

(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
2016年8月11日(11.08.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/125259 A1

- (51) 国際特許分類:
C12M 1/00 (2006.01) B25J 11/00 (2006.01)
B25J 9/22 (2006.01) G05B 19/418 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/053020
- (22) 国際出願日: 2015年2月3日(03.02.2015)
- (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: 泉 哲郎(IZUMI, Tetsuro); 〒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). 仮屋崎 洋和(KARIYAZAKI, Hirokazu); 〒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). 梅野 真(UMENO, Makoto);

〒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). 一法師 達郎(IPPOSHI, Tatsuro); 〒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: 特許業務法人はるか国際特許事務所(HARUKA PATENT & TRADEMARK ATTORNEYS); 〒1600023 東京都新宿区西新宿三丁目1番4号 ウエル新都心ビル4階 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,

[続葉有]

(54) Title: ACTION COMMAND GENERATION DEVICE, ACTION COMMAND GENERATION METHOD, COMPUTER PROGRAM, AND PROCESSING SYSTEM

(54) 発明の名称: 動作指令生成装置、動作指令生成方法、コンピュータプログラム、及び処理システム

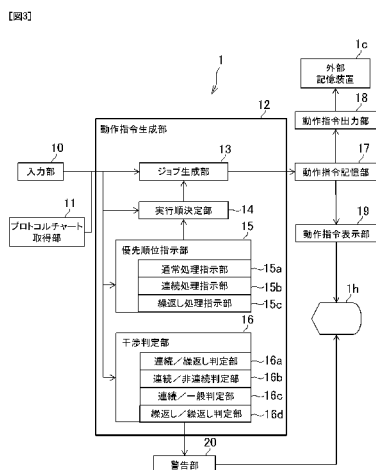


FIG. 3:
1c External storage unit
10 Input unit
11 Protocol chart acquisition unit
12 Action command generation unit
13 Job creation unit
14 Execution order determination unit
15 Priority instruction unit
15a Normal process instruction unit
15b Serial process instruction unit
15c Iterative process instruction unit
16 Interference determination unit
16a Serial/iterative determination unit
16b Serial/non-serial determination unit
16c Serial/general determination unit
16d Iterative/iterative determination unit
17 Action command output unit
18 Action command storage unit
19 Action command display unit
20 Warning unit

(57) Abstract: An action command generation device generates an action command, which is a collection of jobs to be performed by a processing system (200) including a robot (3), on the basis of a protocol chart containing a plurality of process symbols. The action command generation device comprises a priority instruction unit (15) for indicating the priority of conditions for determining the order of execution of jobs, and an execution order determination unit (14) for determining, when a plurality of containers are present, the order of execution of jobs created by a job creation unit according to the priority indicated by the priority instruction unit (15) using the following conditions: [1] jobs corresponding to the respective process symbols are repeated the same number of times as the number of the containers; and [2] the jobs corresponding to the respective process symbols are performed in the order corresponding to the sequence of the process symbols in the protocol chart. The action command generation device automatically generates an action command for causing the processing system including the robot to perform an experiment based on the protocol.

(57) 要約: 複数の処理シンボルを含むプロトコルチャートに基づいて、ロボット(3)を含む処理システム(200)に行わせるジョブの集合体である動作指令を生成する動作指令生成装置であって、ジョブの実行順を決定する条件の優先順位を指示する優先順位指示部(15)と、前記容器が複数ある場合に、前記ジョブ生成部により生成されるジョブの実行順を、[1]前記複数の処理シンボルそれぞれに対応するジョブが前記容器の数だけ繰返されて実行されること、[2]前記プロトコルチャートにおける前記複数の処理シンボルそれぞれの配置順番に対応した順番で前記複数の処理シンボルそれぞれに対応するジョブが実行されること、の条件を用い、前記優先順位指示部(15)により指示された優先順位で決定する実行順決定部(14)と、を有する動作指令生成装置により、プロトコルに基づく実験を、ロボットを含む処理システムに行わせるための動作指令を自動的に生成する。



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))

明 細 書

発明の名称：

動作指令生成装置、動作指令生成方法、コンピュータプログラム、及び処理システム

技術分野

[0001] 本発明は、動作指令生成装置、動作指令生成方法、コンピュータプログラム、及び処理システムに関する。

背景技術

[0002] 生化学や生物／生命工学の分野における、一連の検査や培養、増幅といった処理対象に対してする操作（以降、これらを一まとめにして「実験」と称する。）の作業手順や条件は一般にプロトコルと呼ばれらわされている。プロトコルは、実験について再現性のある結果を得、或いはその実験結果の検証を行う上で必要な情報である。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0003] 本発明は、プロトコルに基づく実験を、ロボットを含む処理システムに行わせるための動作指令を自動的に生成することをその課題とする。

課題を解決するための手段

[0004] 本発明の一の側面による動作指令生成装置は、処理対象を収容した容器に対する処理を表す複数の処理シンボルを少なくとも含むプロトコルチャートに基づいて、少なくともロボットを含む処理システムに行わせるジョブの集合体である動作指令を生成する動作指令生成装置であって、前記プロトコルチャートに基づいて、前記複数の処理シンボルそれぞれが示す処理のジョブを生成するジョブ生成部と、ジョブの実行順を決定する条件の優先順位を指示する優先順位指示部と、前記容器が複数ある場合に、前記ジョブ生成部により生成されるジョブの実行順を、少なくとも、〔１〕前記複数の処理シンボルそれぞれに対応するジョブが前記容器の数だけ繰返されて実行されるこ

と、〔２〕前記プロトコルチャートにおける前記複数の処理シンボルそれぞれの配置順番に対応した順番で前記複数の処理シンボルそれぞれに対応するジョブが実行されること、の条件を用い、前記優先順位指示部により指示された優先順位で決定する実行順決定部と、を有する。

[0005] また、本発明の別の側面による動作指令生成装置では、前記優先順位指示部は、前記条件〔１〕を〔２〕に優先させる指示をする通常処理指示部と、連続処理を指定された複数の前記処理シンボルについて、前記条件〔２〕を〔１〕に優先させる指示をする連続処理指示部と、を有してよい。

[0006] また、本発明の別の側面による動作指令生成装置では、前記ジョブ生成部は、さらに、繰返し処理を指定された１又は複数の前記処理シンボルについて、前記処理シンボルそれぞれに対応するジョブを、繰返し数だけ生成し、前記実行順決定部は、さらに、〔３〕繰返し処理を指定された処理シンボルに対応するジョブが、一括として指定された繰返し数だけ繰返し実行されること、の条件を有し、前記優先順位指示部は、前記条件〔１〕及び〔２〕を〔３〕に優先させる指示をする繰返し処理指示部をさらに有してよい。

[0007] また、本発明の別の側面による動作指令生成装置では、連続処理を指定された一群の前記処理シンボルと、繰返し処理を指定された一群の前記処理シンボルとが、互いに部分的に重複する場合に、警告する警告部をさらに有してもよい。

[0008] また、本発明の別の側面による動作指令生成装置では、前記警告部は、連続処理を指定された一群の前記処理シンボルと、連続処理からの除外が指定された一群の前記処理シンボルとの一方が他方を包含する場合に、警告してよい。

[0009] また、本発明の別の側面による動作指令生成装置では、前記警告部は、繰返し処理を指定された２の一群の前記処理シンボルが、互いに部分的に重複する場合に、警告してよい。

[0010] また、本発明の別の側面による動作指令生成装置では、前記警告部は、連続処理を指定された一群の前記処理シンボルと、他の前記処理シンボルとが

、連続処理を示す方向に交差する方向に配置されている場合に、警告してよい。

[0011] また、本発明の別の側面による動作指令生成装置では、前記警告部は、前記ジョブ生成部がジョブを生成する時に、警告を発してよい。

[0012] また、本発明の別の側面による動作指令生成装置では、前記ジョブ生成部により生成されるジョブは、連続処理を指定された一群の処理を容器数分繰り返す指令と、繰り返し処理を指定された一群の処理を繰り返し数分繰り返す指令と、を含む第1レベルジョブと、連続処理を指定された一群の処理以外の個々の処理を容器数分繰り返す指令と、連続処理を指定された一群の処理を1度行う指令とを含む第2レベルジョブと、を含んでよい。

[0013] また、本発明の別の側面によるコンピュータプログラムは、コンピュータを、上述の動作指令生成装置として機能させる。

[0014] また、本発明の別の側面による動作指令作成方法は、処理対象を収容した容器に対する処理を表す複数の処理シンボルを少なくとも含むプロトコルチャートに基づいて、少なくともロボットを含む処理システムに行わせるジョブの集合体である動作指令を生成する動作指令生成方法であって、前記プロトコルチャートに基づいて、前記複数の処理シンボルそれぞれが示す処理のジョブを生成し、ジョブの実行順を決定する条件の優先順位を指示し、前記容器が複数ある場合に、前記ジョブ生成部により生成されるジョブの実行順を、少なくとも、〔1〕前記複数の処理シンボルそれぞれに対応するジョブが前記容器の数だけ繰り返されて実行されること、〔2〕前記プロトコルチャートにおける前記複数の処理シンボルそれぞれの配置順番に対応した順番で前記複数の処理シンボルそれぞれに対応するジョブが実行されること、の条件を用い、指示された優先順位で決定する。

[0015] また、本発明の別の側面による処理システムは、上述の動作指令生成装置と、前記動作指令生成装置により生成された動作指令に基づき制御対象を制御するロボット制御装置と、前記ロボット制御装置の制御対象に含まれ、1又は2以上のアームで処理対象に対する処理を行うロボットと、を有する。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施形態に係る処理システムの物理的な構成を示す概略図である。

[図2]本発明の実施形態に係る動作指令生成装置の物理的な構成を示す構成ブロック図である。

[図3]本発明の実施形態に係る動作指令生成装置の機能ブロック図である。

[図4]本発明の実施形態に係る動作指令生成装置により取得されるプロトコルチャートの例を示す図である。

[図5]本発明の実施形態に係る動作指令生成装置により、図4に示すプロトコルチャートに基づいて生成される動作指令を示す概念図である。

[図6]本発明の実施形態に係る動作指令生成装置により、図4に示すプロトコルチャートに基づいて生成される動作指令のフローチャートである。

[図7]本実施形態に係る動作指令生成装置が、図4に示すプロトコルチャートに基づいて、図6に示す動作指令のフローを生成する際に、中間的に生成されるジョブのフローを示す図である。

[図8]本発明の実施形態に係る動作指令生成装置により、警告表示されるプロトコルチャートの第1の例を示す図である。

[図9]本発明の実施形態に係る動作指令生成装置により、警告表示されるプロトコルチャートの第2の例を示す図である。

[図10]本発明の実施形態に係る動作指令生成装置により、警告表示されるプロトコルチャートの第3の例を示す図である。

[図11]本発明の実施形態に係る動作指令生成装置により、警告表示されるプロトコルチャートの第4の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 本発明の発明者の知見によれば、生化学、生物／生命工学における実験において、所期の結果を得られる可能性、すなわち、実験の再現性は、実験者の技量に依存する部分が大きく、実験結果の信頼性の検証等に支障をきたす場合がある。そこで、発明者は、実験をロボットを用いて実施することで、

人為的要因を排除することを検討している。

[0018] しかしながら、これまで、プロトコルを記述する定まった書式は確立されておらず、それぞれの実験者が独自の書式でプロトコルを記述しているとみられる。そのため、あるプロトコルに基づいてロボットの動作を記述しようとする、そのプロトコルとロボットの動作のプログラミングの両方に精通した技術者が必要となり、また、プロトコルの書式が変わると対応できなくなるなど、プロトコルに基づいてロボットの動作を記述することは、実用上非現実的である。

[0019] そこで、本発明者は、プロトコルに基づく実験をロボットに行わせるための動作指令を自動的に生成することについて鋭意研究開発を行い、新規かつ独創的な動作指令生成装置等を発明するに至った。以下、かかる動作指令生成装置等について、実施形態を例示して説明する。

[0020] 図1は、本発明の実施形態に係る処理システム200の物理的な構成を示す概略図である。処理システム200は、プロトコルを図示したプロトコルチャートに基づき、ロボット3の動作指令を生成する動作指令生成装置1と、生成された動作指令に基づき、ロボット3を制御するロボット制御装置2と、ロボット制御装置2により制御され、実験を実行するロボット3とを含む。動作指令生成装置1自体は、専用の機器であってもよいが、ここでは一般的なコンピュータを使用して実現されている。すなわち、市販のコンピュータにおいて、当該コンピュータを動作指令生成装置1として動作させるコンピュータプログラムを実行することによりかかるコンピュータを動作指令生成装置1として使用する。かかるコンピュータプログラムは、一般にアプリケーションソフトウェアの形で提供され、コンピュータにインストールされて使用される。当該アプリケーションソフトウェアは、CD-ROMやDVD-ROMその他のコンピュータ読み取り可能な適宜の情報記録媒体に記録されて提供されてよく、また、インターネット等の各種の情報通信ネットワークを通じて提供されてもよい。あるいは、情報通信ネットワークを通じて遠隔地にあるサーバによりその機能が提供される、いわゆるクラウドコン

ピューティングにより実現されてもよい。また、ロボット制御装置2は、ここではロボット3と一体となって、又は別体に設けられており、動作指令生成装置1により生成された動作指令に基づいて、ロボット3に所望の動作を実行させる。

[0021] ロボット3は、多関節ロボットであり、処理対象に対する処理を行う。ロボット3は、アームによりピペット4を把持し操作する等、図示しあるいは図示しない実験器具を操作し、また、チューブ棚5に格納されたマイクロチューブ6を把持し、マイクロチューブ6をチューブ棚5からメインラック7等へ移動させるなど、図示しあるいは図示しない各種容器を移動させることができる。本実施形態では、ロボット3は、処理対象をマイクロチューブ6に注入する等、マイクロチューブ6に対する処理を行う場合、メインラック7にマイクロチューブ6を移動させ、メインラック7上で処理を行うようにしている。図1に示す例では、処理システム200には、さらに、攪拌機8と、遠心分離器9等が含まれるが、これらは実験を行う場合に用いられる器具の一例であり、これらの器具に加えて又は換えて、他の器具が含まれてもよい。例えば、処理システム200には、ペトリ皿を保管するラックや、マグネットラック等が含まれてもよい。また、ロボット3は図示した形態のものに限られず、単腕型ロボット等であってもよい。

[0022] 図2は、本発明の実施形態に係る動作指令生成装置1の物理的な構成を示すブロック図である。図2に示した構成は、動作指令生成装置1として用いられる一般的なコンピュータを示しており、CPU (Central Processing Unit) 1a、RAM (Random Access Memory) 1b、外部記憶装置1c、GC (Graphics Controller) 1d、入力デバイス1e及びI/O (Input/Output) 1fがデータバス1gにより相互に電気信号のやり取りができるよう接続されている。ここで、外部記憶装置1cはHDD (Hard Disk Drive) やSSD (Solid State Drive) 等の静的に情報を記録できる装置である。またGC 1dからの信号はフラットパ

ネルディスプレイ等の、使用者が視覚的に画像を認識するモニタ 1 h に出力され、画像として表示される。入力デバイス 1 e はキーボードやマウス、タッチパネル等の、ユーザが情報を入力するための機器であり、I/O 1 f は動作指令生成装置 1 が外部の機器と情報をやり取りするためのインタフェースである。

[0023] 図 3 は、本実施形態に係る動作指令生成装置 1 の機能ブロック図である。なお、ここで示した機能ブロックは、動作指令生成装置 1 が有する機能に着目して示したものであり、必ずしも各機能ブロックに 1 対 1 に対応する物理的構成が存在することを要しない。いくつかの機能ブロックは動作指令生成装置 1 の CPU 1 a 等の情報処理装置が特定のソフトウェアを実行することにより実現され、またいくつかの機能ブロックは動作指令生成装置 1 の RAM 1 b 等の情報記憶装置に特定の記憶領域が割り当てられることにより実現されてよい。

[0024] 動作指令生成装置 1 は、ユーザからの各種の入力を受け付ける入力部 1 0 と、プロトコルを図示したプロトコルチャートを取得するプロトコルチャート取得部 1 1 とを有する。また、動作指令生成装置 1 は、入力部 1 0 により受けつけられた入力、及びプロトコルチャート取得部 1 1 により取得されたプロトコルチャートに基づいて動作指令を生成する動作指令生成部 1 2 と、取得されたプロトコルチャートが所定の記述を含む場合に警告する警告部 2 0 とを有する。さらに、動作指令生成装置 1 は、生成中及び生成された動作指令の電子データを記憶する動作指令記憶部 1 7 と、動作指令記憶部 1 7 に記憶された動作指令の電子データを成形しモニタ 1 h に表示する動作指令表示部 1 9 と、生成された動作指令をロボットが読み取り可能な形式の電子ファイルとして出力する動作指令出力部 1 8 とを有する。

[0025] 入力部 1 0 は、通常は図 2 に示した入力デバイス 1 e により構成されるが、動作指令生成装置 1 がクラウドコンピューティングに用いられるアプリケーションサーバである場合には、遠隔地にある端末上でのユーザの操作情報が入力される I/O 1 f が該当することになる。

[0026] 動作指令生成部 12 には動作指令を生成するための種々の機能ブロックが含まれる。詳細は後ほど動作指令の生成手順を説明する際に合わせて説明するが、本実施形態に係る動作指令生成部 12 には、プロトコルチャートに含まれる処理シンボルが示す処理のジョブを、処理シンボルに関連付けられた容器数生成するジョブ生成部 13 が含まれる。また、動作指令生成部 12 には、ジョブ生成部により生成されるジョブの実行順を、優先順位指示部 15 に指示された優先順位に従って決定する実行順決定部 14 と、実行順決定部 14 がジョブの実行順を決定するにあたって用いる条件の優先順位を指定する優先順位指示部 15 と、プロトコルチャートにより表される処理の干渉を判定する干渉判定部 16 とが含まれる。

[0027] なお、本明細書において、動作指令とは、単一のジョブ又は複数のジョブが組み合わされたジョブの集合体であって、処理対象が収容される容器に対する一単位のものとして認識される処理を指示する指令をいうものとする。動作指令は、プロトコルチャートに表された個々のシンボルをロボットの単位動作であるジョブに変換し、変換されたジョブの実行順を加味しつつ統合することで生成される。

[0028] 優先順位指示部 15 には、通常処理指示部 15 a、連続処理指示部 15 b 及び繰返し処理指示部 15 c が含まれる。通常処理指示部 15 a は、後述する連続処理や繰返し処理が指定されていない複数の処理シンボルについて、実行順決定部 14 に対して、実行順決定部 14 が通常決定すべき処理の優先順位を指示する。連続処理指示部 15 b は、連続処理を指定された複数の処理シンボルについて、実行順決定部 14 に対して、連続処理に特有の優先順位を指示する。また、繰返し処理指示部 15 c は、繰返し処理を指定された 1 又は複数の処理シンボルについて、繰返し処理に特有の優先順位を指示する。

[0029] 干渉判定部 16 には、連続／繰返し判定部 16 a と、連続／非連続判定部 16 b と、連続／一般判定部 16 c と、繰返し／繰返し判定部 16 d とが含まれる。連続／繰返し判定部 16 a は、連続処理を指定された一群の処理シ

ンボルと、繰返し処理を指定された一群の処理シンボルとが、互いに部分的に重複するか否かを判定する。連続／非連続判定部 16 b は、連続処理を指定された一群の処理シンボルと、連続処理からの除外が指定された一群の処理シンボルとの一方が他方を包含するか否かを判定する。連続／一般判定部 16 c は、連続処理を指定された一群の処理シンボルと、他の処理シンボルとが、連続処理を示す方向に交差する方向に配置されているか否かを判定する。繰返し／繰返し判定部 16 d は、繰返し処理を指定された 2 の一群の処理シンボルが、互いに部分的に重複するか否かを判定する。

[0030] 図 4 は、本実施形態に係る動作指令生成装置 1 により取得されるプロトコルチャートの例を示す図である。

[0031] ここで、本明細書において、プロトコルチャートとは、プロトコルを視覚的に理解し得る態様で図示したものをいい、プロトコルとは生化学や生物・生命工学等の分野において処理対象に対しなされる前処理等の作業手順及び条件を指すものとする。また、処理対象とは、同分野において実験の対象となる材料をさす。一般には、細胞や DNA 等の生体組織の一部であることが多い。また、処理対象は一般に実験に特に適した器具、例えば、マイクロチューブ（遠心管）、ペトリ皿（シャーレ）やマイクロプレート（マイクロタイタープレート）に收容されて実験に供されるが、本明細書で単に容器と言えば、実験における処理対象の收容に適したこれらの器具を指すものとする。

[0032] また、便宜上、図 4 における上下方向を第 1 の方向と称し、第 1 の方向と交差する方向を第 2 の方向と称する。第 1 の方向と第 2 の方向との交差角度は必ずしも直角でなくともよいが、ここでは第 1 の方向と第 2 の方向は直交するものとする。そのため、第 2 の方向は図 4 における左右方向に向く。

[0033] 本例のプロトコルチャートは、基本的には、処理対象を收容する容器の初期状態を示す初期シンボル 100 と、その容器の最終状態を示す最終シンボル 101 を第 1 の方向に並べ、両者を初期シンボル 100 から最終シンボル 101 に向かう順序線 102 で第 1 の方向に接続し、順序線 102 に沿って

容器に対し行う個別の処理を示す処理シンボル 103 を配置したものである。図 4 に示す第 1 の例では、「T u b e」と記載された初期シンボル 100 及び最終シンボル 101 と、両者を接続する順序線 102 に関連付けられた複数の処理シンボル 103 とが記載されている。ここで、順序線 102 は、処理が行われる順序を矢線で表している。また、初期シンボル 100 に重ねて「× 2」と表示された容器数シンボル 104 が記載されている。容器数シンボル 104 は、初期シンボル 100 に重ねて配置されることで、初期シンボル 100 について順序線 102 で繋がれた複数の処理シンボルとの関連付けが明示されている。容器数シンボル 104 は、処理シンボル 103 が示す処理を 2 個の容器について行うことを表す。すなわち、本例のプロトコルチャートは、2 本のマイクロチューブについて、複数の処理シンボル 103 が示す処理を行うプロトコルを表す。

[0034] 本例のプロトコルチャートには、初期シンボル 100 側から順に、「A」と記載された処理シンボル 103 と、「B」と記載された処理シンボル 103 と、「C」と記載された処理シンボル 103 と、「D」と記載された処理シンボル 103 とが記載されている。ここで、例えば「A」と記載された処理シンボル 103 は、マイクロチューブに対して条件 A の下で処理 A を行うことを示している。処理の具体例としては、マイクロチューブの中に薬液を加える処理や、マイクロチューブ間で内容物を移送する処理、又はペトリ皿上に培養された細胞を取得するスクレープ処理等がある。

[0035] 複数の処理シンボル 103 のうち、「A」と記載された処理シンボル 103 と、「B」と記載された処理シンボル 103 とは、グループシンボル 106 で囲まれ、「S e r i e s O N」と表された連続処理シンボル 106 a が重ねて配置されることで、連続処理を指定された一群の処理シンボルとなっている。また、「C」と記載された処理シンボル 103 と、「D」と記載された処理シンボル 103 とは、グループシンボル 106 で囲まれ、「S e r i e s O F F」と表された非連続処理シンボル 106 b が重ねて配置されることで、連続処理からの除外が指定された一群の処理シンボルとなって

いる。

[0036] ここで、グループシンボル 106 は、一群の処理シンボル 103 を 1 つのグループにまとめて一群の処理シンボルとするものである。グループシンボル 106 は、プロトコルチャートを記載するユーザが、個々の処理を集めてユーザ定義の処理を記述する場合に用いられる。連続処理シンボル 106 a は、連続処理を指定された一群の処理シンボルが示す処理を、容器毎に連続して行うことを表す。また、非連続処理シンボル 106 b は、連続処理からの除外が指定された一群の処理シンボルが示す処理（非連続処理）を、処理毎に全容器に対して並行して行うことを表す。

[0037] 本例のプロトコルチャートには、繰返し線 105 と、繰返し線 105 に重ねて「×3」と表された繰返し数シンボル 105 a とが記載されている。繰返し線 105 は、繰返し線 105 で指定される範囲に含まれる処理シンボル 103 が示す処理を、繰返し数シンボル 105 a が表す数だけ繰返し行わせること（繰返し処理）を表す。本例の場合、繰返し線 105 及び繰返し数シンボル 105 a は、処理 A、B、C 及び D を 3 回繰返すことを表す。本例のプロトコルチャートでは、容器数シンボル 104 により、処理 A、B、C 及び D は 2 本のマイクロチューブに対して行われることが表されているから、繰返し線 105 及び繰返し数シンボル 105 a と併せて、処理 A、B、C 及び D は、2 本のマイクロチューブそれぞれについて、3 回繰返し行うことが表されている。

[0038] 本例のプロトコルチャートに示すように、繰返し処理は、連続処理又は非連続処理と併せて指定することができる。また、1 本の順序線 102 に対して複数の繰返し線 105 を配置してもよいし、グループシンボル 106 が 1 又は複数のグループシンボル 106 で囲まれた処理シンボル 103 を含んでもよい。ただし、繰返し処理と連続処理を併せて指定する場合、両者が干渉しないように指定する必要がある。また、繰返し処理を複数指定する場合には繰返し処理同士の干渉が起こらないように指定する必要がある、グループシンボル 106 により他のグループシンボル 106 を囲む場合には連続処理

と非連続処理の干渉が起こらないように指定する必要がある。さらに、連続処理と他の一般の処理が干渉しないように指定する必要もある。これらの干渉判定については、後に詳細に説明する。

[0039] 本実施形態において、ジョブ生成部13は、処理システム200に対して、処理シンボル103が示す処理を行わせるジョブを、処理シンボル103に関連付けられた容器数（容器数シンボル104で表された容器数）生成する。さらに、ジョブ生成部13は、繰返し処理を指定された1又は複数の処理シンボル103について、繰返し数（繰返し数シンボル105aで表された繰返し数）だけジョブを繰返し生成する。したがって、ジョブ生成部13は、1の処理シンボル103に関し、同処理シンボル103に関連付けられた容器数と、同処理シンボル103に指定された繰返し数の積に等しい個数のジョブを生成することになる。また、本実施形態において、実行順決定部14は、ジョブ生成部13により生成されるジョブの実行順を、[1]複数の処理シンボル103それぞれに対応するジョブが容器数だけ繰返されて実行されること、[2]プロトコルチャートにおける複数の処理シンボル103それぞれの配置順番に対応した順番で複数の処理シンボル103それぞれに対応するジョブが実行されること、さらに、[3]繰返し処理を指定された処理シンボル103に対応するジョブが、一括として指定された繰返し数だけ繰返し実行されること、の条件を用い、優先順位指示部15により指示された優先順位で決定する。また、優先順位指示部15は、実行順決定部14に対し、各条件の優先順位を指示する。

[0040] 通常処理指示部15aは、連続処理も、繰返し処理も指定されていない複数の処理シンボル103について、[1]を[2]に優先させる指示をする。これに対し、連続処理指示部15bは、連続処理を指定された複数の処理シンボル103について、実行順決定部14に対して、[2]を[1]に優先させる指示をする。さらに、繰返し処理指示部15cは、繰返し処理を指定された1又は複数の処理シンボル103について、実行順決定部14に対して、[1]及び[2]を[3]に優先させる指示をする。これらの本実施

形態に係る動作指令生成装置 1 の機能について、次図を参照しつつ説明する。

[0041] 図 5 は、本発明の実施形態に係る動作指令生成装置 1 により、図 4 に示すプロトコルチャートに基づいて生成される動作指令を示す概念図である。本実施形態に係る動作指令生成装置 1 は、プロトコルチャート取得部 11 により、図 4 に示すプロトコルチャートを取得し、はじめに初期シンボル 100 が示す処理を、ロボット 3 を含む処理システムに行わせるジョブを生成する（ST10）。初期シンボル 100 は、チューブ棚 5 に収容されたマイクロチューブ 6 をメインラック 7 に配置する処理を表す。ここで、容器数シンボル 104 に従い、2 本のマイクロチューブ 6 をメインラック 7 に配置させるジョブが生成される。ジョブ生成部 13 は、処理システム 200 に含まれるロボット 3 に対して、マイクロチューブ 6 をチューブ棚 5 から移動させてメインラック 7 に配置させる動作を、マイクロチューブ 6 の配置位置分だけオフセットして、2 本のマイクロチューブ 6 について繰返し行わせるジョブを生成する。

[0042] 次に、ジョブ生成部 13 は、「A」と記載された処理シンボル 103 及び「B」と記載された処理シンボル 103 に基づいて、処理シンボル 103 に関連付けられた容器数（容器数シンボル 104 が表す容器数である 2）だけ、処理システム 200 に対して処理 A 及び処理 B を行わせるジョブを生成する。このとき、実行順決定部 14 は、処理シンボル 103 に連続処理も繰返し処理も指定されていない場合は、通常処理指示部 15a からの指示に従い、前述の条件 [1] を [2] に優先させて、ジョブの実行順を決定する。処理 A を行わせるジョブ及び処理 B を行わせるジョブは、それぞれ 2 本のマイクロチューブ 6 に対して行われるため、2 つのジョブが 1 の処理シンボル 103（「A」と記載された処理シンボル 103 又は「B」と記載された処理シンボル 103）に対応している。そのため、原則として、処理シンボル 103 の配置位置よりも、処理 A 及び処理 B が 2 本のマイクロチューブ 6 について行われることが優先され、処理 A を 2 本のマイクロチューブ 6 に対して行

わせた後、処理Bを2本のマイクロチューブ6に対して行わせるという実行順でジョブが生成される。

[0043] しかしながら、図4に示すプロトコルチャートにおいて、「A」と記載された処理シンボル103及び「B」と記載された処理シンボル103は、連続処理が指定された複数の処理シンボル103である。そのため、連続処理指示部15bは、実行順決定部14に対して、上記の条件[2]を[1]に優先させる指示をする。すなわち、連続処理指示部15bは、「A」と記載された処理シンボル103が初期シンボル100側（順序線102について上流側）に配置され、「B」と記載された処理シンボル103が最終シンボル101側（順序線102について下流側）に配置されているという処理シンボル103の配置順番に対応した順番で複数の処理シンボルそれぞれに対応するジョブを実行することを、1の処理シンボル103に対応する2つのジョブを容器の数（＝2）だけ繰返し実行することに対して優先させる。その結果、ジョブ生成部14は、処理システム200に対して、単一のマイクロチューブについて処理Aを行わせるジョブ（ST11）と、処理Bを行わせるジョブ（ST12）とを、2本のマイクロチューブについて繰り返すジョブを生成する。

[0044] 次に、ジョブ生成部13は、「C」と記載された処理シンボル103及び「D」と記載された処理シンボル103に基づいて、処理シンボル103に関連付けられた容器数（容器数シンボル104が表す容器数である2）だけ、処理システム200に対して処理C及び処理Dを行わせるジョブを生成する。ここで、「C」と記載された処理シンボル103及び「D」と記載された処理シンボル103は、連続処理からの除外が指定された一群の処理シンボル103だから、これら処理シンボル103に対しては、通常処理指示部15による指示通り、処理C及び処理Dが2本のマイクロチューブ6について行われることを優先してジョブの実行順を決定する。その結果、ジョブ生成部13は、処理システム200に対して、処理Cを2本のマイクロチューブ6について行わせるジョブ（ST13）と、処理Dを2本のマイクロチュ

ープ6について行わせるジョブ（ST14）とを生成する。

[0045] さらに、「A」～「D」と記載された処理シンボル103には、繰返し処理が指定されており、その繰返し回数は3であるから、ジョブ生成部13は、この繰返し回数の分だけ、各処理シンボルに対応するジョブを繰返し生成する。そして、繰返し指示部15cは、実行順決定部14に対して、上記の条件[1]及び[2]を[3]に優先させる指示をする。その結果、例えば繰返し回数が1回目であるジョブについては、当該繰返し回数の中で条件[1]及び[2]に基づいて、生成されるジョブの実行順が決定される。条件[1]と[2]のいずれが優先されるかは、前述したとおり、通常処理指示部15aと連続処理指示部15bのいずれかからの指示がなされるかにより定まる。当該繰返し回数に属するジョブの実行が全てなされるようにその順番が決定されると、続いて、次の繰返し回数に属するジョブの実行順が同様に決定される。このようにして、繰返し処理を指定された処理シンボルに対応するジョブが、一括として指定された繰返し数だけ繰返し実行されることになる。

[0046] 最後に、ジョブ生成部13は、最終シンボル101に基づいて、処理システム200に対して、2本のマイクロチューブ6を4℃の恒温槽に収容させるジョブを生成する（S15）。

[0047] 図6は、本発明の実施形態に係る動作指令生成装置1により、図4に示すプロトコルチャートに基づいて生成される動作指令のフローチャートである。図4に示すプロトコルチャートに基づいて生成される動作指令は、第1マイクロチューブ（チューブ棚5に収容された1本目のマイクロチューブ6）をチューブ棚5から移動させてメインラック7に配置させるジョブ（ST20）から始まる。続いて、第2マイクロチューブ（チューブ棚5に収容された2本目のマイクロチューブ6）をチューブ棚5から移動させてメインラック7に配置させるジョブ（ST21）が実行される。

[0048] そして、連続処理が指定された処理Aと処理Bについて、第1マイクロチューブについて処理Aを行わせるジョブが実行され（ST22）、第1マイ

クロチューブについて処理Bを行わせるジョブが実行される（ST23）。続いて、第2マイクロチューブについて処理Aを行わせるジョブが実行される（ST24）、第2マイクロチューブについて処理Bを行わせるジョブが実行される（ST25）。

[0049] 次に、連続処理からの除外が指定された処理Cと処理Dについて、第1マイクロチューブについて処理Cを行わせるジョブが実行される（ST26）、第2マイクロチューブについて処理Cを行わせるジョブが実行される（ST27）。さらに、第1マイクロチューブについて処理Dを行わせるジョブが実行される（ST28）、第2マイクロチューブについて処理Dを行わせるジョブが実行される（ST29）。

[0050] そして、2本のマイクロチューブ6に対する処理A、処理B、処理C及び処理Dが、繰返し数である3回繰返し行われたかが判定される（ST30）、3回行われていない場合には、ST22～ST29の処理を行わせるジョブがさらに実行される。処理A、処理B、処理C及び処理Dが、3回繰返し行われたと判定されると、第1マイクロチューブを所定の場所に収容する処理を行わせるジョブが実行される（ST31）、第2マイクロチューブを所定の場所に収容する処理を行わせるジョブが実行される（ST32）。

[0051] 本実施形態に係るジョブ生成部13により生成されるジョブは、連続処理を指定された一群の処理を容器数分繰返す指令と、繰返し処理を指定された一群の処理を繰返し数分繰返す指令と、を含む第1レベルジョブと、連続処理を指定された一群の処理以外の個々の処理を容器数分繰返す指令と、連続処理を指定された一群の処理を1度行う指令とを含む第2レベルジョブと、を含む。

[0052] 図7は、本実施形態に係る動作指令生成装置1が、図4に示すプロトコルチャートに基づいて、図6に示す動作指令のフローを生成する際に、中間的に生成されるジョブのフローを示す図である。本実施形態では、ジョブを第1レベルジョブと第2レベルジョブとに分け、階層構造とすることで、プロトコルチャートを円滑に動作指令へと変換している。図7では、ジョブの階

層構造を示すために、第1レベルジョブを左側に、第2レベルジョブを右側に示した。

[0053] はじめに、図4のプロトコルチャートに含まれる初期シンボル100は、第2レベルジョブとしてマイクロチューブを準備するジョブに変換される（ST40）。ここで、容器数が2であることは、このジョブが2つの容器に対して繰返し行われる動作指令に変換されることを意味する。これに対し、連続処理シンボル106aは、第1レベルジョブである連続処理指令に変換される（ST41）。連続処理指令は、連続処理指令に属する第2レベルジョブを容器番号1～2に対して繰り返すことを示している。ここで、連続処理指令に属する第2レベルジョブは、処理Aを行わせるジョブ（ST42）及び処理Bを行わせるジョブ（ST43）であり、これらは容器数が1であり、複数容器に対する繰返し動作は行わない。処理A及び処理Bがその対象とする容器の番号は、連続処理指令により指定される。すなわち、連続処理指令は、容器番号を順に指定して、容器数が1である第2レベルジョブを繰返し呼び出す指令である。処理A及び処理Bは、容器番号1について連続処理指令によって順に呼び出され、次いで容器番号2について順に呼び出され、これにより連続処理の順が決定されることになる。

[0054] 処理C及び処理Dを行わせるジョブは、通常の処理の順であるから、それぞれ、容器数を2とする第2レベルジョブで記述され、動作指令に変換される（ST44、ST45）。

[0055] 繰返し処理指令（ST46）は、繰返し回数だけ、繰返し指定がなされた範囲の先頭に処理を戻す指令である。繰返し処理指令は、繰返し処理指令に属する第2レベルジョブを繰返し回数1～3だけ繰り返すことを示している。ここで、繰返し処理指令に属する第2レベルジョブは、連続処理指令がされた処理A及び処理Bと、通常の処理である処理C及び処理Dである。これにより、繰返し処理が指定された範囲内にある第2レベルジョブが繰返し回数だけ繰返しあらわれることになり、繰返しについての順が決定されることとなる。

- [0056] 最後に、最終シンボル 101 は、第2レベルジョブとしてマイクロチューブを収容するジョブに変換される（ST47）。ここで、容器数が2であることは、このジョブが2つの容器に対して繰返し行われる動作指令に変換されることを意味する。
- [0057] 以上のように、第1レベルジョブは第2レベルジョブを呼び出すことにより、間接的に動作指令へと変換される命令である。そして、第2レベルジョブは、ロボット3のジョブに直接変換される命令である。このように、階層化されたデータ構造とすることで、直接的に動作指令に変換される命令群として用意した第2レベルジョブを追加することなく、これを活用して連続処理や繰返し処理等の高度な制御が実現できる。
- [0058] 本実施形態に係るジョブ生成部13は、連続処理ジョブ生成部と、繰返し処理ジョブ生成部と、個別処理ジョブ生成部とを含む。連続処理ジョブ生成部は、連続処理を指定された複数の処理シンボル103が示す処理を、処理システム200に容器数（容器数シンボル104で表された数）分繰り返させるジョブを生成する。繰返し処理ジョブ生成部は、繰返し処理を指定された1又は複数の処理シンボル103が示す処理を、処理システム200に繰返し数（繰返し数シンボル105a）分繰り返させるジョブを生成する。また、個別処理ジョブ生成部は、連続処理を指定されていない処理シンボル103が示す処理を、処理システム200に容器数分繰り返させるジョブを生成し、連続処理を指定された処理シンボル103が示す処理を、処理システム200に1度行わせるジョブを生成する。これにより、ジョブ生成部13により第1レベルジョブと第2レベルジョブという階層化されたジョブが生成され、系統的なジョブ生成が行われ、ジョブの管理が容易となる。
- [0059] なお、後述するように、プロトコルチャートの第1の方向についての配置位置が同じ処理シンボル103については、第2の方向についての配置位置に基づいてジョブの実行順が決定される。本実施形態に係る実行順決定部14の場合、プロトコルチャートの左に配置された処理シンボル103が示す処理を優先して実行するようにジョブの実行順を決定する。

[0060] 本実施形態に係る動作指令生成装置 1 によれば、同じ処理を複数の容器に対して繰返し行う場合に、ロボット 3 を効率的に動作させる動作指令が自動的に生成される。また、同じ処理を複数の容器に対して繰返し行う場合に、ロボット 3 のアーム位置を容器毎にオフセットして、容器数だけ同じ処理を繰り返す動作指令が自動的に生成される。さらに、連続処理が指定された複数の処理シンボル 103 を含むプロトコルチャートに基づいて、容器毎に連続処理を行わせる動作指令が自動的に生成される。

[0061] 本実施形態に係る動作指令生成装置 1 によれば、繰返し処理が指定された 1 又は複数の処理シンボル 103 を含むプロトコルチャートに基づいて、繰返し処理を行わせる動作指令が自動的に生成される。繰返し処理は、プロトコルチャートにおいて繰返し線 105 及び繰返し数シンボル 105a を配置することで表される。本実施形態に係る動作指令生成装置 1 によれば、繰返し線 105 及び繰返し数シンボル 105a を用いて簡潔に記載されたプロトコルチャートに基づいて、繰返し処理を行わせる動作指令が自動的に生成される。

[0062] 図 8 は、本発明の実施形態に係る動作指令生成装置 1 により、警告表示されるプロトコルチャートの第 1 の例を示す図である。図 8 に示すプロトコルチャートでは、繰返し線 105 が、「A」と記載された処理シンボル 103 と「B」と記載された処理シンボル 103 との間に配置されている。一方、図 4 に示すプロトコルチャートでは、繰返し線 105 が、初期シンボル 100 と「A」と記載された処理シンボル 103 との間に配置されていた。

[0063] 本例のプロトコルチャートでは、繰返し線 105 が、連続処理が指定された一群の処理シンボル 103（「A」と記載された処理シンボル 103 と「B」と記載された処理シンボル 103）の間に配置されている。そのため、処理 A、処理 B、処理 C 及び処理 D を一度行わせた後、処理 B 以降を繰返し行わせることとなるが、処理 A と処理 B は連続処理が指定されているため、処理 B のみを行うことは、当該連続処理の指定とは両立しない。

[0064] 本実施形態に係る連続／繰返し判定部 16a は、プロトコルチャート取得

部 1 1 により取得されたプロトコルチャートに基づき、連続処理を指定された一群の処理シンボルと、繰返し処理を指定された一群の処理シンボルとが、互いに部分的に重複するか否かを判定する。本例のプロトコルチャートの場合、連続／繰返し判定部 1 6 a は、連続処理を指定された一群の処理シンボル（「A」と記載された処理シンボル 1 0 3 と「B」と記載された処理シンボル 1 0 3）と、繰返し処理を指定された一群の処理シンボル（「B」と記載された処理シンボル 1 0 3 と、「C」と記載された処理シンボル 1 0 3 と、「D」と記載された処理シンボル 1 0 3）とは、「B」と記載された処理シンボル 1 0 3 において互いに部分的に重複していると判定する。

[0065] 連続／繰返し判定部 1 6 a による判定を受けて、警告部 2 0 は動作指令生成装置 1 のユーザに対して警告をする。警告は、例えばモニタ 1 h に警告文を表示することにより行われる。

[0066] 本実施形態に係る警告部 2 0 は、ジョブ生成部 1 3 がジョブを生成する時に、警告を発する。警告部 2 0 が警告を発するタイミングは、必ずしも動作指令生成装置 1 がロボット制御装置 2 に対して読み込ませる動作指令を生成する時でなくてもよく、動作指令生成装置 1 がプロトコルチャートに基づいて動作指令の生成をシミュレートする時であってもよい。

[0067] 本実施形態に係る動作指令生成装置 1 によれば、連続処理の指定と繰返し処理の指定とが両立しない場合に警告が発せられ、連続処理と繰返し処理の干渉が防止される。動作指令生成装置 1 のユーザは、連続処理と繰返し処理が干渉する警告を受けて、プロトコルチャートを編集して、矛盾の無いプロトコルを記載することができる。また、動作指令生成装置 1 のユーザは、ジョブを生成する時まで、不要な警告に煩わされることなくプロトコルチャートを自由に編集することができる。

[0068] 図 9 は、本発明の実施形態に係る動作指令生成装置 1 により、警告表示されるプロトコルチャートの第 2 の例を示す図である。図 9 に示すプロトコルチャートでは、連続処理シンボル 1 0 6 a が関連付けられたグループシンボル 1 0 6 の内部に、非連続処理シンボル 1 0 6 b が関連付けられたグループ

シンボル 106 が配置されている。

[0069] 本例のプロトコルチャートでは、連続処理が指定された一群の処理シンボル 103（「A」と記載された処理シンボル 103 と、「B」と記載された処理シンボル 103 と、「C」と記載された処理シンボル 103 と、「D」と記載された処理シンボル 103）が、連続処理からの除外が指定された一群の処理シンボル 103（「B」と記載された処理シンボル 103 と「C」と記載された処理シンボル 103）を包含する。そのため、「B」と記載された処理シンボル 103 及び「C」と記載された処理シンボル 103 について、連続処理の指定と連続処理からの除外の指定とが両立しない。

[0070] 本実施形態に係る連続／非連続判定部 16b は、プロトコルチャート取得部 11 により取得されたプロトコルチャートに基づき、連続処理を指定された一群の処理シンボルと、連続処理からの除外が指定された一群の処理シンボルとの一方が他方を包含するか否かを判定する。本例のプロトコルチャートの場合、連続／非連続判定部 16b は、連続処理を指定された一群の処理シンボル（「A」と記載された処理シンボル 103 と、「B」と記載された処理シンボル 103 と、「C」と記載された処理シンボル 103 と、「D」と記載された処理シンボル 103）と、繰返し処理を指定された一群の処理シンボル（「B」と記載された処理シンボル 103 と「C」と記載された処理シンボル 103）とのうち、連続処理を指定された一群の処理シンボルが、連続処理からの除外が指定された一群の処理シンボルを包含していると判定する。

[0071] 連続／非連続判定部 16b による判定を受けて、警告部 20 は、例えばモニタ 1h に警告文を表示することにより、動作指令生成装置 1 のユーザに対して警告をする。警告部 20 は、ジョブ生成部 13 がジョブを生成する時に警告を発してよい。

[0072] 本実施形態に係る動作指令生成装置 1 によれば、連続処理の指定と非連続処理の指定とが両立しない場合に警告が発せられ、連続処理と非連続処理の干渉が防止される。動作指令生成装置 1 のユーザは、連続処理と非連続処理

が干渉する警告を受けて、プロトコルチャートを編集して、矛盾の無いプロトコルを記載することができる。また、動作指令生成装置 1 のユーザは、ジョブを生成する時まで、不要な警告に煩わされることなくプロトコルチャートを自由に編集することができる。

[0073] 図 10 は、本発明の実施形態に係る動作指令生成装置 1 により、警告表示されるプロトコルチャートの第 3 の例を示す図である。図 10 に示すプロトコルチャートは、2 本のマイクロチューブそれぞれに対して処理 A 及び処理 B を連続して行い、その後処理 C を行うプロトコルと、1 本のマイクロチューブに対して処理 D と処理 E を行うプロトコルを表す。

[0074] 本実施形態に係る動作指令生成装置 1 は、実行順決定部 14 によりジョブの実行順を決定するにあたって、プロトコルチャートにおける処理シンボル 103 の配置位置を参照する。実行順決定部 14 は、第 1 の方向（連続処理を示す方向、図 10 の上下方向）について同じ位置に複数の処理シンボル 103 が配置されている場合、第 2 の方向（第 1 の方向に交差する方向、図 10 の左右方向）についての配置位置に基づいて、ジョブの実行順を決定する。具体的に、本実施形態に係る動作指令生成装置 1 は、プロトコルチャートの左側に配置された処理シンボル 103 が示す処理ほど先に行われるようにジョブの実行順を決定する。そのため、処理 C と処理 E では、処理 C の実行が優先され、2 本のマイクロチューブに対して処理 C を行わせた後、他の 1 本のマイクロチューブに対して処理 E を行わせる動作指令が生成される。しかしながら、「A」と記載された処理シンボル 103 と、「D」と記載された処理シンボル 103 とは、第 1 の方向（連続処理を示す方向）に交差する第 2 の方向に配置されており、処理 A 及び処理 B についての連続処理の指示と、処理 A の後に処理 D を行う指示とは両立しない。

[0075] 本実施形態に係る連続／一般判定部 16c は、プロトコルチャート取得部 11 により取得されたプロトコルチャートに基づき、連続処理を指定された一群の処理シンボルと、他の処理シンボルとが、連続処理を示す方向に交差する方向に配置されているか否かを判定する。本例のプロトコルチャートの

場合、連続／一般判定部 16c は、連続処理を指定された一群の処理シンボル（「A」と記載された処理シンボル 103 と、「B」と記載された処理シンボル 103）と、他の処理シンボル（「D」と記載された処理シンボル 103）とが、連続処理を示す方向に交差する方向（図 10 に示すプロトコルチャートにおける左右方向）に配置されていると判定する。

[0076] 連続／一般判定部 16c による判定を受けて、警告部 20 は、例えばモニタ 1h に警告文を表示することにより、動作指令生成装置 1 のユーザに対して警告をする。警告部 20 は、ジョブ生成部 13 がジョブを生成する時に警告を発してよい。

[0077] 本実施形態に係る動作指令生成装置 1 によれば、連続処理の指示と一般の処理の指示とが両立しない場合に警告が発せられ、連続処理と一般の処理の干渉が防止される。動作指令生成装置 1 のユーザは、連続処理と一般の処理が干渉する警告を受けて、プロトコルチャートを編集して、矛盾の無いプロトコルを記載することができる。また、動作指令生成装置 1 のユーザは、ジョブを生成する時まで、不要な警告に煩わされることなくプロトコルチャートを自由に編集することができる。

[0078] 図 11 は、本発明の実施形態に係る動作指令生成装置 1 により、警告表示されるプロトコルチャートの第 4 の例を示す図である。図 11 に示すプロトコルチャートでは、「×3」と表された繰り返し数シンボル 105a が関連付けられた繰り返し線 105 と、「×4」と表された繰り返し数シンボル 105a が関連付けられた繰り返し線 105 の 2 本の繰り返し線 105 が配置されている。

[0079] 本例のプロトコルチャートでは、繰り返し処理が指定された一群の処理シンボル 103（「A」と記載された処理シンボル 103 と「B」と記載された処理シンボル 103）が、もう 1 つの繰り返し処理が指定された一群の処理シンボル 103（「B」と記載された処理シンボル 103 と、「C」と記載された処理シンボル 103 と、「D」と記載された処理シンボル 103）とが、「B」と記載された処理シンボル 103 について重複する。ここで、処理

Aと処理Bを3回繰返し行わせる指示と、処理Bと処理Cと処理Dを4回繰返し行わせる指示とは両立しない。

[0080] 本実施形態に係る繰返し／繰返し判定部16dは、プロトコルチャート取得部11により取得されたプロトコルチャートに基づき、繰返し処理を指定された2の一群の処理シンボルが、互いに部分的に重複するか否かを判定する。本例のプロトコルチャートの場合、繰返し／繰返し判定部16dは、繰返し処理を指定された一群の処理シンボル（「A」と記載された処理シンボル103と「B」と記載された処理シンボル103）と、繰返し処理を指定された一群の処理シンボル（「B」と記載された処理シンボル103と、「C」と記載された処理シンボル103と、「D」と記載された処理シンボル103）が、互いに部分的に重複すると判定する。

[0081] 繰返し／繰返し判定部16dによる判定を受けて、警告部20は、例えばモニタ1hに警告文を表示することにより、動作指令生成装置1のユーザに対して警告をする。警告部20は、ジョブ生成部13がジョブを生成する時に警告を発してよい。

[0082] 本実施形態に係る動作指令生成装置1によれば、2の繰返し処理が部分的に重複して指定される場合に警告が発せられ、繰返し処理同士の干渉が防止される。動作指令生成装置1のユーザは、繰返し処理同士が干渉する警告を受けて、プロトコルチャートを編集して、矛盾の無いプロトコルを記載することができる。また、動作指令生成装置1のユーザは、ジョブを生成する時まで、不要な警告に煩わされることなくプロトコルチャートを自由に編集することができる。

[0083] 以上説明した実施形態の構成は具体例として示したものであり、本明細書にて開示される発明をこれら具体例の構成そのものに限定することは意図されていない。当業者はこれら開示された実施形態に種々の変形、例えば、機能や操作方法の変更や追加等を加えてもよく、また、フローチャートに示した制御は、同等の機能を奏する他の制御に置き換えてもよい。本明細書にて開示される発明の技術的範囲は、そのようになされた変形をも含むものと理

解すべきである。

請求の範囲

- [請求項1] 処理対象を収容した容器に対する処理を表す複数の処理シンボルを少なくとも含むプロトコルチャートに基づいて、少なくともロボットを含む処理システムに行わせるジョブの集合体である動作指令を生成する動作指令生成装置であって、
- 前記プロトコルチャートに基づいて、前記複数の処理シンボルそれぞれが示す処理のジョブを生成するジョブ生成部と、
- ジョブの実行順を決定する条件の優先順位を指示する優先順位指示部と、
- 前記容器が複数ある場合に、前記ジョブ生成部により生成されるジョブの実行順を、少なくとも、[1] 前記複数の処理シンボルそれぞれに対応するジョブが前記容器の数だけ繰返されて実行されること、
- [2] 前記プロトコルチャートにおける前記複数の処理シンボルそれぞれの配置順番に対応した順番で前記複数の処理シンボルそれぞれに対応するジョブが実行されること、の条件を用い、前記優先順位指示部により指示された優先順位で決定する実行順決定部と、
- を有する動作指令生成装置。
- [請求項2] 前記優先順位指示部は、前記条件[1]を[2]に優先させる指示をする通常処理指示部と、連続処理を指定された複数の前記処理シンボルについて、前記条件[2]を[1]に優先させる指示をする連続処理指示部と、を有する請求項1に記載の動作指令生成装置。
- [請求項3] 前記ジョブ生成部は、さらに、繰返し処理を指定された1又は複数の前記処理シンボルについて、前記処理シンボルそれぞれに対応するジョブを、繰返し数だけ生成し、
- 前記実行順決定部は、さらに、[3] 繰返し処理を指定された処理シンボルに対応するジョブが、一括として指定された繰返し数だけ繰返し実行されること、の条件を有し、
- 前記優先順位指示部は、前記条件[1]及び[2]を[3]に優先

させる指示をする繰返し処理指示部をさらに有する請求項 2 に記載の動作指令生成装置。

[請求項4] 連続処理を指定された一群の前記処理シンボルと、繰返し処理を指定された一群の前記処理シンボルとが、互いに部分的に重複する場合に、警告する警告部をさらに有する請求項 3 に記載の動作指令生成装置。

[請求項5] 前記警告部は、連続処理を指定された一群の前記処理シンボルと、連続処理からの除外が指定された一群の前記処理シンボルとの一方が他方を包含する場合に、警告する請求項 4 に記載の動作指令生成装置。

[請求項6] 前記警告部は、繰返し処理を指定された 2 の一群の前記処理シンボルが、互いに部分的に重複する場合に、警告する請求項 4 又は 3 に記載の動作指令生成装置。

[請求項7] 前記警告部は、連続処理を指定された一群の前記処理シンボルと、他の前記処理シンボルとが、連続処理を示す方向に交差する方向に配置されている場合に、警告する請求項 3 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の動作指令生成装置。

[請求項8] 前記警告部は、前記ジョブ生成部がジョブを生成する時に、警告を発する請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の動作指令生成装置。

[請求項9] 前記ジョブ生成部により生成されるジョブは、
連続処理を指定された一群の処理を容器数分繰り返す指令と、繰り返し処理を指定された一群の処理を繰り返し数分繰り返す指令と、を含む第 1 レベルジョブと、

連続処理を指定された一群の処理以外の個々の処理を容器数分繰り返す指令と、連続処理を指定された一群の処理を 1 度行う指令とを含む第 2 レベルジョブと、

を含む請求項 3 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の動作指令生成装置。

[請求項10] コンピュータを、請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の動作指令生成装

置として機能させるためのコンピュータプログラム。

[請求項11]

処理対象を収容した容器に対する処理を表す複数の処理シンボルを少なくとも含むプロトコルチャートに基づいて、少なくともロボットを含む処理システムに行わせるジョブの集合体である動作指令を生成する動作指令生成方法であって、

前記プロトコルチャートに基づいて、前記複数の処理シンボルそれぞれが示す処理のジョブを生成し、

ジョブの実行順を決定する条件の優先順位を指示し、

前記容器が複数ある場合に、前記ジョブ生成部により生成されるジョブの実行順を、少なくとも、[1] 前記複数の処理シンボルそれぞれに対応するジョブが前記容器の数だけ繰返されて実行されること、

[2] 前記プロトコルチャートにおける前記複数の処理シンボルそれぞれの配置順番に対応した順番で前記複数の処理シンボルそれぞれに対応するジョブが実行されること、の条件を用い、指示された優先順位で決定する、

動作指令生成方法。

[請求項12]

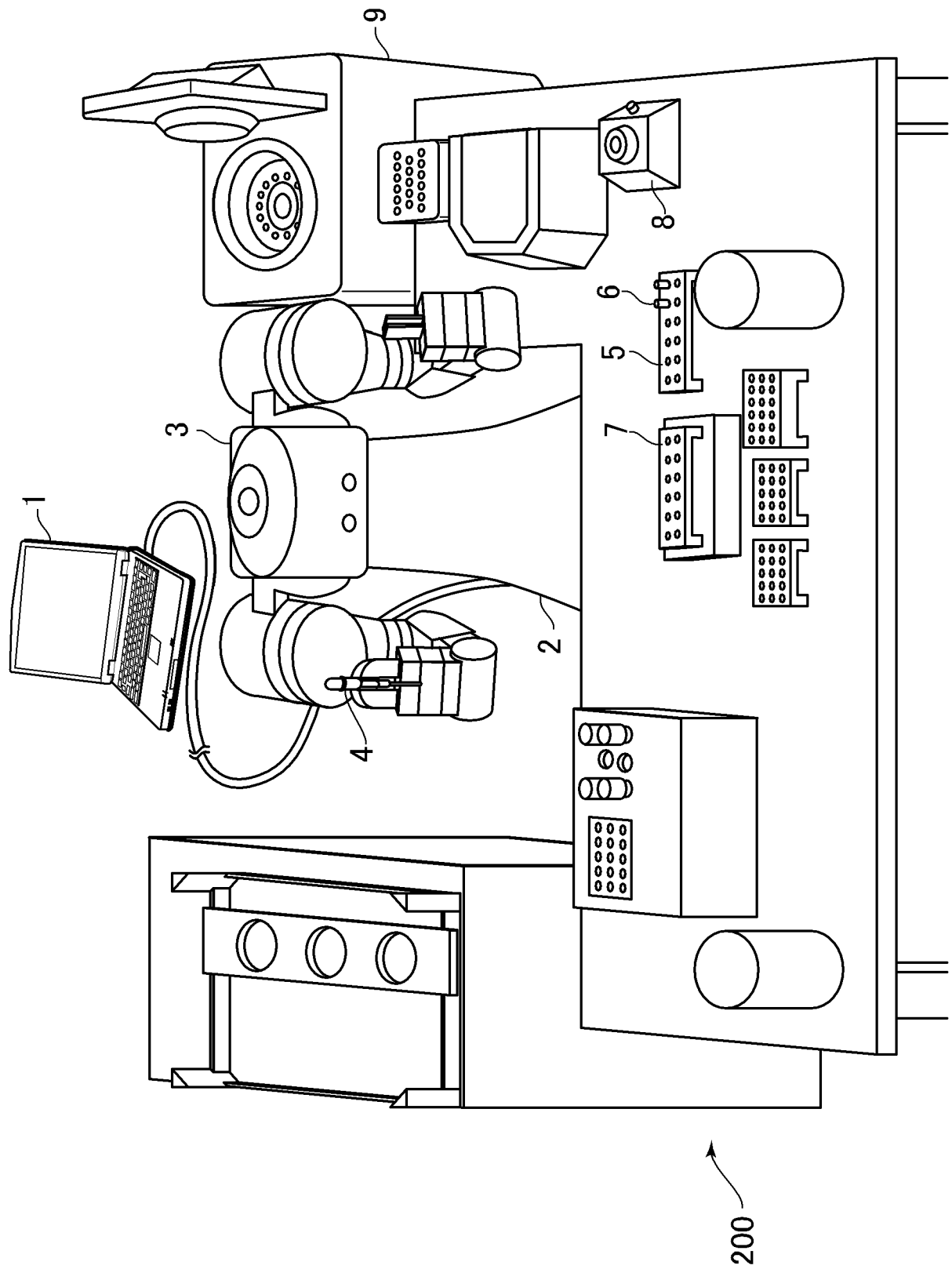
請求項1～9のいずれかに記載の動作指令生成装置と、

前記動作指令生成装置により生成された動作指令に基づき制御対象を制御するロボット制御装置と、

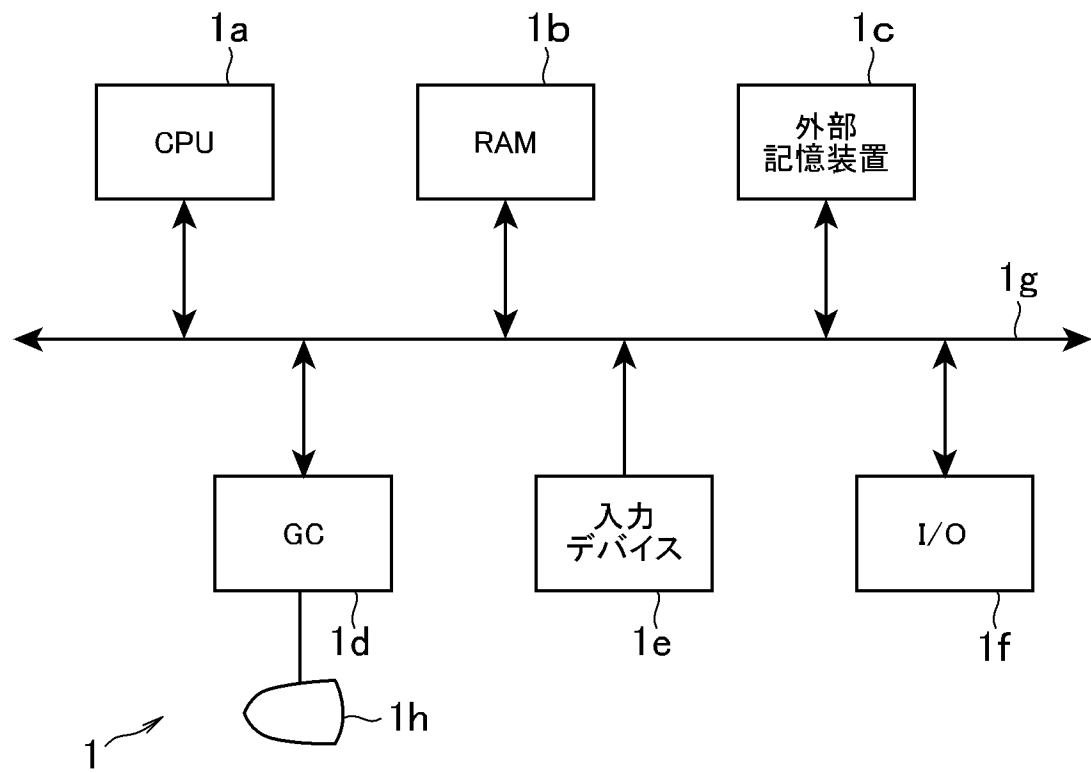
前記ロボット制御装置の制御対象に含まれ、1又は2以上のアームで処理対象に対する処理を行うロボットと、

を有する処理システム。

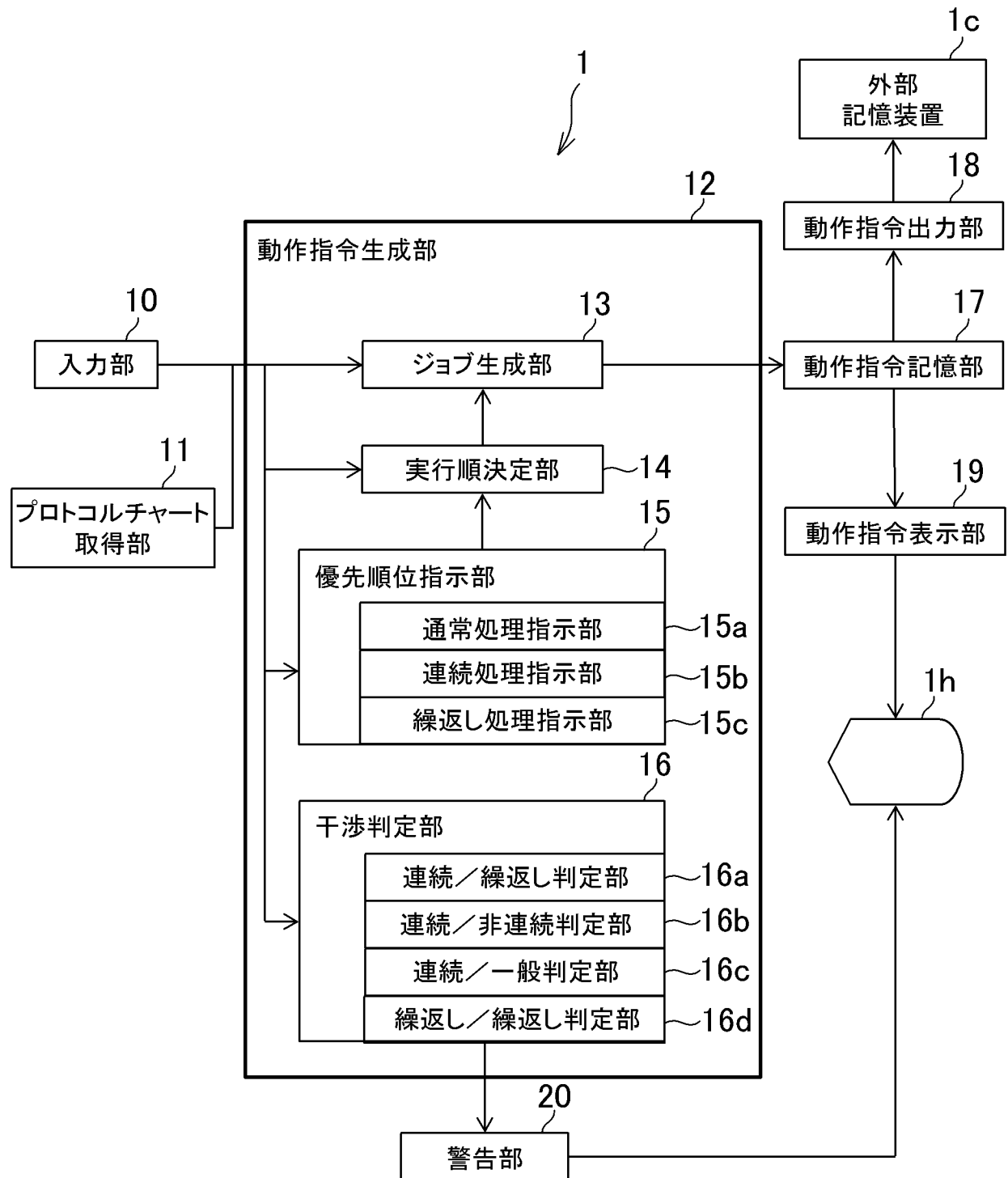
[図1]



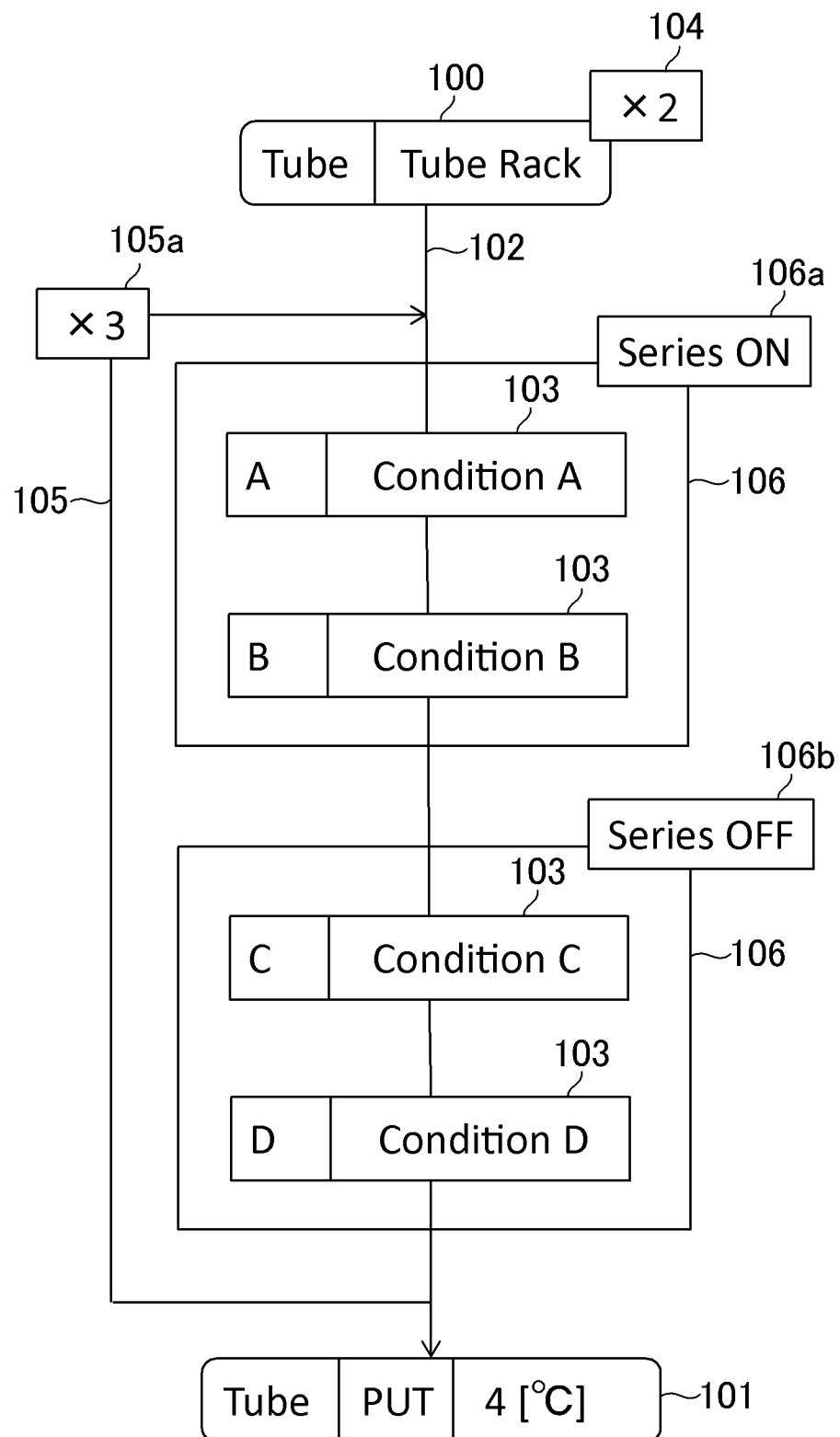
[図2]



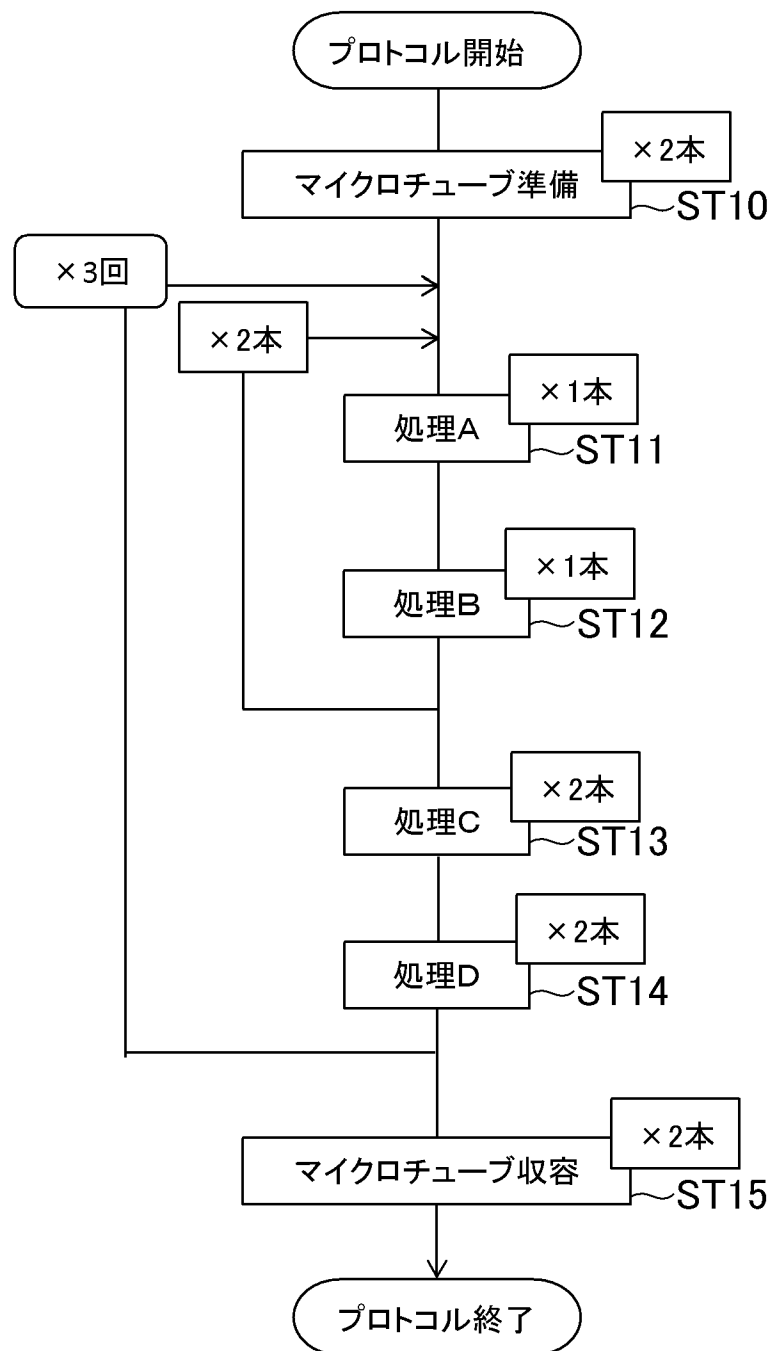
[図3]



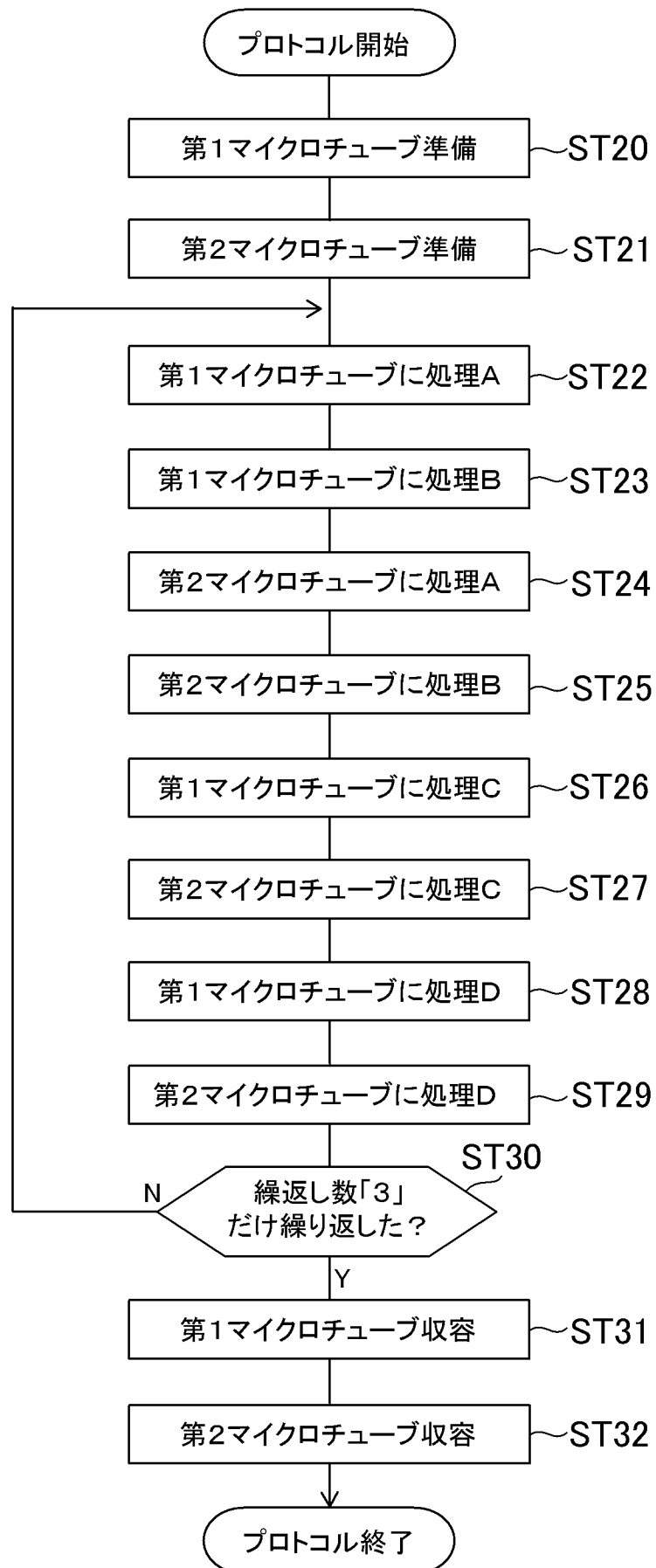
[図4]



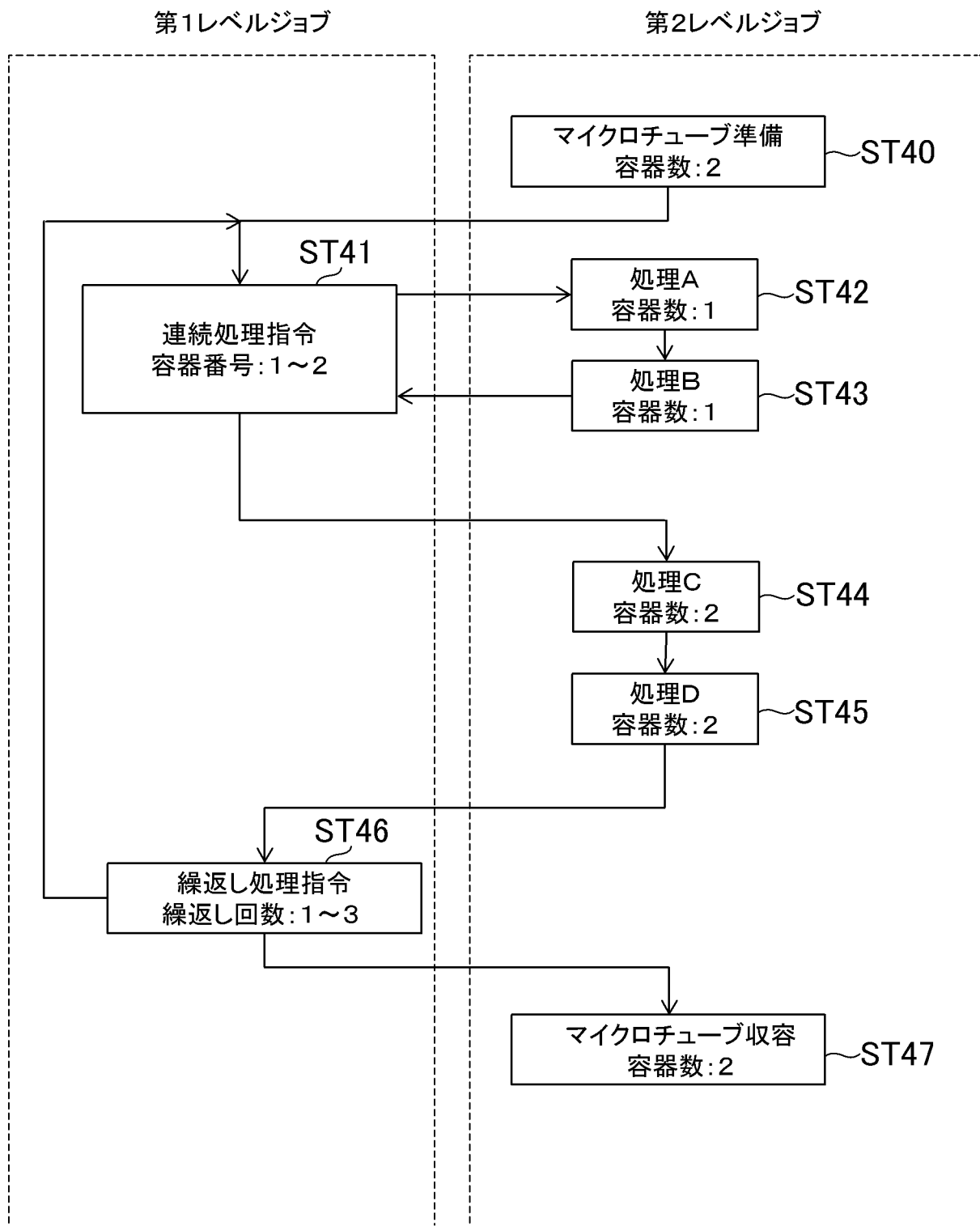
[図5]



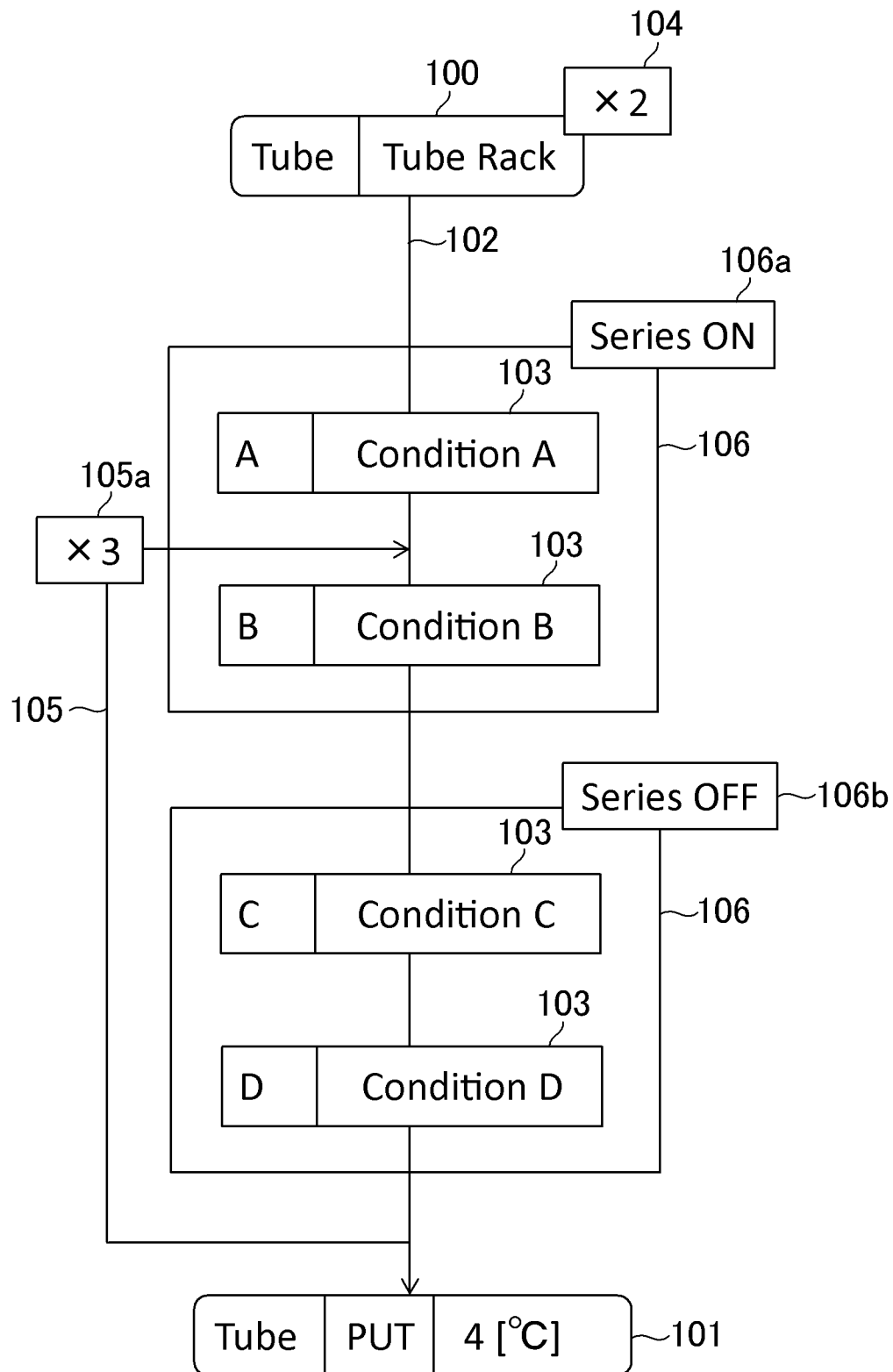
[図6]



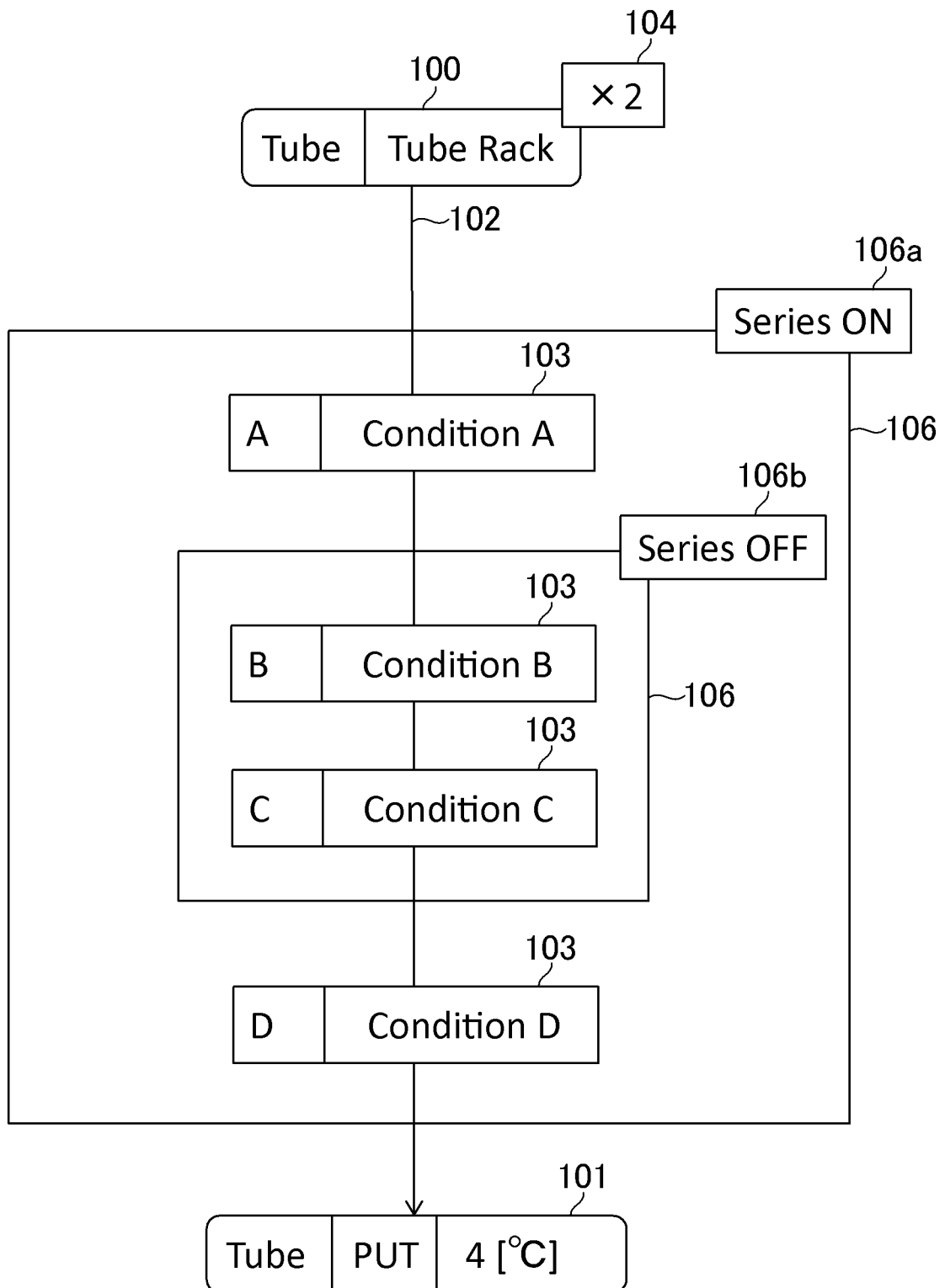
[図7]



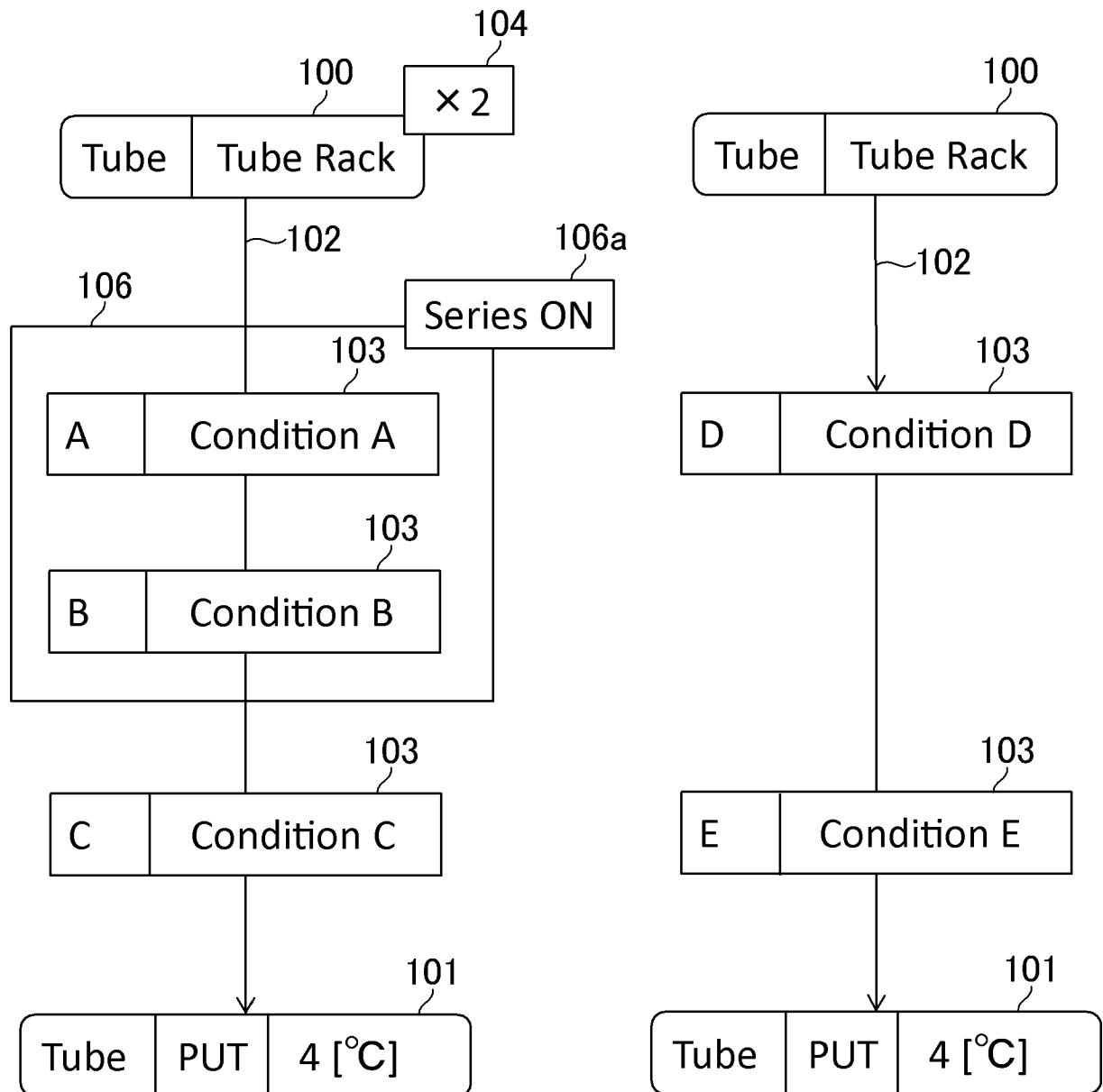
[図8]



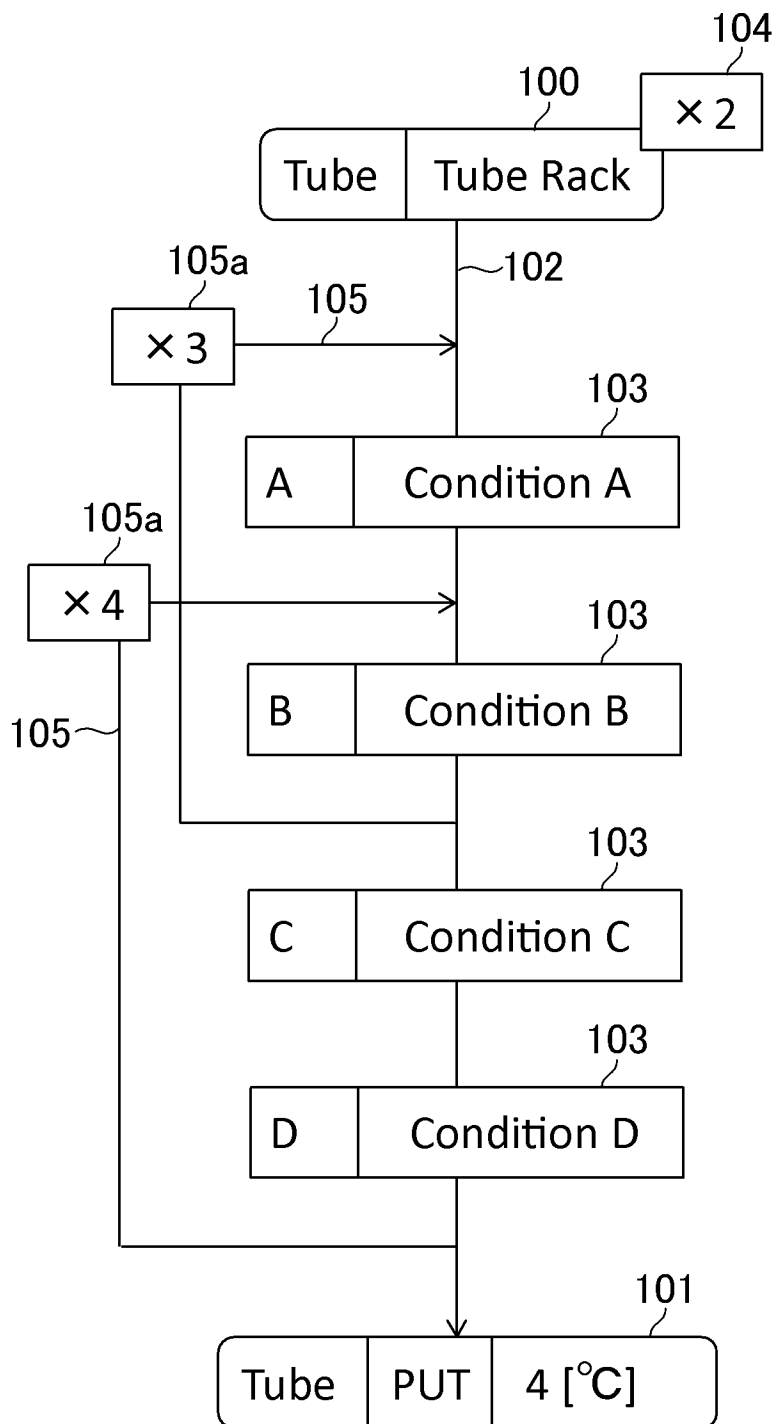
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/053020

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C12M1/00(2006.01)i, B25J9/22(2006.01)i, B25J11/00(2006.01)i, G05B19/418(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)

C12M1/00, B25J9/22, B25J11/00, G05B19/418

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

Thomson Innovation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 64-75965 A (Nittec Co., Ltd.), 22 March 1989 (22.03.1989), claims; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-12
A	JP 2013-157562 A (Yaskawa Electric Corp.), 15 August 2013 (15.08.2013), claim 1; fig. 3 & US 2013/0195601 A1 & CN 103227133 A & KR 10-2013-0088767 A	1-12
A	WO 2014/013608 A1 (Yaskawa Electric Corp.), 23 January 2014 (23.01.2014), fig. 9 (Family: none)	1-12

☐ 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
06 April 2015 (06.04.15)

Date of mailing of the international search report
14 April 2015 (14.04.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C12M1/00(2006.01)i, B25J9/22(2006.01)i, B25J11/00(2006.01)i, G05B19/418(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（I P C））

Int.Cl. C12M1/00, B25J9/22, B25J11/00, G05B19/418

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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）

Thomson Innovation

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 64-75965 A（株式会社ニッテク）1989.03.22, 特許請求の範囲、 第1図～第6図（ファミリーなし）	1 - 1 2
A	JP 2013-157562 A（株式会社安川電機）2013.08.15, 請求項1、図 3 & US 2013/0195601 A1 & CN 103227133 A & KR 10-2013-0088767 A	1 - 1 2
A	WO 2014/013608 A1（株式会社安川電機）2014.01.23, 図9等（ファ ミリーなし）	1 - 1 2

☐ 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

「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

0 6 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

田中 晴絵

電話番号 03-3581-1101 内線 3448

4 B

9 7 3 9