(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4月4日(04.04.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/070282 A1

(51) 国際特許分類:
G06N 99/00 (2019.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/029396

(22) 国際出願日： 2023年8月14日(14.08.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2022-153646 2022年9月27日(27.09.2022) JP

(71) 出願人: 株式会社島津製作所 (**SHIMADZU CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 倉田 星哉(**KURATA, Seiya**); 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町１番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP).

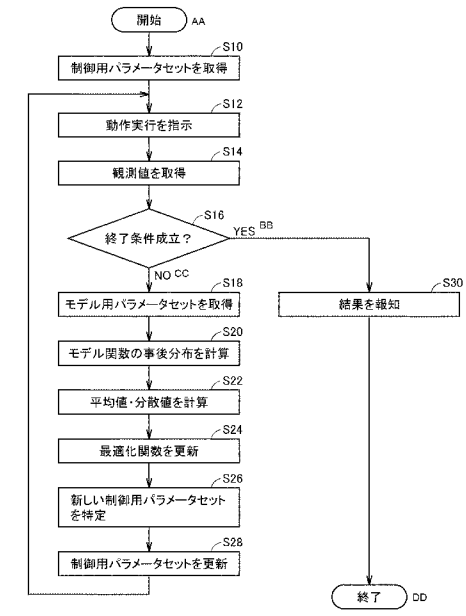
(74) 代理人: 弁理士法人深見特許事務所(**FUKAMI PATENT OFFICE, P.C.**); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目２番４号 中之島フェスティバルタワー・ウエスト Osaka (JP).

(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,

(54) **Title:** OPTIMIZATION METHOD FOR WORK SYSTEM, AND CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称： 作業システムの最適化方法、および、制御システム

[図11]



S10 Acquire control parameter set
S12 Instruct execution of action
S14 Acquire observation value
S16 Ending conditions satisfied?
S18 Acquire model parameter set
S20 Calculate posterior distribution of model function
S22 Calculate average value and variance value
S24 Update optimization function
S26 Identify new control parameter set
S28 Update control parameter set
S30 Notify of result
AA Start
BB YES
CC NO
DD End

(57) **Abstract:** According to the present invention, a management device optimizes a work system. More specifically, this management device: sets a control parameter set that is made up of one or more parameters for controlling actions of the work system (step S10); controls the actions of the work system on the basis of the control parameter set (step S12); acquires an observation value relating to the work system in relation to execution of the actions based on the control parameter set (step S14); calculates a posterior distribution of a model function in which one or more parameters are

WO 2024/070282 A1

[続葉有]

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))

variables by using the control parameter set and the observation value (step S20); and updates an optimization function for identifying an optimal parameter set as the control parameter set, using calculation results of the posterior distribution (step S24).

(57) 要約:管理装置は、作業システムを最適化する。より具体的には、管理装置は、作業システムの動作を制御するための１以上のパラメータによって構成される制御用パラメータセットを設定し(ステップＳ１０)、制御用パラメータセットに基づいて作業システムの動作を制御し(ステップＳ１２)、制御用パラメータセットに基づく動作の実行に関連して作業システムに関する観測値を取得し(ステップＳ１４)、制御用パラメータセットおよび観測値を用いて、１以上のパラメータを変数としたモデル関数の事後分布を計算し(ステップＳ２０)、事後分布の計算結果を用いて、制御用パラメータセットとして最適なパラメータセットを特定するための最適化関数を更新する(ステップＳ２４)。

明　細　書

発明の名称 ： 作業システムの最適化方法、および、制御システム

技術分野

[0001]　本発明は、作業システムの最適化に関する。

背景技術

[0002]　従来、対象物を生産および／または加工する作業システムの最適化に関し、種々の技術が提案されている。たとえば、特許第６９３１９４６号公報（特許文献１）は、生産プロセスの実行主体による実行手順の実行結果を取得し、当該実行結果に対する評価結果（たとえば、人間による香り評価）を取得し、そして、評価結果を用いて、実行手順における可変パラメータを最適化する、生産プロセス最適化システムを開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第６９３１９４６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　一般的に、作業システムの最適化のために、ユーザは、作業システムの制御に利用されるパラメータの調整を含む、多岐にわたる作業を必要とされる。したがって、ユーザの負荷を軽減するための技術が常に求められている。

[0005]　本発明は、係る実情に鑑み考え出されたものであり、その目的は、作業システムの最適化のためのユーザの負荷を軽減するための技術を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006]　本開示のある局面に従う作業システムの最適化方法は、作業システムの動作を制御するための１以上のパラメータによって構成される制御用パラメータセットを設定するステップと、制御用パラメータセットに基づいて、作業システムの動作を制御するステップと、作業システムから、制御用パラメー

タセットに基づく動作の実行に関連した観測値を取得するステップと、制御用パラメータセットおよび観測値を用いて、１以上のパラメータを変数としたモデル関数の事後分布を計算するステップと、事後分布の計算結果を用いて、制御用パラメータセットとして最適なパラメータセットを特定するための最適化関数を更新するステップと、を備える。

[0007] 本開示のある局面に従う制御システムは、作業システムと、作業システムの動作を制御する管理装置と、を備える。管理装置は、作業システムの動作を制御するための１以上のパラメータによって構成される制御用パラメータセットを設定し、制御用パラメータセットに基づいて、作業システムの動作を制御し、作業システムは、制御用パラメータセットに基づいて動作を実行し、管理装置は、作業システムから、制御用パラメータセットに基づく動作の実行に関連した観測値を取得し、制御用パラメータセットおよび観測値を用いて、１以上のパラメータを変数としたモデル関数の事後分布を計算し、事後分布の計算結果を用いて、制御用パラメータセットとして最適なパラメータセットを特定するための最適化関数を更新する。

発明の効果

[0008] 本開示のある局面に従うと、作業システムの最適化のためのユーザの負荷が軽減される。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本開示の一実施の形態に従う制御システム１の概略構成図である。

[図2]管理装置１００のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図3]４セットの観測値に基づく探索結果の一例を示す図である。

[図4]５セットの観測値に基づく探索結果の一例を示す図である。

[図5]１１セットの観測値に基づく探索結果の一例を示す図である。

[図6]モデル関数がガウス過程に従うという仮定を表す式を示す図である。

[図7]カーネル関数の一例を示す図である。

[図8]平均値を計算するための数式を示す図である。

[図9]分散値を計算するための数式を示す図である。

[図10]最適化関数の一例を示す図である。

[図11]管理装置１００によって実施される、制御用パラメータセットの最適化に関する処理の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、本開示の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

[0011] ［制御システムの構成］

図１は、本開示の一実施の形態に従う制御システム１の概略構成図である。制御システム１は、管理装置１００と、作業システム２００とを含む。管理装置１００は、作業システム２００の動作を最適化するための処理を実施する。作業システム２００は、目的物質を生産および／または加工する。図１の例では、作業システム２００は菌を培養する。すなわち、作業システム２００は、菌株を利用して、新たな菌を生成する。

[0012] 作業システム２００は、培養器２１０、遠心分離機２２０、サンプル搬送ロボット２３０、液体分注機２４０、プレートリーダー２５０、質量分析計２６０、および液体クロマトグラフ２７０を含む。

[0013] 管理装置１００は、作業システム２００の各要素の動作を制御する。

より具体的には、培養器２１０に各ウェルに菌株および培地を投入されたウェルプレートをセットされると、管理装置１００は、培養器２１０に、菌の培養を実施させる。

[0014] 培養器２１０における培養の開始後、（所与の度合いの細胞増殖および代謝が進んだことが想定される）所与の時間が経過すると、管理装置１００は、サンプル搬送ロボット２３０に、培養器２１０からウェルプレートを取り出させる。そして、管理装置１００は、サンプル搬送ロボット２３０に、サンプルの代謝成分計測のための前処理のために、ウェルプレートを移動させる。より具体的には、管理装置１００は、サンプル搬送ロボット２３０に、ウェルプレートを遠心分離機２２０へ移動させ、そして、遠心分離機２２０

に、各ウェルの菌体を沈めさせる。また、管理装置１００は、サンプル搬送ロボット２３０を液体分注機２４０へ移動させ、そして、液体分注機２４０に、各ウェルへ試薬を添加させる。

[0015] その後、管理装置１００は、サンプル搬送ロボット２３０に、ウェルプレートをプレートリーダー２５０へ移動させ、そして、プレートリーダー２５０に、各ウェルについての細胞密度計測を実施させる。また、管理装置１００は、サンプル搬送ロボット２３０に、ウェルプレートを質量分析計２６０へ移動させ、そして、質量分析計２６０に、各ウェルについての質量分析を実施させる。また、管理装置１００は、サンプル搬送ロボット２３０に、ウェルプレートを液体クロマトグラフ２７０へ移動させ、そして、液体クロマトグラフ２７０に、各ウェルについての液体クロマトグラムを生成させる。

[0016] 制御システム１では、培養器２１０における培養について、細胞密度計測および代謝成分計測が実施され、これらの計測結果が利用されて、目的物質の生産性が評価され得る。制御システム１では、一連の実験シーケンスが自動化されることにより、ばらつきが生じやすい前処理作業などの再現性が向上され得る。また、予定された時間にウェルプレートが培養器２１０から取り出されて、代謝成分の計測が実施されることにより、作業システム２００によって実現される実験プロセスのスループット性が向上し得る。

[0017] ［管理装置のハードウェア構成］

図２は、管理装置１００のハードウェア構成の一例を示す図である。管理装置１００は、たとえば汎用のコンピュータによって構成される。図１の例では、管理装置１００は、プロセッサ１０１と、メモリ１０２と、入出力インターフェース（Ｉ／Ｆ）１０３と、通信Ｉ／Ｆ１０４とを含む。

[0018] プロセッサ１０１は、管理装置１００が種々の処理を実施するために、各種のプログラムを実行する。メモリ１０２は、プロセッサ１０１によって実行されるプログラム、および、プログラムの実行に必要な各種のデータを非一時的に格納する。入出力Ｉ／Ｆ１０３は、プロセッサ１０１を、培養器２１０、遠心分離機２２０、サンプル搬送ロボット２３０、液体分注機２４０

、プレートリーダー２５０、質量分析計２６０、および液体クロマトグラフ２７０と通信させるためのインターフェースである。通信Ｉ／Ｆ１０４は、プロセッサ１０１を、制御システム１外の装置とネットワークを通じて通信させるためのインターフェースである。

[0019] 管理装置１００は、さらにディスプレイ１１０および入力装置１２０を含む。ディスプレイ１１０は、プロセッサ１０１の演算処理の結果を表示し、入力装置１２０（マウス、キーボード、タッチセンサ、等）は、プロセッサ１０１へのデータの入力操作を受け付ける。

[0020] ［制御用パラメータセット］

制御システム１において、管理装置１００は、作業システム２００内の各要素を制御するために１以上のパラメータを利用する。本明細書では、当該「１以上のパラメータ」によって構成されるパラメータのセットは、「制御用パラメータセット」とも称される。

[0021] 制御用パラメータセットを構成するパラメータの具体例は以下の通りである。

培養器２１０に関するパラメータの一例は、培養温度である。

[0022] 遠心分離機２２０に関するパラメータの一例は、遠心分離の回転数である。他の例は、回転時間である。

[0023] サンプル搬送ロボット２３０に関するパラメータの一例は、ウェルプレートの移動における移動速度である。

[0024] 液体分注機２４０に関するパラメータの一例は、各ウェルへの試薬の注入量である。

プレートリーダー２５０に関するパラメータの一例は、測定の種類（発光測定、蛍光強度測定、吸光度測定（紫外）、吸光度測定（可視）、時間分解蛍光測定、および／または、蛍光偏光測定）の指定である。

[0025] 質量分析計２６０に関するパラメータの一例は、四重極静電電極のうち、入口側の電極の電圧であり、他の例は、出口側の電極の電圧である。

[0026] 液体クロマトグラフ２７０に関するパラメータの一例は、移動相を送るポ

ンプの送液速度である。

[0027] ［観測値］

制御システム１において、管理装置１００は、制御用パラメータセットに従って作業システム２００を動作させ、そして、制御用パラメータセットに従った動作の実行に関連して、対象物（各ウェルの内容物）の挙動を推定するための観測値を取得する。観測値は、作業システム２００における動作の、開始前、動作途中、および／または、動作終了後に取得され得る。

[0028] 観測値は、１以上の指標の集合体であってもよい。指標は、たとえば、作業システム２００において作業の挙動を表す計測結果である。指標の一例は、プレートリーダー２５０によって計測される各ウェルの吸光度の指標である。他の例は、液体クロマトグラフ２７０によって作成されるクロマトグラフィにおける、所与の波長の吸光度の指標である。さらに他の例は、質量分析計２６０によって作成されるマススペクトルにおける所与の質量数のピーク強度（相対的強度）の指標である。

[0029] 管理装置１００は、観測値を用いて、最適化された制御用パラメータセットを特定する。管理装置１００は、さらに、最適化された制御用パラメータセットに従って作業システム２００を動作させ、新たな観測値を取得する。管理装置１００は、制御用パラメータセットに従って作業システム２００を動作させること、新たな観測値を取得すること、および、制御用パラメータセットおよび新たな観測値を用いた制御用パラメータセットの最適化、を繰り返す。

[0030] 管理装置１００は、制御用パラメータセットの最適化に利用する観測値の次元を低減するために、観測値を構成する複数の指標から新たな１つの指標を生成し、当該複数の指標の代わりに当該新たな１つの指標を用いて、制御用パラメータセットを最適化してもよい。これにより、管理装置１００において、制御用パラメータセットの最適化のための計算（モデル関数の事後分布の計算）において、複数の指標を考慮した最適化が可能になる。

[0031] 新たな１つの指標の一例は、細胞当たりの目的物質生成量である。管理装

置１００は、たとえば、液体クロマトグラフ２７０によって生成された液体クロマトグラフから特定される目的物質の生成量を、プレートリーダー２５０による細胞密度計測結果に基づいて特定される細胞の収量で除することによって、細胞当たりの目的物質生成量を生成する。

[0032] 新たな１つの指標の他の例は、２種類の成分の量の和である。管理装置１００は、たとえば、液体クロマトグラフ２７０によって生成された液体クロマトグラフから２種類の成分のそれぞれの量を特定し、そして、特定される２種類の成分のそれぞれの量を用いて、２種類の成分の量の和を算出してもよい。

[0033] ［ベイズ最適化］

管理装置１００は、作業システム２００の制御用パラメータセットの最適化手法の一例として、ベイズ最適化を利用する。すなわち、管理装置１００は、ベイズ最適化に基づいて、最適な制御用パラメータセットを探索する。

[0034] 図３は、４セットの観測値に基づく探索結果の一例を示す図である。図３において、黒丸点は、作業システム２００の動作の実行に関連して実際に取得された観測値の各セットを表す。実線で示すカーブは、ベイズ最適化法により推定されたモデル関数の事後分布の平均値を表す。斜線で塗りつぶした範囲は、当該モデル関数の事後分布の不確かさ（或いは分散）を表す。「Next」と記載された縦の太実線は、特定された次の制御用パラメータセットを表す。

[0035] 図３の例では、管理装置１００は、また、４セットの制御用パラメータセットのそれぞれに対応する４セットの観測値から作業システム２００のモデル関数を推定し、そして、モデル関数の事後分布の平均値および分散値を計算する。より具体的には、図３に示されたモデル関数の事後分布の計算のために、作業システム２００は、４セットの制御用パラメータセットのそれぞれに従った、４回の動作（菌の培養実験）を実施している。管理装置１００は、１回の動作に関連して、１セットの観測値を取得している。したがって、管理装置１００は、４回の動作のそれぞれに関連して取得された４セット

の観測値を取得している。そして、管理装置１００は、このように取得された４セットの観測値を利用して、モデル関数の事後分布を計算し、また、事後分布の平均値および分散値を計算する。

[0036] そして、管理装置１００は、平均値および分散値のそれぞれの計算値を基に、真のものにより近づくようにモデルを改善することが期待される次の制御用パラメータセットを特定する。

[0037] なお、管理装置１００は、作業システム２００のモデルがガウス過程に従うという仮定の下で計算を実施する。

[0038] 管理装置１００は、さらに、上記のように特定された「次の制御用パラメータセット」に従った条件の下で作業システム２００を動作させることにより、新たな観測値を取得する。そして、管理装置１００は、新たに取得された観測値を、既に取得している観測値に加えて、モデル関数の事後分布を再度推定する。こうした処理を繰り返すことで、管理装置１００は、より好ましい結果に対応する観測値をもたらすような制御用パラメータセットを得ることができる。

[0039] 作業システム２００におけるより好ましい結果をもたらすような制御用パラメータセットとは、図１０を参照して後述される最適化関数を最大にする制御用パラメータセットである。より好ましい結果とは、たとえば、菌の培養におけるより高い菌の収量である。

[0040] 図４は、５セットの観測値に基づく探索結果の一例を示す図である。図４には、図３に示された初期の４セットの観測値に１セットの観測値が加わった状態が示されている。図５は、１１セットの観測値に基づく探索結果の一例を示す図である。図５には、図３に示された初期の４セットの観測値に７セットの観測値が加わった状態、すなわち、図４に示された５セットの観測値に６セットの観測値が加わった状態が示されている。

[0041] 管理装置１００は、図５において「優先的に探索する範囲」として示されるように、モデル関数において観測値が最も高くなる範囲内の制御用パラメータセットを、次の制御用パラメータセットとして特定する。なお、図３～

図５に示されたグラフにおいて、観測値が高くなることは、培養における菌の収量が高くなることに相当する。

[0042] ［モデル関数の事後分布の平均値と分散値］

次に、上述のモデル関数の事後分布の平均値および分散値のそれぞれの求め方について説明する。

[0043] 図６は、モデル関数がガウス過程に従うという仮定を表す式を示す図である。図６に示された式（１）は、３つの項を含む。左端の項と中央の項が「～」で連結され、また、中央の項と右端の項が「～」で連結されている。

[0044] 左端の項に示されたｆは、モデル関数を表す。ｆに付された添え字は、制御用パラメータセットの各セットに対応する。たとえば、図６に示された「１」「ｎ」「ｉ」のそれぞれは、１番目の制御用パラメータセット、ｎ番目の制御用パラメータセット、およびｉ番目の制御用パラメータセットのそれぞれを表す。そして、f_1は、１番目の制御用パラメータセットに対応する観測値を表す。また、f_nは、ｎ番目の制御用パラメータセットに対応する観測値を表し、f_iは、ｉ番目の制御用パラメータセットに対応する観測値を表す。

[0045] 中央の項に示されたμは、ガウス仮定の平均値パラメータを表す。μに付された添え字は、ｆに付された添え字と同様の意味を有する。

[0046] Ｎは、正規分布を表す。

Ｋは、カーネル関数を表す。Ｋには、２つの添え字i,jが付されている。Kijは制御パラメータfiとfjのカーネル関数（共分散関数）を表す。

[0047] 図７は、カーネル関数の一例を示す図である。図７では、カーネル関数は式（２）として示される。式（２）において、ｘは、制御用パラメータセットの各セットを表す。たとえば、x_iは、ｉ番目の制御用パラメータセットを表す。σは、平均値パラメータμ（ガウス仮定の回帰関数μ（ｘ））から計算される分散を表す。ｌは、共分散振幅を表す。

[0048] 再度、図６を参照する。右端の項において、添え字のＤは、取得済みのデータ群を表す。また、添え字のＴは、転置を表す。

[0049] 管理装置１００は、図６に示された仮定に従って、任意のｘｉに対するｆ（ｘ）の事後分布の平均値および分散値を計算する。

[0050] 図８は、平均値を計算するための数式を示す図である。管理装置１００は、図８の式（３）に従って、平均値Ｅ（ｐ（f_i｜f_D，Ｋ，μ））を計算する。式（３）において、ｐは、確率関数を表す。

[0051] 図９は、分散値を計算するための数式を示す図である。管理装置１００は、図９の式（４）に従って、分散値Ｖ（ｐ（f_i｜f_D，Ｋ，μ））を計算する。

[0052] ［最適化関数］

管理装置１００は、ベイズ最適化に基づいた制御用パラメータセットの探索において、最適化関数を利用する。最適化関数の一例は、獲得関数である。管理装置１００は、獲得関数の一例として、ＵＣＢ（Ｕｐｐｅｒ　Ｃｏｎｆｉｄｅｎｃｅ　Ｂｏｕｎｄ）関数を利用する。

[0053] 図１０は、最適化関数の一例を示す図である。図１０の式（５）において、μ（ｘ）は、ガウス仮定の回帰関数を表し、σ（ｘ）は、分散の関数を表し、κは、予め定められた定数を表す。ｘは、制御用パラメータセットを表す。なお、式（５）のσ（ｘ）の値は、式（４）において分散値Ｖ（ｐ（f_i｜f_D，Ｋ，μ））としても表され得る。

[0054] 式（５）において、関数ＵＣＢ（ｘ）は、μ（ｘ）を含むことにより事後分布の平均値を含み、また、σ（ｘ）を含むことにより事後分布の分散値を含む。

[0055] 管理装置１００は、式（５）におけるＵＣＢ（ｘ）の値を最大にするｘの値を特定し、特定されたｘの値に対応する制御用パラメータセットを新たな制御用パラメータセットとして特定する。

[0056] ［終了条件］

上述のように、管理装置１００は、制御用パラメータセットに従って作業システム２００を動作させること、新たな観測値を取得すること、および、新たな観測値を用いた制御用パラメータセットの最適化を繰り返す。なお、

管理装置１００には、上記の繰り返しに関する終了条件が設定されていてもよい。

[0057] 終了条件の一例は、観測値に関する基準を含む。たとえば、終了条件として、観測値によって特定される目的物質の収量が予め定められた量に達したことが設定されている場合、管理装置１００は、観測値から特定される目的物質の収量が予め定められた量に達していれば、終了条件が成立していると判断し、それ以上作業システム２００を動作させることなく、制御用パラメータセットの最適化に関する処理を終了させてもよい。

[0058] 終了条件の他の例は、制御用パラメータセットの最適化が実施された回数（制御用パラメータセットが更新された回数）に関する基準を含む。たとえば、終了条件として最適化回数が１００回に到達したことが設定されている場合、管理装置１００は、制御用パラメータセットが１００回更新されていれば、終了条件が成立していると判断し、それ以上作業システム２００を動作させることなく、制御用パラメータセットの最適化に関する処理を終了させてもよい。

[0059] 終了条件のさらに他の例は、制御用パラメータセットの最適化の前後における観測値の関係に関する基準を含む。たとえば、終了条件として、制御用パラメータセットを更新された後の観測値によって特定された目的物質の収量が、制御用パラメータセットを更新される前の観測値によって特定された目的物質の収量に対して１０％以上増加していることが設定されているとする。この場合、管理装置１００は、更新後の収量が更新前の収量に対して１０％増加していれば、終了条件が成立していると判断し、それ以上作業システム２００を動作させることなく、制御用パラメータセットの最適化に関する処理を終了させてもよい。なお、終了条件は、更新を繰り返しにおいて観測値の変化が飽和していることであってもよい。たとえば、終了条件は、最新の５回の更新において、目的物質の収量の変化量が、当該最新の５回の更新のうち最も古い収量に対して１０％未満であること、であってもよい。

[0060] 上述のように、制御システム１において、管理装置１００は、終了条件が

成立した場合、制御用パラメータセットの最適化に関する処理を終了させる。これにより、作業システム２００が必要以上に動作することが回避され得る。たとえば、制御システム１の利用料金が作業システム２００の動作回数に従って設定されている場合、ユーザは、予め終了条件を設定しておけば、必要以上に作業システム２００を動作させることによる想定外の利用料金を請求される事態を回避できる。

[0061] ［処理の流れ］

図１１は、管理装置１００によって実施される、制御用パラメータセットの最適化に関する処理のフローチャートである。図１１に示された処理は、たとえば、プロセッサ１０１が所与のプログラムを実行することによって実現され、また、ユーザが管理装置１００に対して当該処理の開始を指示したことによって開始する。

[0062] ステップＳ１０にて、管理装置１００は、制御用パラメータセットを取得する。一実現例のステップＳ１０において、管理装置１００は、ユーザからの制御用パラメータセットの入力を受け付けることによって、制御用パラメータセットを取得する。

[0063] ステップＳ１２にて、管理装置１００は、作業システム２００に対して、ステップＳ１０において取得した（または後述するステップＳ２８において更新された）制御用パラメータセットに従った動作の実行を指示する。

[0064] ステップＳ１４にて、管理装置１００は、作業システム２００から、ステップＳ１２において実行を指示した動作に関連した観測値を取得する。

[0065] ステップＳ１６にて、管理装置１００は、制御用パラメータセットの最適化の繰り返しに関する終了条件が成立しているか否かを判断する。管理装置１００は、終了条件が成立していると判断すると（ステップＳ１６にてＹＥＳ）、ステップＳ３０へ制御を進める。管理装置１００は、終了条件が成立していないと判断すると（ステップＳ１６にてＮＯ）、ステップＳ１８へ制御を進める。

[0066] ステップＳ１８にて、管理装置１００は、モデル用パラメータセットを取

得する（メモリ１０２から読み出す）。モデル用パラメータセットとは、モデル関数の推定に利用するためのデータのセットを意味する。モデル用パラメータセットは、ステップＳ１２における指示において利用された制御用パラメータセット、および、ステップＳ１４において取得された観測値を含む。モデル用パラメータセットは、過去の管理装置１００の動作において利用された制御用パラメータセット、および、当該動作に関連した観測値を含んでいてもよい。過去の管理装置１００の動作において利用された制御用パラメータセット、および、当該動作に関連した観測値は、メモリ１０２に格納されていてもよい。

[0067] より具体的には、図３～図５を参照して説明されたように、モデル関数の推定には、複数の「制御用パラメータセットと観測値」のセットが利用され得る。ステップＳ１８では、最新の「制御用パラメータセットと観測値」、すなわち、ステップＳ１２の制御用パラメータセットとステップＳ１４の観測値に加えて、過去の「制御用パラメータセットと観測値」も利用され得る。

[0068] ステップＳ２０にて、管理装置１００は、ステップＳ１８において取得されたモデル用パラメータセットを利用して、モデル関数の事後分布を計算する。

[0069] ステップＳ２２にて、管理装置１００は、ステップＳ２０において計算された事後分布の平均値および分散値を計算する。

[0070] ステップＳ２４にて、管理装置１００は、ステップＳ２２において計算された平均値および分散値を利用して、最適化関数（たとえば、図１０の式（５））を更新する。

[0071] ステップＳ２６にて、管理装置１００は、ステップＳ２４において更新された最適化関数の値を最大にする、新しい制御用パラメータセットを特定する。

[0072] ステップＳ２８にて、管理装置１００は、作業システム２００に対する動作の指示に利用するパラメータセットを、ステップＳ２６において特定され

た制御用パラメータセットに置き換える。これにより、上記指示用の制御用パラメータセットが更新される。その後、管理装置１００は、ステップＳ１２へ制御を戻す。これにより、作業システム２００は、ステップＳ１２における指示に応じて、更新された制御用パラメータセットに基づいて、再度動作を実行する。管理装置１００は、更新された制御用パラメータセットに基づく動作に関連した観測値を、ステップＳ１４において取得する。

[0073] 一方、ステップＳ３０にて、管理装置１００は、制御用パラメータセットの最適化の結果を報知して、図１１の処理を終了させる。

[0074] 図１１の処理において、管理装置１００は、ステップＳ１６において終了条件が成立していると判断すると、ステップＳ２８における制御用パラメータセットの更新を回避するために、ステップＳ３０へ制御を進める。この意味において、ステップＳ１６の制御は、制御用パラメータセットの更新を回避するためのステップの一例である。

[0075] ステップＳ３０において報知される情報の一例は、最新の制御用パラメータセット、および、最新の制御用パラメータセットに従った動作に関連して取得された観測値である。他の例は、それまでに図１１の処理において繰り返されてきた実験に関するそれぞれの回についての、制御用パラメータセット、および、制御用パラメータセットに従った動作に関連して取得された観測値である。

[0076] 図１１の処理において、管理装置１００は、制御用パラメータセットの更新を回避したときに、ステップＳ３０において、上記の報知を実施する。ステップＳ０では、「制御用パラメータセットの更新が回避されて、制御用パラメータセットの最適化が終了したこと」が報知されてもよい。この意味において、ステップＳ３０の制御は、制御用パラメータセットの更新が回避されたことを報知するステップの一例である。

[0077] 報知の方法の一例は、ディスプレイ１１０におけるデータの表示である。他の例は、管理装置１００において制御用パラメータセットの最適化の処理について格納されているアドレス（たとえば、最適化を指示したユーザのア

ドレス）への通知の送信である。

[0078] 以上説明された本実施の形態では、管理装置１００は、ある制御用パラメータセットに基づいた動作の実行を作業システムに対して指示し、当該動作の実行に関連した作業システムに関する観測値を取得し、取得した観測値を用いてモデル関数の事後分布を計算し、そして、計算した事後分布の結果（たとえば、平均値および分散値）を用いて最適化関数を更新する。すなわち、本実施の形態では、作業システムに対する動作の実行の指示から最適化関数の更新までの流れにおいて、ユーザの介在が必要とされない。これにより、作業システムの最適化において、ユーザの労力が軽減され得る。

[0079] ［変形例］

制御システム１では、作業システム２００の動作は、菌を生成するための動作であった。この点、菌は、生成される目的物質の単なる一例である。作業システム２００において生成される目的物質は、菌に限定されない。また、作業システム２００の動作は、目的物質の生成に限定されず、目的物質の加工であってもよい。

[0080] より具体的には、作業システム２００は、所望の特性を有する固体材料を生成するシステムであってもよい。例えば固体材料を構成する成分比を制御用のパラメータセットし、引張強さを指標とする装置が挙げられる。また引張強さと靭性の合計などの指標で、両特性を加味した指標に対して最適化を図ることが挙げられる。

[0081] ［態様］

上述した複数の例示的な実施形態は、以下の態様の具体例であることが当業者により理解される。

[0082] （第１項） 一態様にかかる作業システムの最適化方法は、作業システムの動作を制御するための１以上のパラメータによって構成される制御用パラメータセットを設定するステップと、前記制御用パラメータセットに基づいて、前記作業システムの動作を制御するステップと、前記作業システムから、前記制御用パラメータセットに基づく前記動作の実行に関連した観測値を

取得するステップと、前記制御用パラメータセットおよび前記観測値を用いて、前記１以上のパラメータを変数としたモデル関数の事後分布を計算するステップと、前記事後分布の計算結果を用いて、前記制御用パラメータセットとして最適なパラメータセットを特定するための最適化関数を更新するステップと、を備えていてもよい。

[0083] 第１項に記載の作業システムの最適化方法によれば、作業システムの最適化のためのユーザの負荷を軽減される。

[0084] （第２項） 第１項に記載の作業システムの最適化方法において、前記最適化関数は、前記事後分布の平均値および分散値を含んでいてもよい。

[0085] 第２項に記載の作業システムの最適化方法によれば、最適化関数として、作業システムの最適化に適した関数が利用される。

[0086] （第３項） 第１項または第２項に記載の作業システムの最適化方法は、更新された前記最適化関数の値を最大にするパラメータのセットで、前記制御用パラメータセットを更新するステップをさらに備えていてもよい。

[0087] 第３項に記載の作業システムの最適化方法によれば、最適な制御用パラメータセットが提供される。

[0088] （第４項） 第３項に記載の作業システムの最適化方法は、予め定められた条件に従って、前記制御用パラメータセットの更新を回避するステップをさらに備えていてもよい。

[0089] 第４項に記載の作業システムの最適化方法によれば、作業システムが必要以上に動作することが回避される。

[0090] （第５項） 第４項に記載の作業システムの最適化方法において、前記予め定められた条件は、前記観測値に関する基準、更新の回数に関する基準、および、更新の前後における前記観測値の関係に関する基準のうち少なくとも１つを含んでいてもよい。

[0091] 第５項に記載の作業システムの最適化方法によれば、具体的な基準に従って、作業システムが必要以上に動作することが回避される。

[0092] （第６項） 第４項に記載の作業システムの最適化方法は、前記制御用パ

ラメータセットの更新が回避されたことを報知するステップをさらに備えていてもよい。

[0093] 第６項に記載の作業システムの最適化方法によれば、ユーザは、制御用パラメータセットの更新が回避されたことを容易に認識できる。

[0094] （第７項） 第１項～第６項のいずれか１項に記載の作業システムの最適化方法において、前記モデル関数の事後分布を計算するステップは、前記観測値に含まれる複数の指標から１つの指標を生成することと、少なくとも前記１つの指標を用いて、前記事後分布を計算することと、を含んでいてもよい。

[0095] 第７項に記載の作業システムの最適化方法によれば、制御用パラメータセットの最適化において観測値の次元が低減され、これにより、制御用パラメータセットの最適化のための計算処理の負荷が低減され得る。

[0096] （第８項） 第１項～第７項のいずれか１項に記載の作業システムの最適化方法において、前記動作は、対象物から目的物質を生成すること、または、目的物質を加工することを含んでいてもよい。

[0097] 第８項に記載の作業システムの最適化方法によれば、目的物質の生成または加工に関するシステムの最適化において、ユーザの負荷が軽減される。

[0098] （第９項） 一態様にかかる制御システムは、作業システムと、前記作業システムの動作を制御する管理装置と、を備え、前記管理装置は、作業システムの動作を制御するための１以上のパラメータによって構成される制御用パラメータセットを設定し、前記制御用パラメータセットに基づいて、前記作業システムの動作を制御し、前記作業システムは、前記制御用パラメータセットに基づいて動作を実行し、前記管理装置は、前記作業システムから、前記制御用パラメータセットに基づく前記動作の実行に関連した観測値を取得し、前記制御用パラメータセットおよび前記観測値を用いて、前記１以上のパラメータを変数としたモデル関数の事後分布を計算し、前記事後分布の計算結果を用いて、前記制御用パラメータセットとして最適なパラメータセットを特定するための最適化関数を更新してもよい。

[0099] 第９項に記載の制御システムによれば、作業システムの最適化のためのユーザの負荷を軽減される。

[0100] （第１０項） 第９項に記載の制御システムにおいて、前記最適化関数は、前記事後分布の平均値および分散値を含んでいてもよい。

[0101] 第１０項に記載の制御システムによれば、最適化関数として、作業システムの最適化に適した関数が利用される。

[0102] （第１１項） 第９項または第１０項に記載の制御システムにおいて、前記管理装置は、更新された前記最適化関数の値を最大にするパラメータのセットで、前記制御用パラメータセットを更新してもよい。

[0103] 第１１項に記載の制御システムによれば、最適な制御用パラメータセットが提供される。

[0104] （第１２項） 第１１項に記載の制御システムにおいて、前記管理装置は、予め定められた条件に従って、前記制御用パラメータセットの更新を回避されてもよい。

[0105] 第１２項に記載の制御システムによれば、作業システムが必要以上に動作することが回避される。

[0106] （第１３項） 第１２項に記載の制御システムにおいて、前記予め定められた条件は、前記観測値に関する基準、更新の回数に関する基準、および、更新の前後における前記観測値の関係に関する基準のうち少なくとも１つを含んでいてもよい。

[0107] 第１３項に記載の制御システムによれば、具体的な基準に従って、作業システムが必要以上に動作することが回避される。

[0108] （第１４項） 第１２項に記載の制御システムにおいて、前記管理装置は、前記制御用パラメータセットの更新が回避されたことを報知してもよい。

[0109] 第１４項に記載の制御システムによれば、ユーザは、制御用パラメータセットの更新が回避されたことを容易に認識できる。

[0110] （第１５項） 第９項～第１４項のいずれか１項に記載制御システムにおいて、モデル関数の事後分布を計算することは、前記観測値に含まれる複数

の指標から１つの指標を生成することと、少なくとも前記１つの指標を用いて、前記事後分布を計算することと、を含んでいてもよい。

[0111] 第１５項に記載の制御システムによれば、制御用パラメータセットの最適化において観測値の次元が低減され、これにより、制御用パラメータセットの最適化のための計算処理の負荷が低減され得る。

[0112] （第１６項） 第９項～第１４項のいずれか１項に記載制御システムにおいて、前記動作は、対象物から目的物質を生成すること、または、目的物質を加工することを含んでいてもよい。

[0113] 第１６項に記載の制御システムによれば、目的物質の生成または加工に関するシステムの最適化において、ユーザの負荷が軽減される。

[0114] 今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。また、実施の形態中の各技術は、単独でも、また、必要に応じて実施の形態中の他の技術と可能な限り組み合わされても、実施され得ることが意図される。

符号の説明

[0115] １ 制御システム、１００ 管理装置、１０１ プロセッサ、１０２ メモリ、１１０ ディスプレイ、１２０ 入力装置、２００ 作業システム、２１０ 培養器、２２０ 遠心分離機、２３０ サンプル搬送ロボット、２４０ 液体分注機、２５０ プレートリーダー、２６０ 質量分析計、２７０ 液体クロマトグラフ。

請求の範囲

[請求項1] 作業システムの動作を制御するための１以上のパラメータによって構成される制御用パラメータセットを設定するステップと、

前記制御用パラメータセットに基づいて、前記作業システムの動作を制御するステップと、

前記作業システムから、前記制御用パラメータセットに基づく前記動作の実行に関連した観測値を取得するステップと、

前記制御用パラメータセットおよび前記観測値を用いて、前記１以上のパラメータを変数としたモデル関数の事後分布を計算するステップと、

前記事後分布の計算結果を用いて、前記制御用パラメータセットとして最適なパラメータセットを特定するための最適化関数を更新するステップと、を備える、作業システムの最適化方法。

[請求項2] 前記最適化関数は、前記事後分布の平均値および分散値を含む、請求項１に記載の作業システムの最適化方法。

[請求項3] 更新された前記最適化関数の値を最大にするパラメータセットで、前記制御用パラメータセットを更新するステップをさらに備える、請求項１に記載の作業システムの最適化方法。

[請求項4] 予め定められた条件に従って、前記制御用パラメータセットの更新を回避するステップをさらに備える、請求項３に記載の作業システムの最適化方法。

[請求項5] 前記予め定められた条件は、前記観測値に関する基準、更新の回数に関する基準、および、更新の前後における前記観測値の関係に関する基準のうち少なくとも１つを含む、請求項４に記載の作業システムの最適化方法。

[請求項6] 前記制御用パラメータセットの更新が回避されたことを報知するステップをさらに備える、請求項４に記載の作業システムの最適化方法。

[請求項7] 前記モデル関数の事後分布を計算するステップは、

前記観測値に含まれる複数の指標から１つの指標を生成することと、

少なくとも前記１つの指標を用いて、前記事後分布を計算することと、を含む、請求項１に記載の作業システムの最適化方法。

[請求項8] 前記動作は、対象物から目的物質を生成すること、または、目的物質を加工することを含む、請求項１に記載の作業システムの最適化方法。

[請求項9] 作業システムと、

前記作業システムの動作を制御する管理装置と、を備え、

前記管理装置は、

作業システムの動作を制御するための１以上のパラメータによって構成される制御用パラメータセットを設定し、

前記制御用パラメータセットに基づいて、前記作業システムの動作を制御し、

前記作業システムは、

前記制御用パラメータセットに基づいて動作を実行し、

前記管理装置は、

前記作業システムから、前記制御用パラメータセットに基づく前記動作の実行に関連した観測値を取得し、

前記制御用パラメータセットおよび前記観測値を用いて、前記１以上のパラメータを変数としたモデル関数の事後分布を計算し、

前記事後分布の計算結果を用いて、前記制御用パラメータセットとして最適なパラメータセットを特定するための最適化関数を更新する、制御システム。

[請求項10] 前記最適化関数は、前記事後分布の平均値および分散値を含む、請求項９に記載の制御システム。

[請求項11] 前記管理装置は、

更新された前記最適化関数の値を最大にするパラメータセットで、前記制御用パラメータセットを更新する、請求項９に記載の制御システム。

[請求項12] 前記管理装置は、

予め定められた条件に従って、前記制御用パラメータセットの更新を回避する、請求項１１に記載の制御システム。

[請求項13] 前記予め定められた条件は、前記観測値に関する基準、更新の回数に関する基準、および、更新の前後における前記観測値の関係に関する基準のうち少なくとも１つを含む、請求項１２に記載の制御システム。

[請求項14] 前記管理装置は、

前記制御用パラメータセットの更新が回避されたことを報知する、請求項１２に記載の制御システム。

[請求項15] 前記モデル関数の事後分布を計算することは、

前記観測値に含まれる複数の指標から１つの指標を生成することと、

少なくとも前記１つの指標を用いて、前記事後分布を計算することと、を含む、請求項９に記載の制御システム。

[請求項16] 前記動作は、対象物から目的物質を生成すること、または、目的物質を加工することを含む、請求項９に記載の制御システム。

[図1]

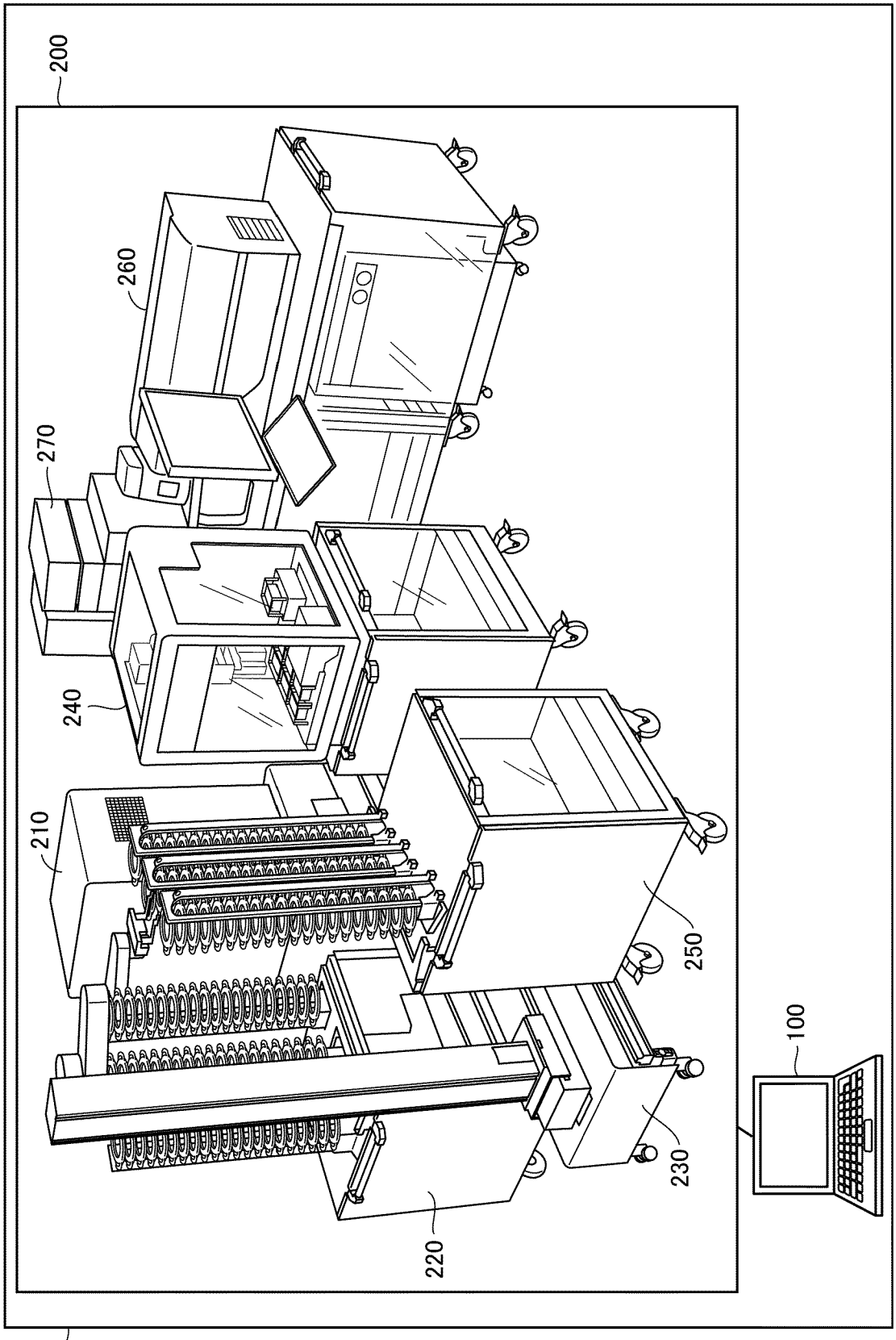
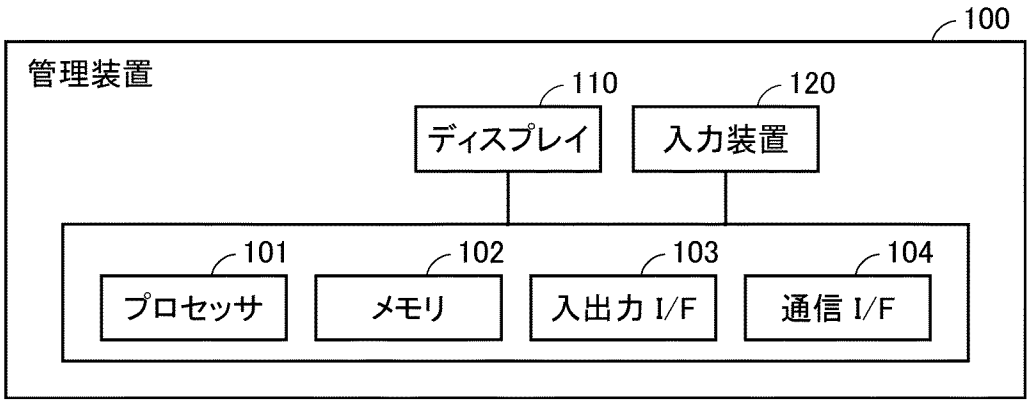


FIG.1

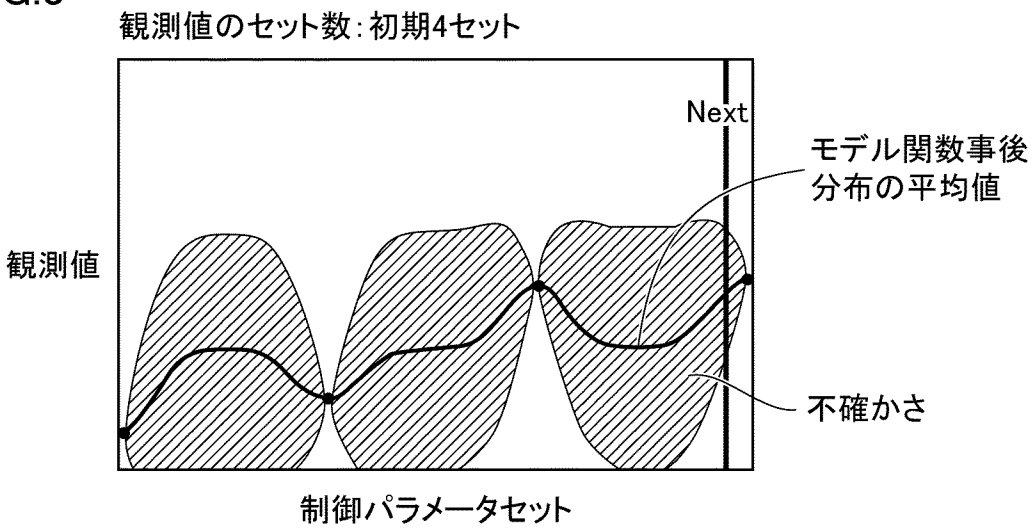
[図2]

FIG.2



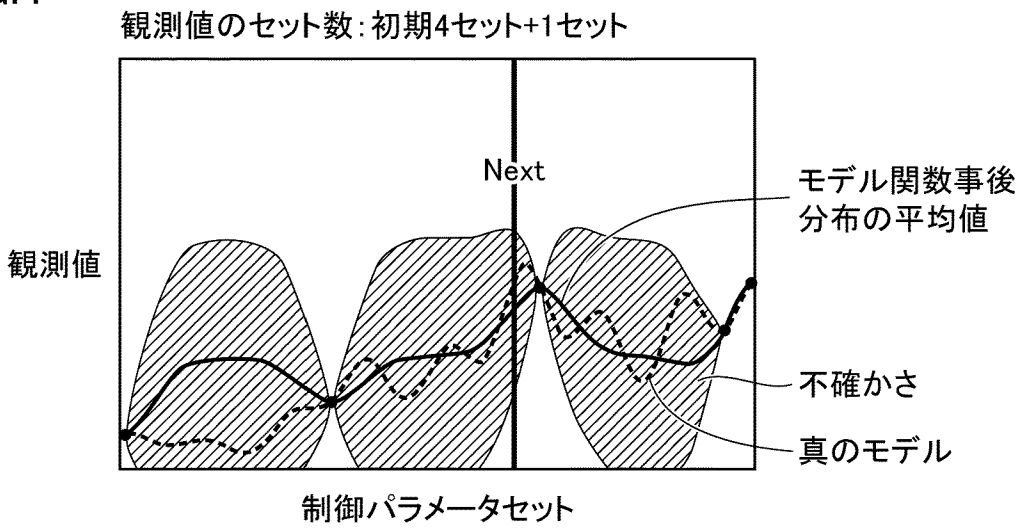
[図3]

FIG.3



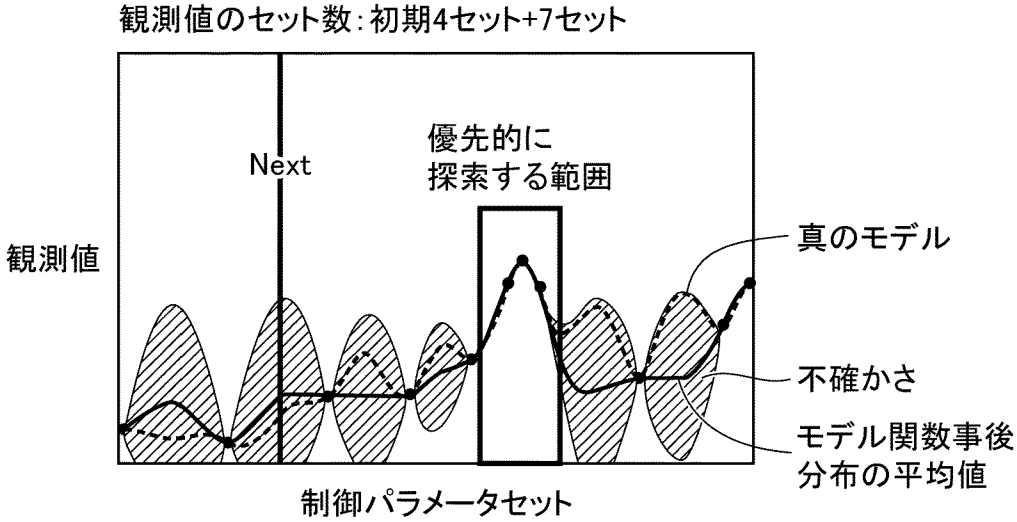
[図4]

FIG.4



[図5]

FIG.5



[図6]

FIG.6

$$\begin{pmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_n \\ f_i \end{pmatrix} \sim N\left(\begin{pmatrix} \mu_1 \\ \vdots \\ \mu_3 \\ \mu_i \end{pmatrix}, \begin{bmatrix} K_{11} & \cdots & K_{1n} & K_{1i} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ K_{n1} & \cdots & K_{nn} & \vdots \\ K_{i1} & \cdots & \cdots & K_{ii} \end{bmatrix} \right) \sim N\left(\begin{pmatrix} \mu_D \\ \mu_i \end{pmatrix}, \begin{bmatrix} K_D & K_i \\ K_i^T & K_{ii} \end{bmatrix} \right) \quad \cdots (1)$$

[図7]

FIG.7

$$K_{ij} = \sigma^2 \exp\left(-\frac{(x_i - x_j)^2}{l^2} \right) \quad \cdots (2)$$

[図8]

FIG.8

$$\text{平均値}: E(p(f_i | f_D, K, \mu)) = \mu_i + K_{iD} K_{DD}^{-1} (f_D - \mu_D) \quad \cdots (3)$$

[図9]

FIG.9

$$\text{分散値}: V(p(f_i | f_D, K, \mu)) = K_{ii} + K_{iD} K_{DD}^{-1} K_{Di} \quad \cdots (4)$$

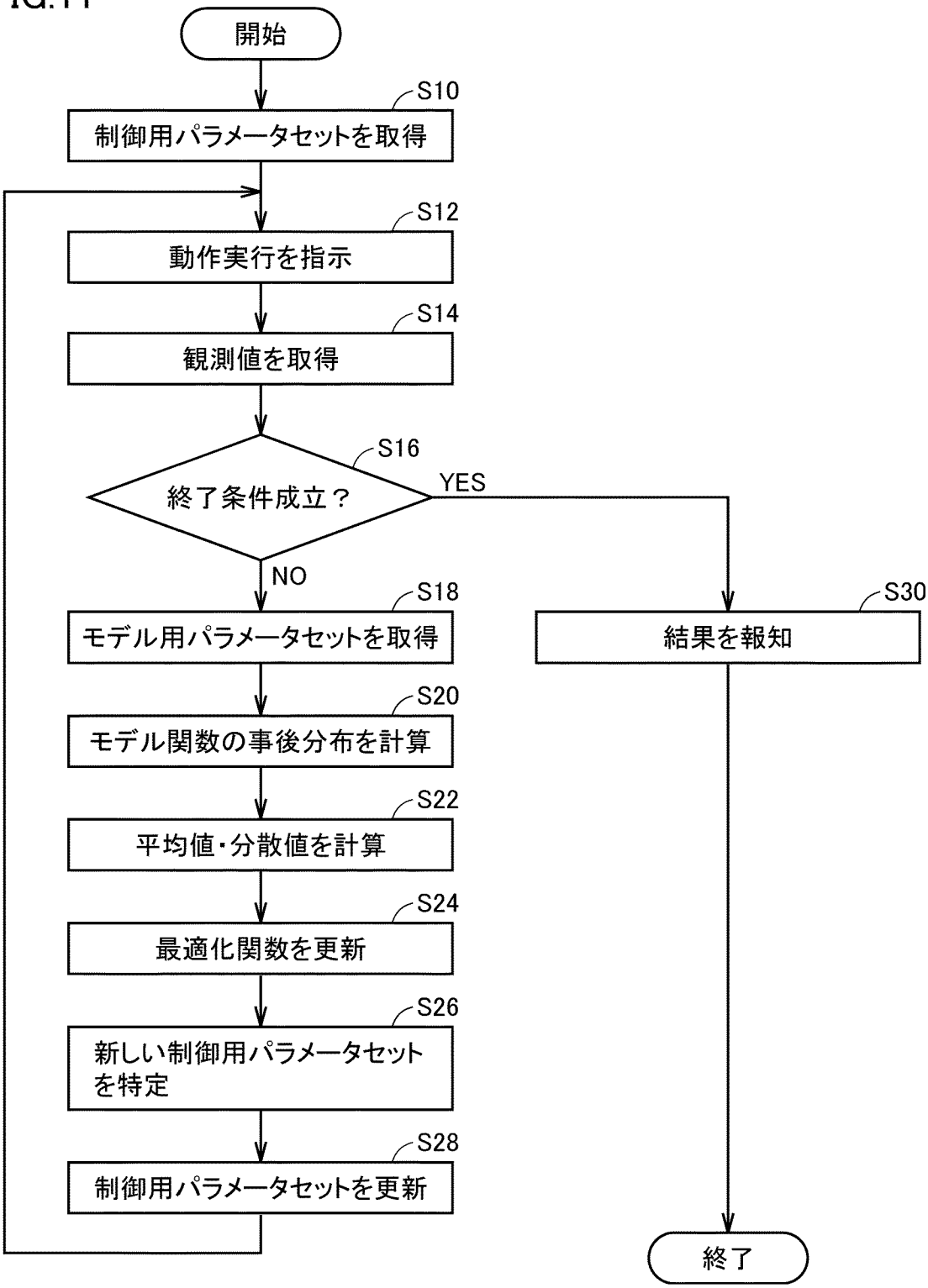
[図10]

FIG.10

$$UCB(x) = \mu(x) + K\sigma(x) \quad \cdots (5)$$

[図11]

FIG.11


開始
S10
制御用パラメータセットを取得
S12
動作実行を指示
S14
観測値を取得
S16
終了条件成立？
YES
NO
S18
モデル用パラメータセットを取得
S20
モデル関数の事後分布を計算
S22
平均値・分散値を計算
S24
最適化関数を更新
S26
新しい制御用パラメータセット
を特定
S28
制御用パラメータセットを更新
S30
結果を報知
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/029396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06N 99/00(2019.01)i
FI: G06N99/00 180

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)

G06N99/00

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	WO 2021/049044 A1 (EPISTRA INC.) 18 March 2021 (2021-03-18) paragraphs [0010]-[0039]	1-16
Y	WO 2021/024396 A1 (SHIMADZU CORP.) 11 February 2021 (2021-02-11) paragraphs [0031]-[0037], [0045]-[0046]	1-16
Y	JP 2022-074880 A (TOSHIBA CORP.) 18 May 2022 (2022-05-18) paragraphs [0030], [0066]	6, 14
A	JP 2019-152986 A (NATIONAL INST. OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 12 September 2019 (2019-09-12) paragraphs [0039]-[0084]	1-16

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 October 2023	**24 October 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/JP2023/029396

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2021/049044 A1	18 March 2021	US 2022/0404782 A1 paragraphs [0016]-[0053]	
WO 2021/024396 A1	11 February 2021	US 2022/0238318 A1 paragraphs [0071]-[0078], [0088]-[0089] CN 114026414 A	
JP 2022-074880 A	18 May 2022	US 2022/0138194 A1 paragraphs [0040], [0076] CN 114442974 A	
JP 2019-152986 A	12 September 2019	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/029396

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G06N 99/00(2019.01)i
FI: G06N99/00 180

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））

G06N99/00

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	WO 2021/049044 A1（エピストラ株式会社）18.03.2021（2021-03-18） 段落[0010]-[0039]	1-16
Y	WO 2021/024396 A1（株式会社島津製作所）11.02.2021（2021-02-11） 段落[0031]-[0037]及び[0045]-[0046]	1-16
Y	JP 2022-074880 A（株式会社東芝）18.05.2022（2022-05-18） 段落[0030]及び[0066]	6, 14
A	JP 2019-152986 A（国立研究開発法人産業技術総合研究所）12.09.2019（2019-09-12） 段落[0039]-[0084]	1-16

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

*　引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
11.10.2023	24.10.2023

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）

坂庭　剛史 5B 9288

電話番号 03-3581-1101 内線 3545

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/JP2023/029396

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/049044 A1	18.03.2021	US 2022/0404782 A1 段落[0016]-[0053]	
WO 2021/024396 A1	11.02.2021	US 2022/0238318 A1 段落[0071]-[0078]及び[0088]-[0089] CN 114026414 A	
JP 2022-074880 A	18.05.2022	US 2022/0138194 A1 段落[0040]及び[0076] CN 114442974 A	
JP 2019-152986 A	12.09.2019	（ファミリーなし）	