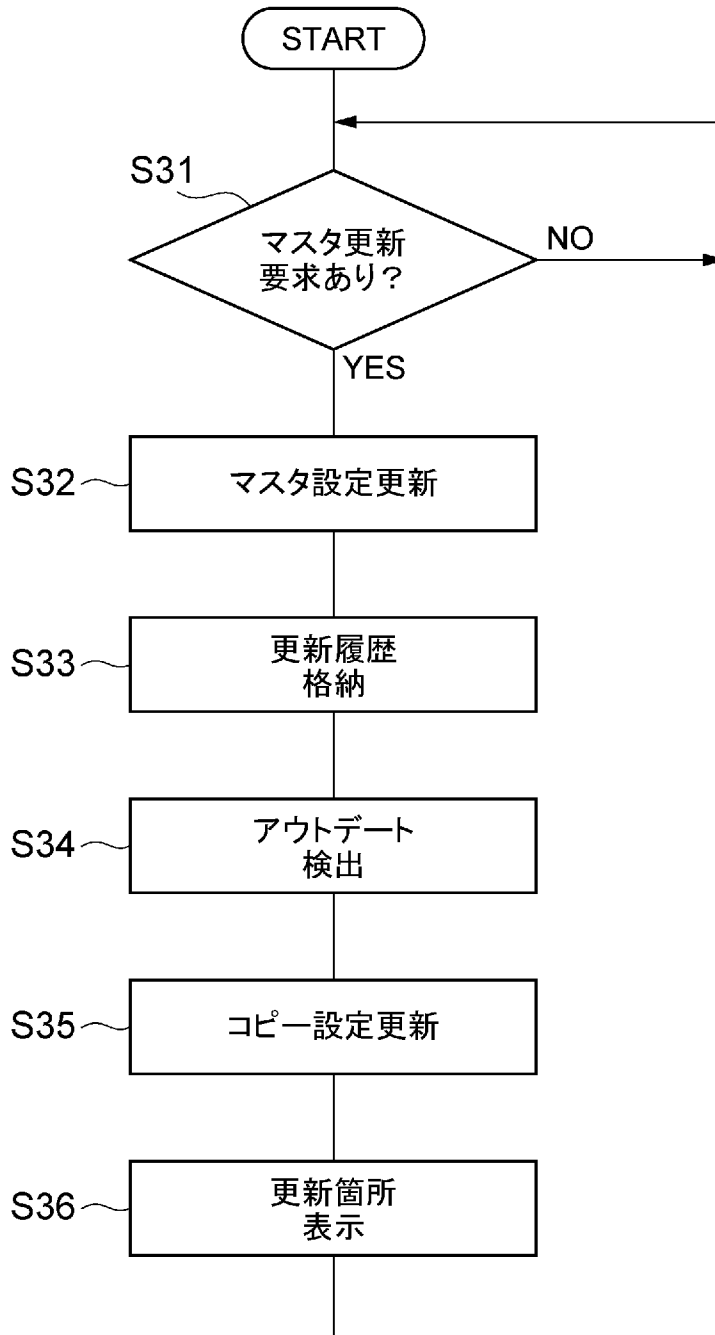
[図13]



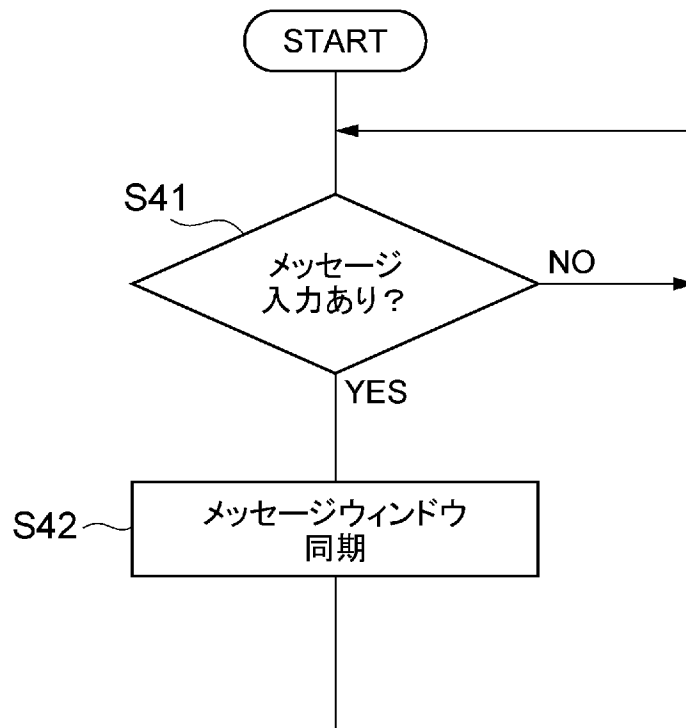
[図14]



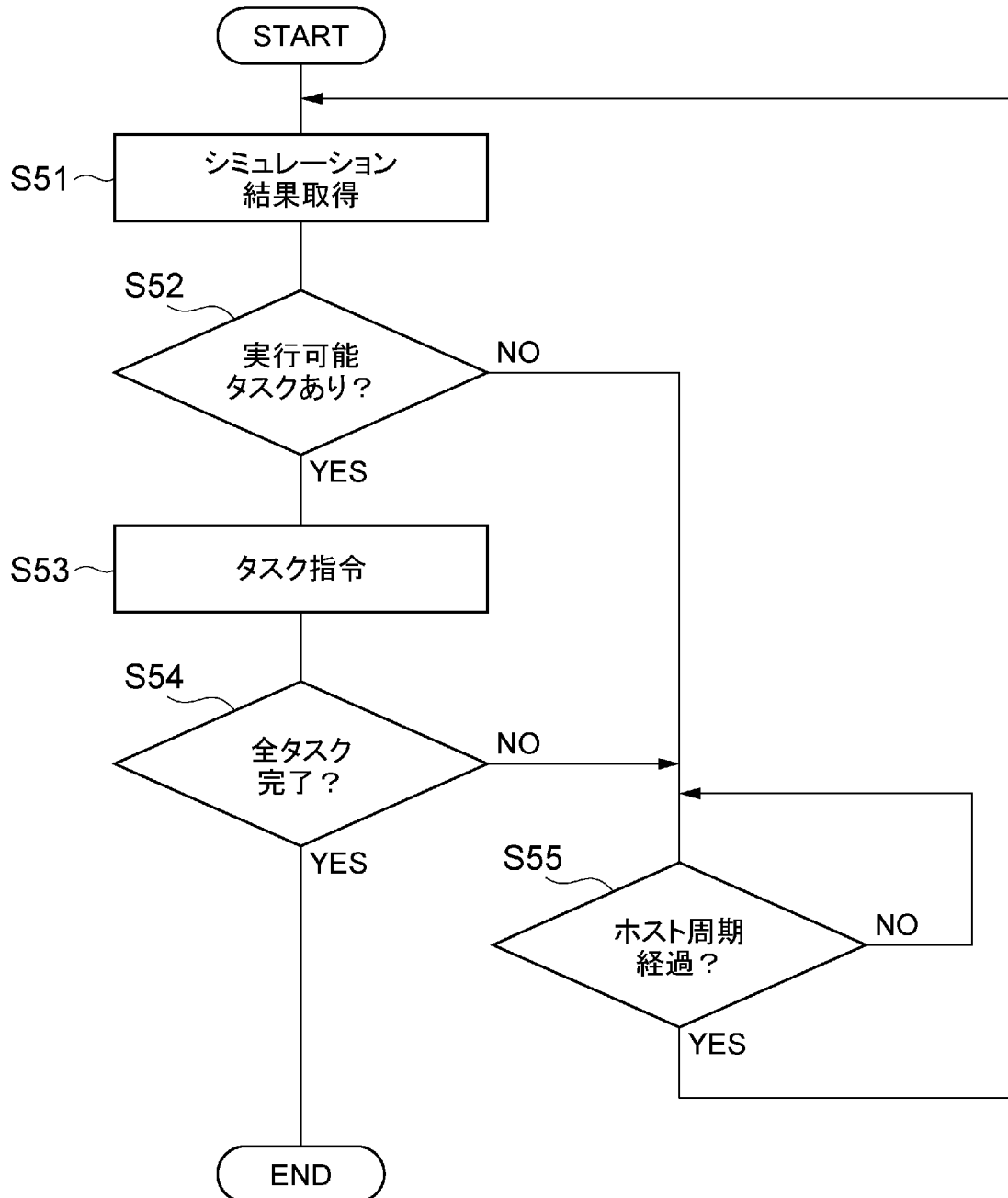
[図15]



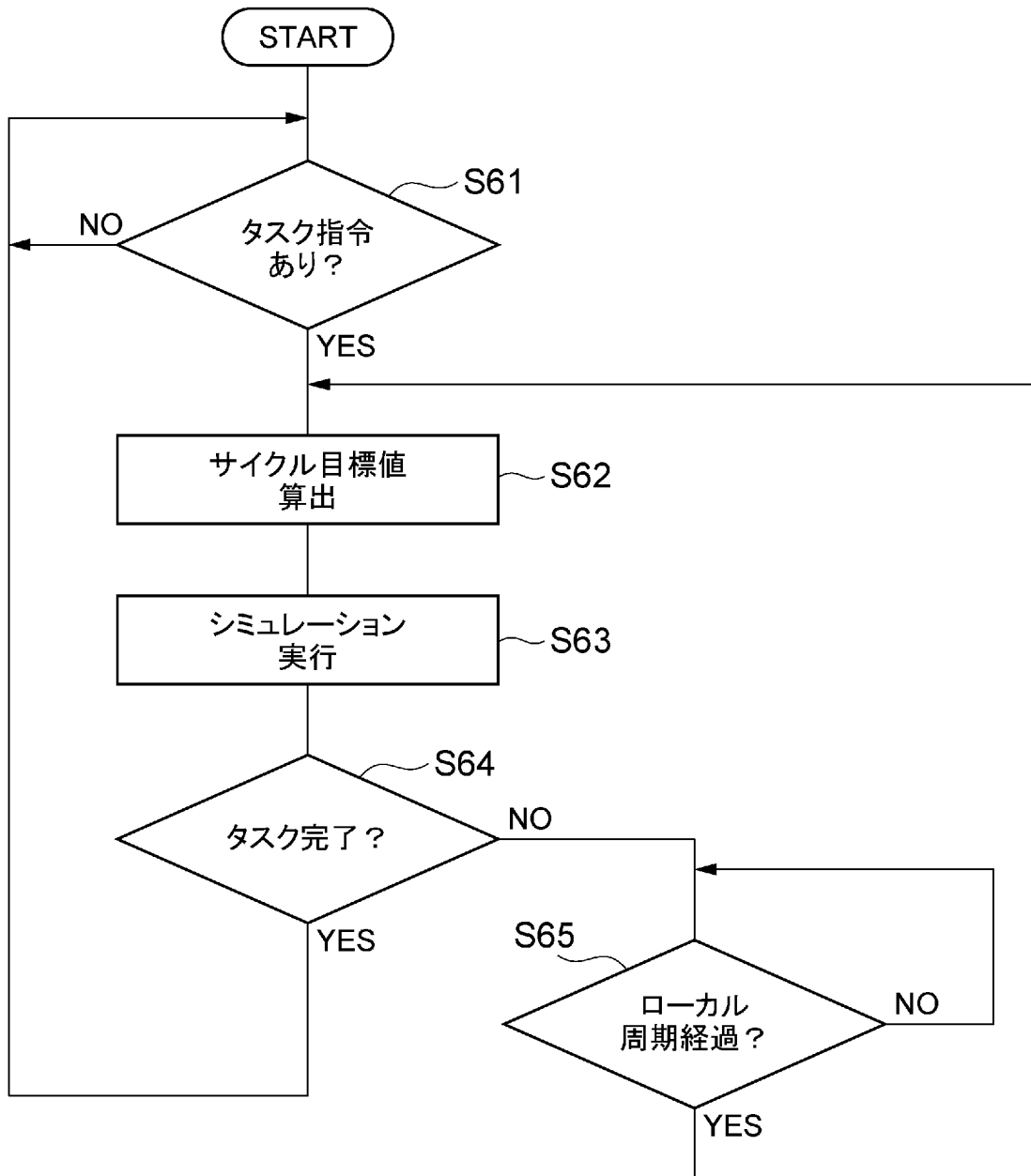
[図16]



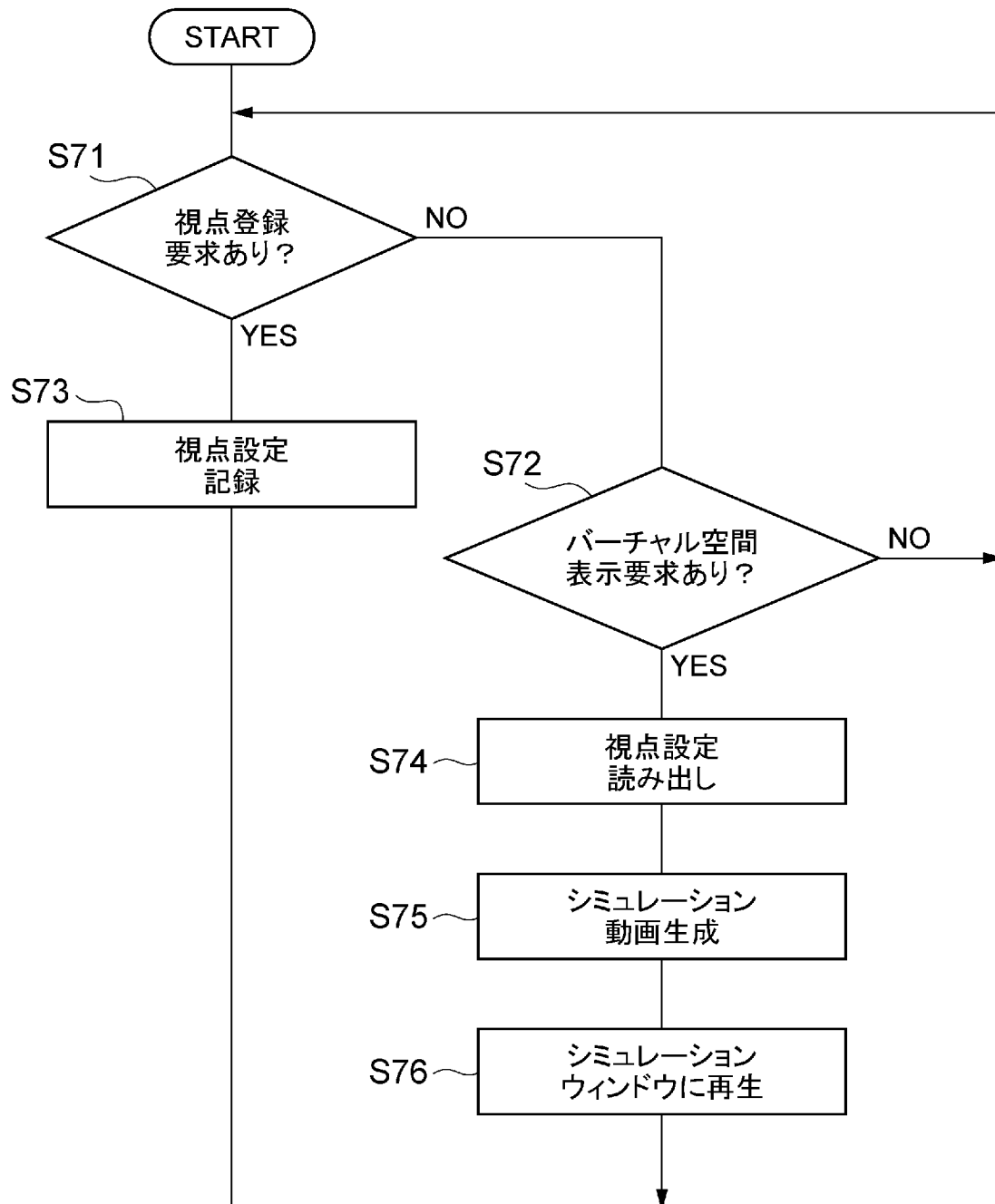
[図17]



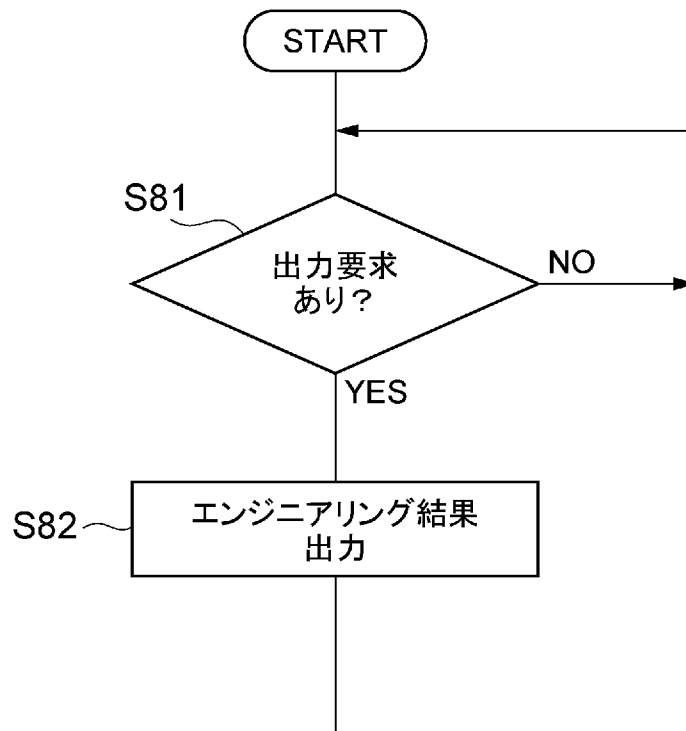
[図18]



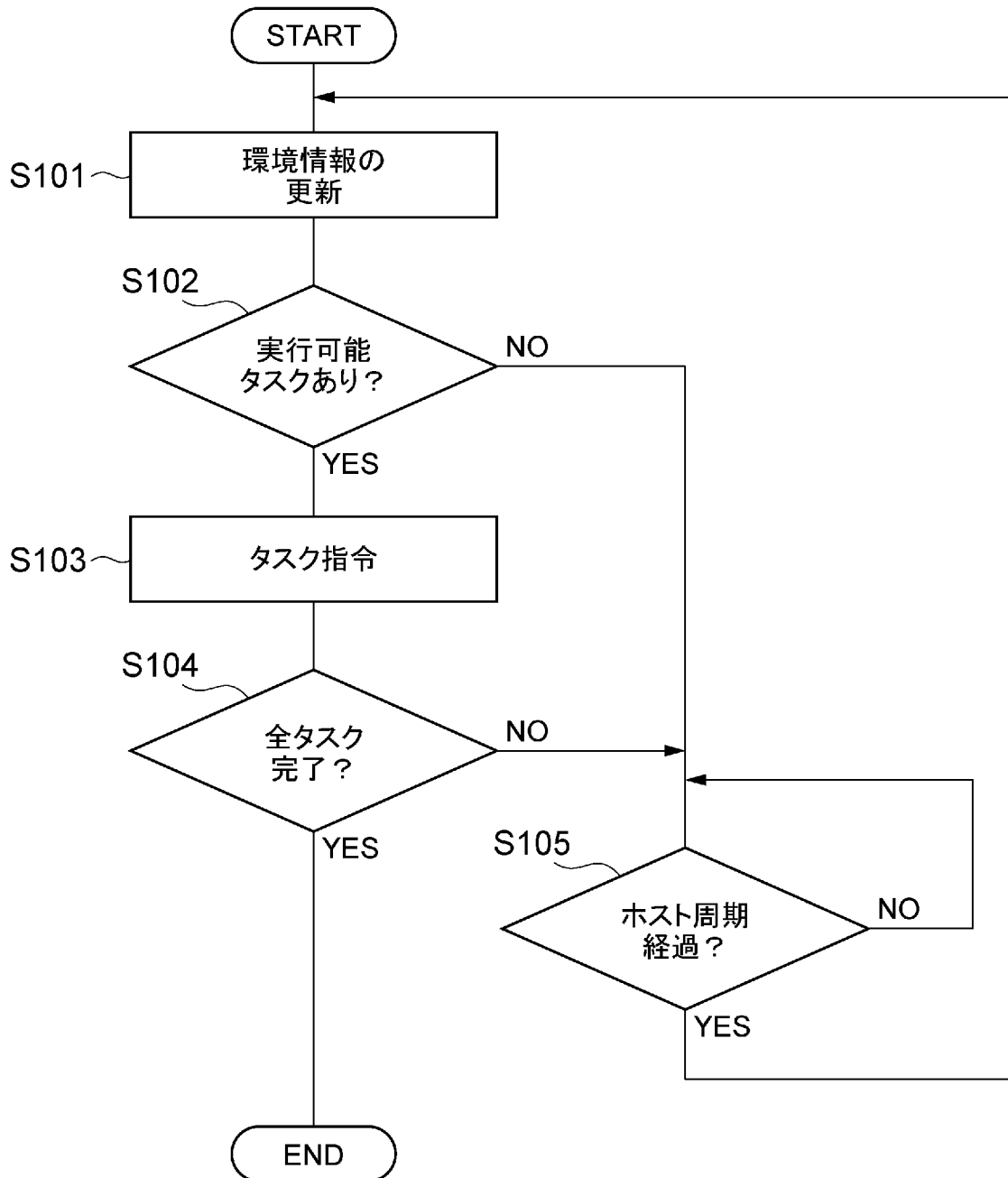
[図19]



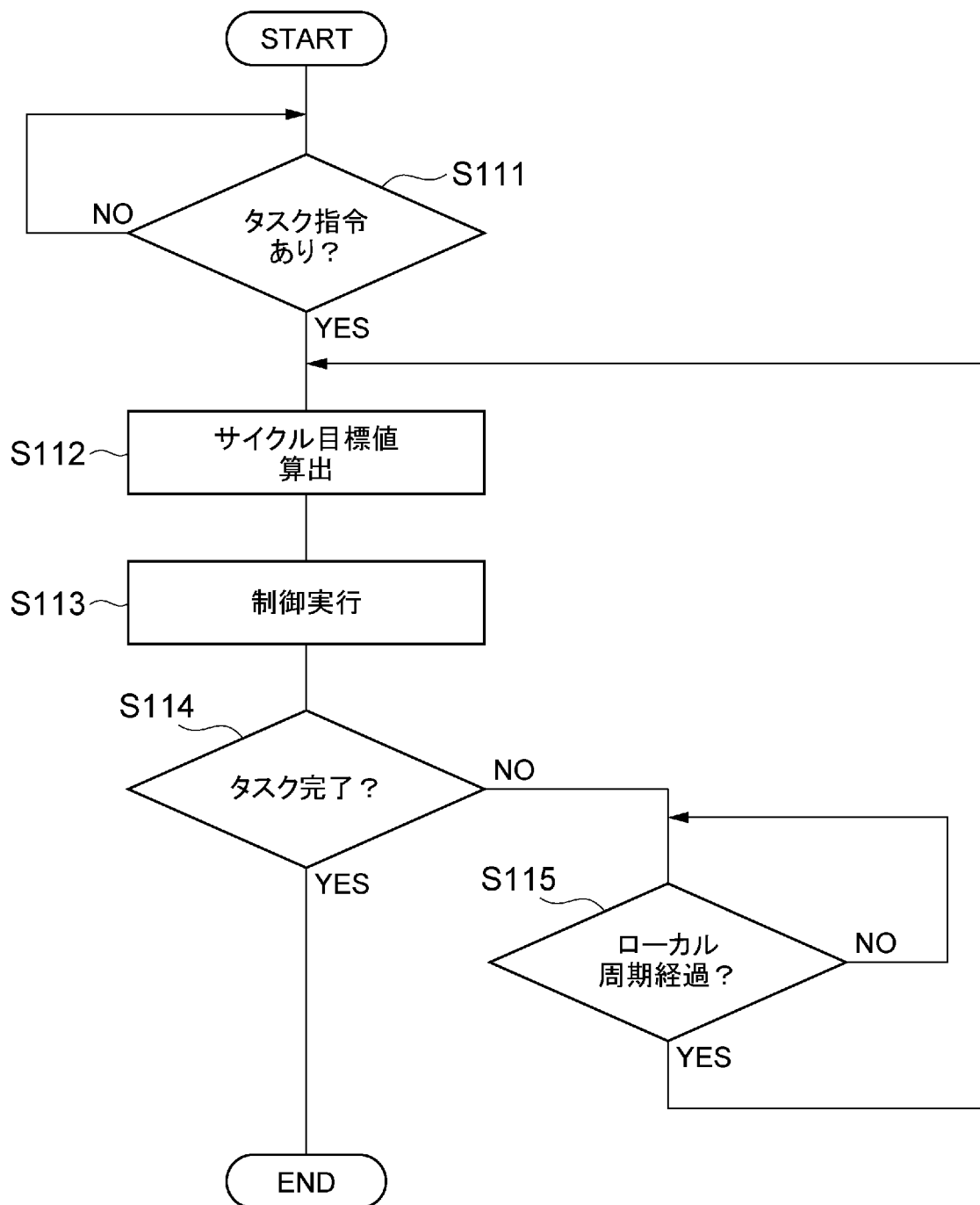
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/022792

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G05B 19/418</i> (2006.01)i; <i>B25J 13/00</i> (2006.01)i FI: G05B19/418 Z; B25J13/00 Z According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G05B19/418; B25J13/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2021-193543 A (YASKAWA ELECTRIC CORP.) 23 December 2021 (2021-12-23) paragraphs [0013]-[0026], [0091]-[0092], [0157], [0216], fig. 1, 14	1-3, 5
A	paragraphs [0013]-[0026], [0091]-[0092], [0157], [0216], fig. 1, 14	4, 6-18
Y	JP 10-3303 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 06 January 1998 (1998-01-06) paragraphs [0015]-[0019], fig. 1	1-3, 5
A	paragraphs [0015]-[0019], fig. 1	4, 6-18
A	JP 2017-102669 A (OMRON CORPORATION) 08 June 2017 (2017-06-08) entire text, all drawings	1-18
A	JP 2004-299049 A (KUKA ROBOTER GMBH) 28 October 2004 (2004-10-28) entire text, all drawings	1-18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 08 August 2023		Date of mailing of the international search report 29 August 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/022792

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-193543	A	23 December 2021	US 2023/0099602 A1 paragraphs [0049]-[0064], [0129]-[0130], [0195], [0259]- [0260], fig. 1, 14 EP 4144491 A1 CN 115697649 A	
JP	10-3303	A	06 January 1998	(Family: none)	
JP	2017-102669	A	08 June 2017	US 2018/0224836 A1 entire text, all drawings EP 3385800 A1 CN 107924178 A	
JP	2004-299049	A	28 October 2004	US 2005/0004707 A1 entire text, all drawings EP 1462895 A1 DE 10314025 A1 ES 2364652 T3	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 19/418(2006.01)i; B25J 13/00(2006.01)i FI: G05B19/418 Z; B25J13/00 Z		
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）） G05B19/418; B25J13/00 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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023年		
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 2021-193543 A (株式会社安川電機) 23.12.2021 (2021-12-23) 段落0013-0026、0091-00092、0157、0216、図1、 14	1-3,5
A	段落0013-0026、0091-00092、0157、0216、図1、 14	4,6-18
Y	JP 10-3303 A (三菱電機株式会社) 06.01.1998 (1998-01-06) 段落0015-0019、図1	1-3,5
A	段落0015-0019、図1	4,6-18
A	JP 2017-102669 A (オムロン株式会社) 08.06.2017 (2017-06-08) 全文,全図	1-18
A	JP 2004-299049 A (クーカ・ロボター・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテ ル・ハフツング) 28.10.2004 (2004-10-28) 全文,全図	1-18
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な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 08.08.2023	国際調査報告の発送日 29.08.2023	
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） 永井 友子 3P 1775 電話番号 03-3581-1101 内線 3363	

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/JP2023/022792

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2021-193543 A	23.12.2021	US 2023/0099602 A1 段落0049-0064、 0129-0130、0 195、0259-026 0、図1、14 EP 4144491 A1 CN 115697649 A	
JP 10-3303 A	06.01.1998	(ファミリーなし)	
JP 2017-102669 A	08.06.2017	US 2018/0224836 A1 全文,全図 EP 3385800 A1 CN 107924178 A	
JP 2004-299049 A	28.10.2004	US 2005/0004707 A1 全文,全図 EP 1462895 A1 DE 10314025 A1 ES 2364652 T3	