

(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
2021年8月12日(12.08.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/157667 A1

(51) 国際特許分類:

G05B 23/02 (2006.01) G05B 19/418 (2006.01)
G05D 23/19 (2006.01) G05B 13/04 (2006.01)
G06Q 10/04 (2012.01) G06Q 50/04 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/004168

(22) 国際出願日: 2021年2月4日(04.02.2021)

(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 2020-017475 2020年2月4日(04.02.2020) JP

(71) 出願人: 株式会社ダイセル (DAICEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒5300011 大阪府大阪市北区大深町3番1号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 灰塚 真浩 (HAITSUKA, Masahiro); 〒1088230 東京都港区港南2-18-1 株式会社ダイセル内 Tokyo (JP). 小園 英俊 (KOZONO, Hidetoshi); 〒1088230 東京都港区港南2-18-1 株式会社ダイセル内

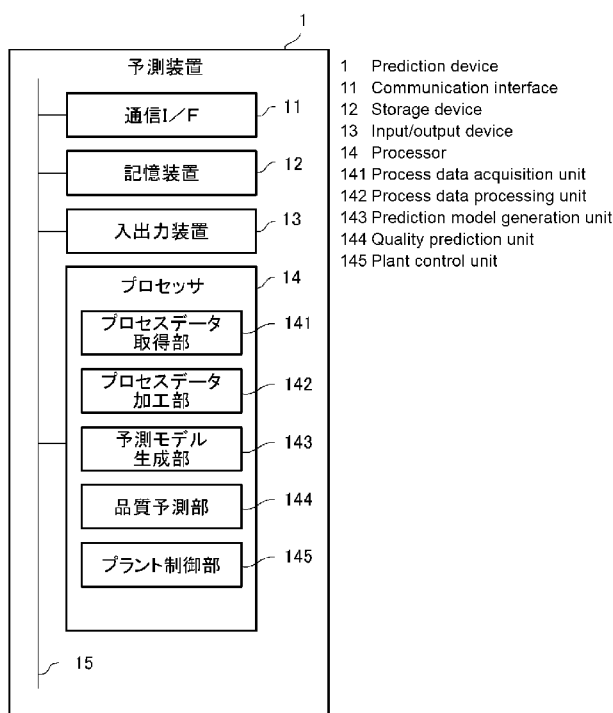
Tokyo (JP). 三好 史浩 (MIYOSHI, Fumihiro); 〒1088230 東京都港区港南2-18-1 株式会社ダイセル内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人秀和特許事務所 (IP FIRM SHUWA); 〒1030004 東京都中央区東日本橋三丁目4番10号 アクロポリス21ビル8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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: PREDICTION DEVICE, PREDICTION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 予測装置、予測方法及びプログラム



(57) Abstract: In this invention, prediction accuracy for a process including reactions in a chemical plant is improved. This prediction device comprises a process data processing unit for carrying out certain processing of process data acquired from a chemical plant and a prediction model generation unit for generating a prediction model having learned features of the process data acquired from the chemical plant on the basis of causal relationship information defining combinations of first process data as an explanatory variable, and second process data as a response variable or a value corresponding to the second process data from among the process data acquired from the chemical plant or the process data processed by the process data processing unit. Further, the process data processing unit determines a value corresponding to a reaction rate of a processing object in a predetermined period using the process data.

WO 2021/157667 A1

(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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : 化学プラントにおける反応を含むプロセスについて、予測精度を向上させる。予測装置は、化学プラントから得られるプロセスデータに対し所定の加工処理を行うプロセスデータ加工部と、化学プラントから得られるプロセスデータ又はプロセスデータ加工部によって加工されたプロセスデータのうち、説明変数とする第1のプロセスデータと、目的変数とする第2のプロセスデータ又は当該第2のプロセスデータに応じた値との組合せを定義する因果関係情報に基づいて、化学プラントから得られたプロセスデータの特徴を学習した予測モデルを作成する予測モデル作成部とを備える。また、プロセスデータ加工部は、プロセスデータを用いて、所定の期間における処理対象の反応速度に応じた値を求める。

明 細 書

発明の名称：予測装置、予測方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、予測装置、予測方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、製造プロセスにおいて生産物の品質を予測したり、予測に基づいて動作の制御を行う技術が提案されている。例えば、製造プロセスの製造途中において製品の特性値を予測し、その予測結果に基づいて後工程の製造プロセスの制御条件を計算する予測システムが提案されている（特許文献1）。本システムは、ロット毎に、製造プロセスの工程で測定されるデータ、および／または、製造プロセスの状態を示すデータとが格納されるデータベースと、データベースに格納されているデータを用いて、製造プロセスの数式モデルを作成する数式モデル作成部と、製造中のロットに対して、処理済み工程に関しては実績値を、未処理工程に関しては過去のロットに基づいて得られる代表値を数式モデルに入力して製品の特性値を予測する製品特性予測部と、製品特性予測部による予測結果に応じて、未処理工程のうちの制御する対象の工程の最適製造条件を計算する最適製造条件計算部とを備えており、製品特性予測部による予測および最適製造条件計算部による計算を、製造中のロットに対して所定の制御対象工程毎に実施する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第6477423号公報

特許文献2：特許第5751045号公報

特許文献3：特開2018-120343号公報

特許文献4：特開2001-106703号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特に化学プラントにおける反応を含むプロセスにおいては、予測精度を向上させることが難しいという問題があった。そこで、本技術は、化学プラントにおける反応を含むプロセスについて、予測精度を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示に係る予測装置は、化学プラントから得られるプロセスデータに対し所定の加工処理を行うプロセスデータ加工部と、化学プラントから得られるプロセスデータ又はプロセスデータ加工部によって加工されたプロセスデータのうち、説明変数とする第1のプロセスデータと、目的変数とする第2のプロセスデータ又は当該第2のプロセスデータに応じた値との組合せを定義する因果関係情報に基づいて、化学プラントから得られたプロセスデータの特徴を学習した予測モデルを作成する予測モデル作成部とを備える。また、プロセスデータ加工部は、プロセスデータを用いて、所定の期間における処理対象の反応速度に応じた値を求める。

[0006] 一般的に反応は温度等の影響を受け非線形であるため、例えばプロセスデータのピーク値や差分値、積分値等に基づいてプロセスデータの特徴を予測することは困難であった。上記のような反応速度に応じた値は、例えば時間当たりの反応量と相関する説明変数になる。反応速度に応じた値を用いて予測モデルを作成することで、化学プラントにおける反応を含むプロセスについて、予測精度を向上させることができる。

[0007] また、反応速度に応じた値は、反応速度の積分値であってもよい。また、反応速度に応じた値は、アレニウスの式を用いて算出され、化学反応の種別と化学プラントにおける処理対象とに応じて反応速度定数の頻度因子及び活性化エネルギーが定められるようにしてもよい。具体的には、このような値を採用することができる。

[0008] また、プロセスデータ加工部は、プロセスデータの種別に応じて、所定の期間におけるプロセスデータの積分値、微分値、平均値、最大値、若しくは最小値、又は所定の時点におけるプロセスデータの瞬時値をさらに求めるよ

うにしてもよい。プロセスデータに対しこのような加工を行うことにより、予測モデルの予測精度を向上し得る。

[0009] また、予測モデルは、複数の予測式を含む階層構造であり、第1の予測式で算出する予測値を説明変数に含む第2の予測式を有するものであってもよい。例えばこのようにして複数の因果関係を関数で表すことができる。

[0010] また、第2のプロセスデータに応じた値は、縮分法により複数の第2のプロセスデータをサンプリングした値であり、化学プラントにおける、第1のプロセスデータの取得タイミングの範囲と、第2のプロセスデータに応じた値の算出タイミングとを、化学プラント内における処理対象の滞留時間に基づいて対応付け、予測モデル作成部は予測モデルを作成するようにしてもよい。化学プラントにおいて処理対象が継続的に処理される場合、説明変数とするプロセスデータの取得タイミングと、目的変数とするプロセスデータの取得タイミングとを適切に対応付けることにより、予測の精度を向上させることができる。

[0011] また、化学プラントは、所定の処理単位ごとに処理対象を逐次処理するバッチ工程と、その後処理対象を連続的に処理する連続工程とを行い、バッチ工程の完了タイミングの範囲と、第2のプロセスデータに応じた値の算出タイミングとを、化学プラント内における処理対象の滞留時間に基づいて対応付け、予測モデル作成部は予測モデルを作成するようにしてもよい。バッチ工程と連続工程とが続けて行われる場合も、説明変数とするプロセスデータと、目的変数とするプロセスデータとを適切に対応付けることで、予測の精度を向上させることができる。

[0012] なお、課題を解決するための手段に記載の内容は、本開示の課題や技術的思想を逸脱しない範囲で可能な限り組み合わせることができる。また、課題を解決するための手段の内容は、コンピュータ等の装置若しくは複数の装置を含むシステム、コンピュータが実行する方法、又はコンピュータに実行させるプログラムとして提供することができる。なお、プログラムを保持する記録媒体を提供するようにしてもよい。

発明の効果

[0013] 開示の技術によれば、生産物の特性値の予測精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は、実施形態に係るシステムの一例を表す図である。

[図2]図2は、プラントが備える機器によって行われるプロセスの一例を示す模式的な図である。

[図3]図3は、バッチ工程におけるプロセスデータの一例を説明するための図である。

[図4]図4は、知識ベースに予め登録される情報の一例を示す図である。

[図5]図5は、知識ベースに基づいて作成される、バッチ工程のタグ属性テーブルの一例を示す図である。

[図6]図6は、知識ベースに基づいて作成されるタグ結合テーブルの一例を示す図である。

[図7]図7は、予測モデルの構成を示すロジックツリーの一例を示す図である。

[図8]図8は、連続工程におけるプロセスデータの一例を説明するための図である。

[図9]図9は、連続工程の工程検査におけるサンプルとバッチ工程における製造番号との対応付けを説明するための図である。

[図10]図10は、連続工程におけるセンサ位置から工程検査でのサンプリング位置までの滞留時間を説明するための図である。

[図11]図11は、知識ベースに基づいて作成される、連続工程のタグ属性テーブルの一例を示す図である。

[図12]図12は、予測モデルの構成を示すロジックツリーの一例を示す図である。

[図13]図13は、予測装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図14]図14は、予測装置が実行する予測処理の一例を示す処理フロー図で

ある。

[図15]図15は、バッチ工程用の書込用配列の一例を示す図である。

[図16]図16は、加工処理の一例を示す処理フロー図である。

[図17]図17は、バッチ配列の一例を示す図である。

[図18]図18は、予測式に代入するプロセスデータ又はその予測値を説明するための図である。

[図19]図19は、予測式に代入するプロセスデータ又はその予測値を説明するための他の例を示す図である。

[図20]図20は、種別が「連続」のデータを保持する書込用配列の一例を示す図である。

[図21]図21は、種別が「バッチ」のデータを保持する書込用配列の一例を示す図である。

[図22]図22は、連続工程における加工後のプロセスデータを保持する結合IDデータ配列の一例を示す図である。

[図23]図23は、予測装置が実行する制御処理の一例を示す処理フロー図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照しつつ予測装置の実施形態について説明する。

[0016] <実施形態>

図1は、本実施形態に係るシステムの一例を表す図である。システム100は、予測装置1と、制御ステーション2と、プラント3とを含む。システム100は、例えば分散型制御システム(DCS: Distributed Control System)であり、複数の制御ステーション2を含む。すなわち、プラント3の制御系は複数の区画に分割され、各制御区画が制御ステーション2によって分散制御される。制御ステーション2は、DCSにおける既存の設備であり、プラント3が備えるセンサ等から出力される状態信号を受信したり、プラント3に対して制御信号を出力する。そして、制御信号に基づいて、プラント3が備えるバルブ等のアクチュエータやその他の機器が制御される。

[0017] 予測装置 1 は、制御ステーション 2 を介してプラント 3 の状態信号（プロセスデータ）を取得する。プロセスデータは、原料や中間的な生産物である処理対象の温度、圧力、流量等や、プラント 3 が備える機器の運転条件を定める設定値等を含む。また、予測装置 1 は、想定される原因と、例えば異常として現れる影響との対応関係を記憶する知識ベースに基づく予測モデルを作成する。例えば、知識ベースに基づいて作成された、説明変数とするプロセスデータ（要因系とも呼ぶ）と目的変数とするプロセスデータ（影響系とも呼ぶ）との組合せを定義する因果関係情報を用いて、品質やコストの予測式を作成する。そして、予測装置 1 は、予測式とプロセスデータとを用いて、生産物の品質等を表す特性値を予測したり、プラント 3 の運転条件を変更した場合の生産物の特性値を予測することができる。また、予測装置 1 は、例えば品質とコストとが所定の条件を満たす運転条件を求めるようにしてもよい。また、予測装置 1 は、予測式とプロセスデータとを用いて、影響として現れた状態の変化に対して安定状態に移行させるための運転条件を求めたり、生産物が所定の要求を満たすような運転条件を求めたりしてもよい。また、予測装置 1 は、影響系のプロセスデータに代えて、所定の工程検査において得られた分析値を目的変数としてもよい。

[0018] 図 2 は、プラントが備える機器又は当該機器によって行われるプロセスの一例を示す模式的な図である。すなわち、プロセスは、処理である生産プロセスと装置であるプロセス機器とを含むものとする。本実施形態では、プロセスは、バッチ工程 3 1 と連続工程 3 2 とを含み得る。バッチ工程 3 1 においては、所定の処理単位ごとに処理対象が逐次処理され、例えば各機器への原料の受入れ、保持、排出といった処理が順に行われる。連続工程 3 2 においては、継続して導入される処理対象が連続的に処理され、例えば、原料の受入れ、保持、排出といった処理が並行して行われる。また、プロセスは、並列に同一の処理を行う複数の系列 3 3 を含み得る。

[0019] 各処理を行う機器は、例えば反応器、蒸留装置、熱交換器、圧縮機、ポンプ、タンク等を含み、これらが配管を介して接続されている。また、機器や

配管の所定の位置には、センサやバルブ等が設けられる。センサは、温度計、流量計、圧力計、レベル計、濃度計等を含み得る。また、センサは、各機器の運転状態を監視し、状態信号を出力する。また、プラント3が備えるセンサは、センサの各々を特定するための識別情報である「タグ」が付されているものとする。そして、予測装置1及び制御ステーション2は、各機器への入出力信号を、タグに基づいて管理する。

[0020] <バッチ工程>

図3は、バッチ工程におけるプロセスデータの一例を説明するための図である。図3の左側の列は、図2に示したバッチ工程31のプロセスの一部を示す。具体的には、プロセスは、シュレッダー301と、サイクロン302と、前処理303と、予冷機304と、反応機305とを含む。また、これらのプロセスは、前処理工程、予冷工程、反応工程に分類されている。図3の右側の列は、各プロセスにおいて取得されるプロセスデータの一例を示す。前処理工程においては、タグが001及び002であるセンサから時系列のデータが取得される。予冷工程においては、タグが003及び004であるセンサから時系列のデータが取得される。反応工程においては、タグが005、006及び007であるセンサから時系列のデータが取得される。また、バッチ工程においては、製造番号（「製番」とも呼ぶ）と対応付けられた処理対象を、断続的に処理する。すなわち、製造番号は、バッチ工程においてまとめて処理される処理対象を識別するための識別情報である。図3に示すように、時間の経過と共に、後続の製造番号と対応付けられた処理対象に関する時系列のデータが得られる。なお、時点 t_1 及び t_2 については後述する。

[0021] 図4は、知識ベースに予め登録される情報の一例を示す図である。知識ベースは、予測装置1の記憶装置に予め記憶されるものとする。図4のテーブルは、センサの各々に対応する列と、各センサの出力値の変化の原因を示す行とを含む。すなわち、各行に示す「副原料A量上昇」、「副原料A量低下」等の原因によって影響を受けるセンサに対応する列に値が登録されている

。値は、センサの出力値の変動と対応する正又は負の符号付きで登録される。なお、原因と影響の組み合わせは1対1とは限らない。すなわち、1つの影響について、複数の原因が対応付けられることもあるし、同一の原因が複数の影響に関連付けられることもある。

[0022] 知識ベースは、例えばHAZOP (Hazard and Operability Study) に基づいてユーザが予め作成するものとする。HAZOPは、例えば、プラントを構成する計装機器による監視ポイントでの検知手段、管理範囲（上下限の閾値でありアラームの設定点）、管理範囲からのずれ（異常、変調）、管理範囲からのずれが発生する想定原因の列挙、いずれの想定原因によりずれが発生したかを判断するロジック（検知手段）、ずれが発生したことによる影響、ずれが発生した場合にとる処置、その処置に対するアクションに関し、これらに関連付けて網羅的に列挙するための手法である。なお、HAZOPに限らず、FTA (Fault Tree Analysis)、FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)、ETA (Event Tree Analysis) 又はこれらを応用した手法や、これらに類する手法、オペレータへのヒアリング結果から抽出された内容、作業標準書や技術標準書から抽出された内容に基づいて知識ベースを作成するようにしてもよい。

[0023] 図5は、知識ベースに基づいて作成される、バッチ工程のタグ属性テーブルの一例を示す図である。タグ属性テーブルは、各タグに対応するセンサから得られるデータの処理方法を定義する。なお、タグ属性テーブルは、いわゆるデータベースのテーブルであってもよいし、CSV (Comma Separated Values) のような所定の形式のファイルであってもよい。また、タグ属性テーブルは、予めユーザによって作成され、予測装置1によって読み出される。

[0024] タグ属性テーブルは、タグ、系列、品種、一次加工、平滑化、運転条件最適化の各属性を含む。タグのフィールドには、センサの識別情報であるタグが登録される。系列のフィールドには、プロセスの系列を特定するための識別情報が登録される。品種のフィールドには、処理対象の種別が登録される。予測装置1は、予測処理において、例えば処理対象の品種に応じたパラメ

ータを設定するようにしてもよい。一次加工のフィールドには、センサの出力値の加工方法を示す情報が登録される。また、一次加工の属性は、バッチ工程、方法、データ区間の各属性をさらに含む。バッチ工程のフィールドには、バッチ工程における細分化された工程を示す識別情報が登録される。方法のフィールドには、データの加工方法の種別を示す情報が登録される。種別は、「瞬時値」、「平均」、「積分」、「微分」、「差分」、「最大」、「最小」、「熱履歴」、「なし」を含む。「瞬時値」は、データ区間で指定される開始時又は終了時の値を表す。「平均」は、データ区間で指定される期間の値をデータの個数で除した平均値を表す。「積分」は、データ区間で指定される期間の値の合計値を表す。「微分」は、データ区間で指定される開始時又は終了時の微分係数を表す。「差分」は、データ区間で指定される開始時及び終了時の値の差分を表す。「最大」は、データ区間で指定される期間内の最大値を表す。「最小」は、データ区間で指定される期間内の最小値を表す。「熱履歴」は、反応の進行の程度の一例であり、例えば、データ区間で指定される期間における反応速度の積分値を表す。「なし」は、バッチ終了時のタグに付され、加工処理を行わないことを表す。データ区間の属性は、開始及び終了の属性をさらに含み、開始及び終了のフィールドの少なくとも一方には、センサの出力値を取得するタイミングを示す情報が登録される。タイミングを示す情報は、例えば細分化された工程ごとに予め定められる所定のステップに基づいて定義されるようにしてもよい。平滑化のフィールドには、データに対する所定の平滑化処理の実施の可否を示す情報が登録される。運転条件最適化の属性は、調整／監視、コスト影響、管理範囲、設定範囲の各属性をさらに含む。調整／監視のフィールドには、最適化処理において調整の対象とするか監視の対象とするかを示す種別が登録される。コスト影響のフィールドには、最適化処理において調整した場合に影響する所定の単位当たりのコストが登録される。管理範囲の属性は、上限及び下限の属性をさらに含み、上限及び下限のフィールドには、センサの出力値の許容範囲を示す情報が登録される。設定範囲の属性は、上限及び下限の属性を

さらに含み、上限及び下限のフィールドには、センサの出力値の目標とする範囲を示す情報が登録される。以上のような運転条件最適化のフィールドに登録される情報に従い、予測装置1は多目的最適化または単目的最適化を行うようにしてもよい。

[0025] 図6は、知識ベースに基づいて作成されるタグ結合テーブルの一例を示す図である。タグ結合テーブルは、知識ベースから得られる因果関係を表す情報であって、説明変数とするプロセスデータと、目的変数とするプロセスデータとの組合せを定義する。タグ結合テーブルも、いわゆるデータベースのテーブルであってもよいし、CSVのような所定の形式のファイルであってもよい。また、タグ結合テーブルも、予めユーザによって作成され、予測装置1によって読み出される。

[0026] タグ結合テーブルは、結合ID、タグ、要因／影響、因果関係、学習期間、従属関係の各属性を含む。結合IDのフィールドには、因果関係のまとまりを示す識別情報が登録される。タグのフィールドには、センサの識別情報であるタグが登録される。要因／影響のフィールドには、因果関係における要因系であるか影響系であるか（換言すれば、説明変数であるか目的変数であるか）を示す種別が登録される。因果関係のフィールドには、影響系の値を正又は負の方向に変動させるために、当該タグに対応する要因系の出力値を変動させるべき符号の制約を示す、正又は負の種別が登録される。従って、要因／影響のフィールドに「要因」が登録されたレコードに、因果関係の値が登録される。本実施形態では、予測装置1は、要因系の値の変動の正負の方向と、影響系の値の変動の正負の方向との間に、一定の対応関係を有するような制約（「符号制約」と呼ぶ）を課して予測モデルを作成する。例えば、説明変数の正負の変動方向に応じて、目的変数の正負の変動方向が定まるように予測モデルが作成される。すなわち、因果関係のフィールドに登録される符号は、影響系の値を正又は負のうち所定の方向に変動させるために、当該レコードのタグに対応するセンサの出力値を正又は負のうちいずれの方向に変動させればよいかを示している。また、学習期間のフィールドには

、予測モデルを作成するために用いるプロセスデータの期間を特定するための情報が登録される。当該情報は、例えば直近の製造番号の個数であってもよい。

[0027] 以上のようなタグ属性テーブル及びタグ結合テーブルに基づいて、予測装置 1 は、予測モデルを作成する。図 7 は、予測モデルの構成を示すロジックツリーの一例を示す図である。各矩形は、タグに対応するセンサの出力値又は予測値を表す。予測モデルは、上流（図 7 では左側）の工程におけるセンサの出力値に基づいて、矢印で接続された先の、影響系に当たるセンサの出力値を予測するための予測式を含む。また、予測モデルは、複数の予測式を含む階層構造であり、ある予測式による予測値を説明変数に含む他の予測式が含まれる。予測式は、図 6 に示したタグ結合テーブルにおいて、同一の結合 ID が付されたレコードを組み合わせて作成される。例えば、要因／影響のフィールドに「要因」が登録されているタグに対応するセンサの出力値又はその予測値を説明変数とし、要因／影響のフィールドに「影響」が登録されているタグに対応するセンサの出力値や、例えば工程検査によって得られる分析値である、生産物の特性値を目的変数として所定の予測式を作成する。

[0028] 具体的には、予測式は、例えば次のような式（1）で表すことができる。

$$Y(t) = a_1(t) \cdot x_1(t) + a_2(t) \cdot x_2(t) + \dots + a_n(t) \cdot x_n(t) + a_{ar}(t) \cdot Y(t-1) + C \quad (1)$$

なお、 t は製造番号に応じた値であり、 $Y(t)$ は影響系の予測値であり、 $x(t)$ は要因系のセンサの出力値又はその予測値であり、 $a(t)$ は要因系の係数であり、 $a_{ar}(t)$ は自己回帰項の係数であり、 C は定数項である。要因系に対応する項は、図 7 において矢印で接続された元のセンサの出力値の数だけ含まれる。また、自己回帰項は、過去の製造番号に係る予測値又は実測値である。自己回帰項は 1 つには限定されず、予測式は、直近の複数の製造番号に係る自己回帰項を含むものであってもよい。

[0029] また、予測装置 1 は、バッチ工程においては製造番号ごとに学習処理を行

い予測式の係数等を更新する。係数は、例えば、図6の学習期間のフィールドに設定された、直近の所定数の製造番号に対応するプロセスデータを学習データとして、回帰分析を行い決定される。このとき、上述した符号制約を満たすように、係数が決定されるものとする。

[0030] <連続工程>

図8は、連続工程におけるプロセスデータの一例を説明するための図である。図8の左側の列は、図2に示した連続工程32のプロセスの一部を示す。具体的には、プロセスは、タンク311と、ポンプ312とを含む。図8の右側の列は、各プロセスにおいて取得されるプロセスデータの一例を示す。連続工程32においては、タグと対応付けられ、製造番号とは対応付けられていない時系列のデータが、センサから継続して取得される。図8の例においては、タグが102及び103である各センサから時系列のデータが取得される。連続工程においては、機器が連続的に処理対象を受け入れ、継続的に処理を行う。バッチ工程の後に連続工程を行う場合、バッチ工程における処理対象と、連続工程における処理対象とを紐づけるために、本実施形態では予めユーザによって設定されるトレーサビリティ情報を用いる。トレーサビリティ情報は、サンプリング間隔と滞留時間とを含む。サンプリング間隔は、連続工程において例えば縮分法による工程検査のためのサンプリングを行う間隔を表す。滞留時間は、バッチ工程の完了から、連続工程に含まれるプロセスに到達するまでに処理対象が滞留する時間を表す。

[0031] 図9は、連続工程の工程検査におけるサンプルとバッチ工程における製造番号との対応付けを説明するための図である。例えば、工程検査は所定の間隔で行われ、工程検査におけるサンプルは当該間隔に相当する期間の縮分サンプルとする。また、バッチ工程の後に連続工程を行う場合、所定の期間に完了したバッチ工程による生成物が、連続工程の処理対象として導入される。したがって、連続工程におけるプロセスデータの縮分サンプルは、サンプリング時点までの滞留時間を遡り、バッチ工程の完了時刻の範囲と紐付けることにより、対応するバッチ工程の製造番号群を特定することができる。こ

のような紐づけにより、バッチ工程と連続工程とが続けて実施される場合において、バッチ工程におけるプロセスデータを利用する予測式の精度を向上させることができる。

[0032] 図10は、連続工程におけるセンサ位置から工程検査でのサンプリング位置までの滞留時間を説明するための図である。上述した縮分サンプルは、例えば、連続工程において得られるプロセスデータの所定期間の平均値として算出される。この演算を行うサンプリング時点と、当該時点において平均するプロセスデータの取得時点の範囲とを対応付けるため、本実施形態では、連続工程においてプロセスデータを出力するセンサの位置と、工程検査のためのサンプリングを行う位置との間隔について、当該区間の滞留時間を設定する。これにより、連続工程におけるプロセスデータと工程検査の縮分サンプルとを紐づけることができる。このような紐づけにより、連続工程におけるプロセスデータを利用する予測式の精度を向上させることができる。

[0033] 図11は、知識ベースに基づいて作成される、連続工程のタグ属性テーブルの一例を示す図である。連続工程のタグ属性テーブルも、いわゆるデータベースのテーブルであってもよいし、CSVのような所定の形式のファイルであってもよい。また、タグ属性テーブルは、予めユーザによって作成され、予測装置1によって読み出される。

[0034] 連続工程のタグ属性テーブルは、タグ、種別、滞留時間、バッチ関連タグ、運転条件最適化の各属性を含む。なお、図5に示したバッチ工程のタグ属性テーブルと名称が同一の属性については説明を省略する。種別のフィールドには、連続、バッチ又は品質の種別が登録される。種別のうち「連続」は、各レコードが示すタグが連続工程におけるプロセスデータであることを表す。「バッチ」は、バッチ工程におけるプロセスデータであることを表す。「品質」は、工程検査における縮分サンプルの分析値であることを表す。

[0035] また、連続工程においても、図6に示したようなタグ結合テーブルを利用し、タグ属性テーブル及びタグ結合テーブルに基づいて、予測装置1は、予測モデルを作成する。図12は、予測モデルの構成を示すロジックツリーの

一例を示す図である。図12においても、各矩形は、タグに対応するセンサの出力値又は予測値を表す。タグが101の矩形は、バッチ工程のプロセスデータを示す。バッチ工程のプロセスデータは、図9を用いて説明したように、滞留時間に基づいて対応する製造番号及び系列が特定され、これらの平均値を予測式の説明変数として用いる。タグが102及び103の矩形は、連続工程のプロセスデータを示す。連続工程のプロセスデータは、図10を用いて説明したように、滞留時間とサンプリング間隔に基づいて対応する期間が特定され、期間内のプロセスデータの平均値を予測式の説明変数として用いる。タグが104の矩形は、工程検査（品質工程とも呼ぶ）の分析値であり、例えば縮分法により求められるプロセスデータに応じた値である。連続工程においても、予測式は、図6に示したタグ結合テーブルにおいて、同一の結合IDが付されたレコードを組み合わせて作成される。予測式はバッチ工程と同様であるため説明を省略する。

[0036] 本実施形態では、知識ベースに基づいて選択されたプロセスデータを用いるため、プラント全体の膨大なパラメータを必要とせず、因果関係が明らかなパラメータから予測モデルを高速に作成することができる。また、自己回帰項を含む予測モデルを作成すれば、単にある時点のプロセスデータからシミュレーションを行うのみでは反映されない、プロセスデータの経時的な変化を加味した予測ができるようになる。

[0037] また、上述のような符号制約がない場合、予測モデルを用いて逆問題を解く場合に、適切な結果が得られない場合があった。すなわち、要求する品質を指定してこれに応じた運転条件を求める場合に、プロセスの原理原則に反した結果を出力するような予測モデルが作成されてしまうおそれがあった。上述のような符号制約を課すことで、プロセスの原理原則に従った予測モデルを作成することができる。すなわち、符号制約を満足する予測式を用いることにより、生産物の品質の代替指標となる影響系の値を予測できるだけでなく、品質を改善するためにプラントの運転条件をどのように変更すればよいか容易にわかるようになる。

[0038] <制御>

予測装置1は、作成した予測式とプロセスデータとを用いて、影響として現れた状態の変化に対して安定状態に移行させるための運転条件を求めたり、生産物が所定の要求を満たすような運転条件を求め、運転条件に基づいてプラント3を制御するようにしてもよい。例えば、一部の特性値に対して目標値を定め、他の制御可能なプロセスデータに対して許容範囲を定め、好ましい運転条件を求める。また、さらに、少なくとも一部のプロセスデータに対して単価を設定しておき、例えばコストが最小になる運転条件や、コストの許容範囲を満たすような運転条件を求めるようにしてもよい。

[0039] 上述したように、図5に示したテーブルの「管理範囲」のフィールドには、各プロセスデータの許容範囲が設定される。「設定範囲」のフィールドには、各プロセスデータの目標値が設定される。また、「コスト影響（単価）」のフィールドには、各プロセスデータの所定の単位量当たりのコストが設定される。なお、「調整／監視」のフィールドに「調整」が登録されているプロセスデータは、プラント3が備えるアクチュエータ等を制御することにより、調整が可能な値を表している。制御時には、例えば目標や許容範囲等の条件に基づいて、調整可能なプロセスデータの運転条件を求める。

[0040] 図5の例では、「コスト影響（単価）」のフィールドに設定された単価と、各タグに対応するプロセスデータの値との積の総和により、コストを求めることができる。そして、目的関数であるコストが最小になるように、制御可能なプロセスデータの値（運転条件）を算出する。

[0041] また、設定範囲に基づき、予測式によって算出される予測値は、図5の「設定範囲」に登録される範囲に収まるよう制約条件が課される。これらのプロセスデータは例えば品質又は品質代替指標であり、範囲は要求されるスペックにより定められる狙い値といえる。

[0042] さらに、管理範囲に基づき、制御可能なプロセスデータの取り得る値は制限される。「調整／監視」のフィールドに「調整」が登録されているタグに対応するプロセスデータは調整可能であるが、例えばプラント3の仕様等に

応じて定まる設定の限界により制約条件が設けられる。

[0043] また、本実施形態では、予測処理において作成した予測モデルも制約条件に利用される。すなわち、予測式における目的変数の少なくとも一部に対して所定の範囲を表す制約条件を設け、予測値が当該制約条件の範囲内になるような説明変数の最適値を探索する。

[0044] 制約条件となる1次不等式や1次等式を満たす変数の中で、目的関数を最小化する値を求める場合は、いわゆる線形計画法により最適化することができる。なお、コストでなく、任意のプロセスデータの予測値を目的変数としてもよい。このとき、コストについて許容範囲を定めるようにしてもよい。また、制約条件や目的関数の一部に非線形であっても、既存の非線形計画法により解くことができる。また、目的関数を複数設定し、多目的最適化を行うようにしてもよい。以上のように、最適化問題を解くことにより運転条件を求めることができる。

[0045] 例えば調整対象のプロセスデータが副原料の投入量であれば、算出された最適解がそのまま設定値となる。例えば調整対象のプロセスデータが処理対象の温度の積分値であれば、算出された最適解に近づくように、バルブ等のアクチュエータを調整する。

[0046] <装置構成>

図13は、予測装置1の構成の一例を示すブロック図である。予測装置1は、一般的なコンピュータであり、通信インターフェース(I/F)11と、記憶装置12と、入出力装置13と、プロセッサ14とを備えている。通信I/F11は、例えばネットワークカードや通信モジュールであってもよく、所定のプロトコルに基づき、他のコンピュータと通信を行う。記憶装置12は、RAM(Random Access Memory)やROM(Read Only Memory)等の主記憶装置、及びHDD(Hard-Disk Drive)やSSD(Solid State Drive)、フラッシュメモリ等の補助記憶装置(二次記憶装置)であってもよい。主記憶装置は、プロセッサ14が読み出すプログラムや他のコンピュータとの間で送受信する情報を一時的に記憶したり、プロセッサ14の作業領域を

確保したりする。補助記憶装置は、プロセッサ14が実行するプログラムや他のコンピュータとの間で送受信する情報等を記憶する。入出力装置13は、例えば、キーボード、マウス等の入力装置、モニタ等の出力装置、タッチパネルのような入出力装置等のユーザインターフェースである。プロセッサ14は、CPU (Central Processing Unit) 等の演算処理装置であり、プログラムを実行することにより本実施形態に係る各処理を行う。図13の例では、プロセッサ14内に機能ブロックを示している。すなわち、プロセッサ14は、所定のプログラムを実行することにより、プロセスデータ取得部141、プロセスデータ加工部142、予測モデル作成部143、品質予測部144及びプラント制御部145として機能する。

[0047] プロセスデータ取得部141は、例えば通信I/F11及び制御ステーション2を介して、プラント3が備えるセンサからプロセスデータを取得し、記憶装置12に記憶させる。上述したように、プロセスデータは、タグによってセンサと対応付けられている。

[0048] プロセスデータ加工部142は、予測モデルの作成に際し、図5に示したバッチ工程のタグ属性テーブル又は図11に示した連続工程のタグ属性テーブルに基づいて、プロセスデータを加工する。すなわち、プロセスデータ加工部142は、バッチ工程のタグ属性テーブルの一次工程のフィールドに登録された情報に基づいて、指定タイミングの瞬時値を抽出したり、指定期間の平均値を算出したり、指定期間の積分値を算出したりする。また、プロセスデータ加工部142は、連続工程のタグ属性テーブルのバッチ関連タグのフィールドに登録された情報、及び例えば予め記憶装置12に保持されている上述のトレーサビリティ情報に基づいて、所定のタグ、系統及び製造番号に該当するプロセスデータの平均値を算出したり、連続工程のプロセスデータについて、トレーサビリティ情報に基づいて特定される期間の平均値を算出したりしてもよい。

[0049] 予測モデル作成部143は、例えば図6に示したタグ結合テーブルに基づいて、上述した式(1)に示すような予測式を含む予測モデルを作成し、記

憶装置 1 2 に記憶させる。予測モデル作成部 1 4 3 は、例えば、バッチ工程においては製造番号ごとに直近の所定期間のデータを用いて予測式の係数等を更新してもよい。また、予測モデル作成部 1 4 3 は、例えば、連続工程においては所定期間ごとに直近のデータを用いて予測式の係数等を更新してもよい。

[0050] 品質予測部 1 4 4 は、プロセスデータと予測モデルとを用いて、所定のセンサの出力値や、工程検査の分析値を予測する。なお、品質予測部 1 4 4 は、任意の運転条件に基づくデータと予測モデルとを用いて、運転条件変更後の予測値を算出してもよい。

[0051] プラント制御部 1 4 5 は、例えば通信 I / F 1 1 及び制御ステーション 2 を介して、プラント 3 が備えるバルブ等のアクチュエータやその他の機器を制御する。また、プラント制御部 1 4 5 は、例えば品質とコストとが所定の条件を満たす運転条件を求め、これに基づいてプラント 3 を制御してもよい。また、プラント制御部 1 4 5 は、所定の安定状態に移行させるための運転条件を求めたり、生産物が所定の要求を満たすような運転条件を求め、これに基づいてプラント 3 を制御してもよい。

[0052] 以上のような構成要素が、バス 1 5 を介して接続されている。

[0053] <予測処理（バッチ工程）>

図 1 4 は、予測装置 1 が実行する予測処理の一例を示す処理フロー図である。予測装置 1 のプロセッサ 1 4 は、所定のプログラムを実行することにより、図 1 4 に示すような処理を実行する。予測処理は、バッチ工程においては製造番号ごとに、連続工程においては所定のサンプリング間隔で、実行される。なお、図 5 に示したバッチ工程のタグ属性テーブル、図 6 に示したタグ結合テーブル、図 1 1 に示した連続工程のタグ属性テーブル、トレーサビリティ情報等が、ユーザによって作成され、予め記憶装置 1 2 に記憶されているものとする。また、プロセスデータ取得部 1 4 1 は、例えば通信 I / F 1 1 及び制御ステーション 2 を介して、プラント 3 が備えるセンサからプロセスデータを継続的に取得し、一時的に又は永続的に、記憶装置 1 2 に記憶

させているものとする。プロセスデータは、例えばOPCのような所定の規格に従って記述される。

[0054] 予測装置1のプロセスデータ取得部141は、設定情報を読み込む(図14:S1)。本ステップでは、プロセスデータ取得部141は、記憶装置12から、タグ属性テーブル、タグ結合テーブル、トレーサビリティ情報等を読み出す。

[0055] また、プロセスデータ取得部141は、プロセスデータを読み込む(図14:S2)。本ステップでは、予測式に用いられるタグに対応するプロセスデータが、例えば、予測式ごと、且つ系列ごと、且つ細分化された工程ごとに抽出される。図15は、本ステップにおいて読み出されたデータを書き込むためのバッチ工程用の書込用配列の一例を示す図である。バッチ工程用の書込用配列は、OPCデータであってもよいし、いわゆるデータベースのテーブルであってもよいし、CSVのような所定の形式のファイルであってもよい。図15のテーブルは、日時、製番、品種、ステップ、タグの各属性を含む。日時のフィールドには、センサが測定値を出力した日時が登録される。製番のフィールドには、製造番号が登録される。品種のフィールドには、処理対象の種別が登録される。ステップのフィールドには、予め定義されたステップで表される、当該工程における段階を示す情報が登録される。タグのフィールドには、各タグに対応するセンサの出力値が登録される。

[0056] また、予測装置1のプロセスデータ加工部142は、プロセスデータに対し所定の加工処理を行う(図14:S3)。本ステップの詳細は、図16を用いて説明する。図16は、加工処理の一例を示す処理フロー図である。プロセスデータ加工部142は、図15に示した書込用配列に、予測式ごと、且つ系列ごと、且つ細分化された工程ごとのプロセスデータが抽出されると、書込用配列の各レコードに対して図16に示すような処理が実行される。

[0057] プロセスデータ加工部142は、書込用配列からレコードを読み出す(図16:S11)。本ステップでは、図15に示したようなテーブルから1レコードが順に読み出される。また、プロセスデータ加工部142は、一次加

工方法に応じてデータの加工を行う（図16：S12）。本ステップでは、図5に示したタグ属性テーブルを参照し、対応するタグの「一次加工」の「方法」のフィールドに登録された種別に基づいて、例えば瞬時値、平均値、積分値、微分係数、差分、最大値、最小値、熱履歴、又はプロセスデータそのものが求められる。図17は、本ステップの処理結果を書き込むバッチ配列の一例を示す図である。バッチ配列も、OPCデータであってもよいし、いわゆるデータベースのテーブルであってもよいし、CSVのような所定の形式のファイルであってもよい。図17のテーブルは、製番、終了日時、タグの各属性を含む。製番のフィールドには、製造番号が登録される。終了日時のフィールドには、当該製番のバッチ工程が終了した日時が登録される。タグのフィールドには、加工処理後のプロセスデータが登録される。

[0058] ここで、熱履歴の算出について説明する。熱履歴は、例えば解重合やアセチル化、脱アセチル化等の一般的な化学反応について、反応の進行の程度を表す情報である。本実施形態では、熱履歴を、所定の期間の反応速度の積分値として求める。例えば、次の式（2）に示すように、アレニウスの式を用いた反応速度式の積分値により算出する。

[数1]

$$\int_{t_i}^{t_f} \frac{d[C(t)]}{dt} dt = \int_{t_i}^{t_f} A \exp\left(-\frac{E}{RT(t)}\right) [A(t)]^m [B(t)]^n dt \quad (2)$$

ここで、Aは、頻度因子である。Eは、活性化エネルギーである。Rは、気体定数である。また、A(t)、B(t)は濃度項であり、m、nは、反応次数である。これらの値は、反応や対象物に応じて定義される。また、tは、工程における所定の区間を表すステップである。T(t)は、当該ステップにおける温度であり、プロセスデータとして得られる。このような加工により、所定期間に処理対象が受けた熱量を、品質予測に用いることができるようになる。

[0059] また、プロセスデータ加工部142は、所定のデータクレンジング処理を

実施する（図16：S13）。データクレンジング処理は、外れ値を排除する処理であり、様々な手法を採用することができる。例えば、直近のデータを用いて移動平均値を算出する。また、移動平均値と実測値との差をとり、差分のばらつきを表す標準偏差 σ （誤差分散とも呼ぶ）を求める。そして、例えば確率分布の平均値 -3σ から確率分布の平均 $+3\sigma$ までの区間（ 3σ 区間とも呼ぶ）のような所定の信頼区間に入らない値を除外する。同様に、前後の実測値の差について、 3σ 区間に入らない値を除外するようにしてもよい。データクレンジング処理は、例えば瞬時値や、バッチ終了時のプロセスデータに対して行われる。

[0060] また、プロセスデータ加工部142は、所定の平滑化処理を実施する（図16：S14）。平滑化処理は、図5に示したタグ属性テーブルにおいて、平滑化のフィールドに「要」が登録されたタグについて行われる。また、平滑化処理は、例えば、データクレンジング後の値について、直近の所定数の移動平均を求める処理であってもよいし、データを平滑化することができる他の手法であってもよい。以上で、図16の加工処理を終了し、図14の処理に戻る。

[0061] その後、予測装置1の予測モデル作成部143は、予測モデル構築処理を行う（図14：S4）。本ステップでは、図6に示したタグ結合テーブルに基づいて、予測モデルを構成する予測式を作成する。具体的には、同一の結合IDが付されたタグの加工後のプロセスデータを読み出し、要因／影響のフィールドに登録された種別に基づいて加工後のプロセスデータを予測式（例えば、上述した式（1））に当てはめ、回帰分析により予測式の係数及び定数項を決定する。このとき、加工後のプロセスデータは、学習期間のフィールドに登録された値に応じて直近のデータを学習対象とする。なお、予測モデル作成部143は、学習期間の大きさについても好ましい値を探索するようにしてもよい。例えば、作成した予測モデルとプロセスデータとを用いて相関係数を算出し、相関係数が向上するように学習期間を設定する。また、因果関係のフィールドに登録された符号に基づいて、要因系の値の変動の

方向と、影響系の値の変動の方向との間に、一定の対応関係を有するような制約の下で、予測式の係数等を決定する。そして、予測モデル作成部 143 は作成した予測式を記憶装置 12 に記憶させる。

[0062] 予測装置 1 の品質予測部 144 は、予測モデル構築処理において作成された予測モデルと、プロセスデータ又はその予測値とを用いて、予測処理を行う（図 14 : S5）。便宜上、図 14 の処理フローの中に予測処理を示すが、品質予測部 144 は、任意の時点に予測モデルとプロセスデータを用いて予測処理を行うことができる。本ステップでは、品質予測部 144 は、直近の予測モデルとプロセスデータとを読み出し、予測モデルに含まれる予測式にプロセスデータ又はその予測値を代入して、任意の影響系に相当する値の予測値を求める。

[0063] 図 18 は、予測式に代入するプロセスデータ又はその予測値を説明するための図である。図 4 に示したタグ 007 の値を予測する場合、図 3 の時点 t_1 においては、図 18 に示すように各タグに対応するセンサの実測値又は予測値を用いる。すなわち、製造番号 003 のタグ 007 の値を予測する場合、既知である、製造番号 003 のタグ 001 から 004 までの実測値と、未知である、製造番号 003 のタグ 005 及び 006 の予測値とを、タグ 007 の予測式に代入する。

[0064] 図 19 は、予測式に代入するプロセスデータ又はその予測値を説明するための他の例を示す図である。図 4 に示したタグ 007 の値を予測する場合、図 3 の時点 t_2 においては、図 19 に示すように各タグに対応するセンサの実測値又は予測値を用いる。すなわち、製造番号 004 のタグ 007 の値を予測する場合、既知である、製造番号 004 のタグ 001 及び 002 の実測値と、製造番号 003 のタグ 004 の実測値と、未知である、製造番号 004 のタグ 003、005 及び 006 の予測値とを、タグ 007 の予測式に代入する。ここで、図 4 に示したように、タグ 004 の値には予測式がないため、直近の製造番号の実測値が用いられる。

[0065] また、予測モデルに入力する値は、プロセスデータには限られず、たとえ

ば任意の運転条件に基づくデータであってもよい。このようにすれば、プラント3の運転条件を変更した場合の結果を予測できる。以上のように、品質予測部144は、予測モデルと、センサの出力値又はその予測値を用いて、例えば所定のプロセスデータの予測値を算出する。

[0066] また、品質予測部144は、算出された予測値又はプロセスデータの実測値について、上述したデータクレンジングにおいて求めた所定の信頼区間を求め、モニタ等の入出力装置13に所定の信頼区間と予測値又は実測値とをグラフ上に図示するようにしてもよい。このようにすれば、ユーザは視覚的に傾向を把握でき、プラント3の運転条件を変更すべきか否かの判断材料とすることができる。

[0067] また、プラント制御部145は、算出された予測値に基づいてプラント3の運転条件を自動的に変更したり、入出力装置13を介してユーザに運転条件の変更を提案する情報を出力してもよい。

[0068] <予測処理（連続工程）>

連続工程においても、図14に示した予測処理を行う。以下、バッチ工程との相違点を中心に説明する。なお、系列ごと且つ製造番号ごとに、バッチ工程が終了し、連続工程への処理対象の移送（移液）が完了した日時が、記憶装置12に記憶されているものとする。

[0069] プロセスデータの読み込み（図14：S2）においては、連続工程の場合、製造番号単位でなく、新しいデータを書き込むと共に古いデータを削除するローリングが継続的に行われる。また、図11に示したタグ属性テーブルの種別のフィールドに登録された情報に基づいて、図15に示した書込用配列のデータ構造を変更してもよい。図20は、種別が「連続」のデータを保持する書込用配列の一例を示す図である。種別が「連続」のデータを保持する書込用配列は、例えば、図15のテーブルから製番及びステップを削除した構成とすることができる。また、図21は、種別が「バッチ」のデータを保持する書込用配列の一例を示す図である。種別が「バッチ」のデータを保持する書込用配列は、例えば、製造番号と当該製造番号のプロセスデータと

を保持するテーブルであり、図 2 1 のようなテーブルが系統ごとに作成される。図 2 1 のテーブルに登録されるデータは、図 1 7 のバッチ配列に登録された加工後のデータであってもよい。

[0070] また、プロセスデータの加工（図 1 4 : S 3）は、例えば、工程検査のタイミングを基準として実行される。工程検査のタイミングは、トレーサビリティ情報においてサンプリング間隔として定義されている。図 2 2 は、連続工程における加工後のプロセスデータを保持する結合 ID データ配列の一例を示す図である。結合 ID データ配列も、OPC データであってもよいし、いわゆるデータベースのテーブルであってもよいし、CSV のような所定の形式のファイルであってもよい。図 2 2 のテーブルは、工程検査 ID、サンプリング、タグの各属性を含む工程検査 ID のフィールドには、各工程検査を特定するための識別情報が登録される。サンプリングの属性は、開始日時及び終了日時の属性をさらに含み、開始日時及び終了日時のフィールドにはそれぞれ縮分法による工程検査のサンプリングの開始日時及び終了日時が登録される。タグのフィールドには、各タグに対応する分析値が登録される。ここで、図 1 1 に示したタグ属性テーブルの種別のフィールドに「連続」が登録されているタグについては、処理時点からトレーサビリティ情報においてサンプリング間隔を遡った時点までのプロセスデータの平均値が登録される。また、図 1 1 に示したタグ属性テーブルの種別のフィールドに「バッチ」が登録されているタグについては、処理時点からトレーサビリティ情報においてサンプリング間隔を遡った時点までに移液が完了した製造番号に対応するプロセスデータの平均値が登録される。

[0071] また、予測モデル構築処理（図 1 4 : S 4）は、例えば、予測モデル作成部 1 4 3 が工程検査の分析値を取得すると、当該分析値の予測モデルを更新する。本ステップでも、図 6 に示したタグ結合テーブルに基づいて、予測モデルを構成する予測式を作成する。また、連続工程においては、図 9 に示したように、予測モデル作成部 1 4 3 は、バッチ工程の完了タイミングと、予め定められた滞留時間とに基づいて、要因系のプロセスデータと影響系のプ

ロセデータとを対応付け、プラント3から得られたプロセスデータの特徴を学習させるようにしてもよい。また、図10に示したように、予測モデル作成部143は、要因系のプロセスデータの取得タイミングと、影響系のプロセスデータの取得タイミングとの差に基づいて、要因系のプロセスデータと、影響系のプロセスデータとを対応付け、プラント3から得られたプロセスデータの特徴を学習させるようにしてもよい。

[0072] 予測装置1の品質予測部144は、予測モデル構築処理において作成された予測モデルと、プロセスデータ又はその予測値とを用いて、予測処理を行う(図14:S5)。本ステップでは、品質予測部144は、直近の予測モデルとプロセスデータとを読み出し、予測モデルに含まれる予測式にプロセスデータ又はその予測値を代入して、任意の影響系に相当する値の予測値を求める。

[0073] <制御処理>

図23は、予測装置1が実行する制御処理の一例を示す処理フロー図である。予測装置1のプロセッサ14は、所定のプログラムを実行することにより、図23に示すような処理を実行する。制御処理は、例えば予測モデルが更新された後など、任意のタイミングで実行される。制御処理においても、図5に示したバッチ工程のタグ属性テーブル、図6に示したタグ結合テーブル、図11に示した連続工程のタグ属性テーブル、トレーサビリティ情報等は、予め記憶装置12に記憶されているものとする。また、プロセスデータ取得部141は、例えば通信1/F11及び制御ステーション2を介して、プラント3が備えるセンサからプロセスデータを継続的に取得し、一時的に又は永続的に、記憶装置12に記憶させているものとする。

[0074] 予測装置1のプラント制御部145は、設定情報を読み込む(図23:S21)。本ステップでは、プラント制御部145は、記憶装置12から、タグ属性テーブル、タグ結合テーブル、トレーサビリティ情報等を読み出す。制御処理においては、読み出される情報は、例えば最適化問題の目的関数として表される制御の目標や、例えば最適化問題の制約条件として表される制

御の許容領域を含む。ここでは、図5のコスト影響のフィールドに登録された単価を用いて算出されるコストが最小になることを目的関数とするものとする。また、管理範囲及び設定範囲のフィールドに登録された値が、制約条件になるものとする。

[0075] また、プロセスデータ取得部141は、プロセスデータを読み込む（図23：S22）。本ステップの処理は、図14のS2と同様である。本ステップでは、予測式に用いられるタグに対応するプロセスデータが、例えば、予測式ごと、且つ系列ごと、且つ細分化された工程ごとにプロセスデータが抽出される。また、図15又は図20に示した書込用配列に、センサの出力値が登録される。

[0076] また、プロセスデータ加工部142は、プロセスデータに対し所定の加工処理を行う（図23：S23）。本ステップの処理は、図14のS3と同様である。

[0077] そして、プラント制御部145は、最適化問題の演算処理を行う（図23：S24）。本ステップでは、読み出された制約条件の下で目的関数を最小化又は最大化する運転条件を求める。例えば、図5に示した設定に基づいてコストを最小化する場合、コストは次の式（3）で求められる。

$$\text{コスト} = (\text{タグ001のプロセスデータ} \times \text{単価}) + (\text{タグ002のプロセスデータ} \times \text{単価}) + (\text{タグ004のプロセスデータ} \times \text{単価}) \quad (3)$$

[0078] また、制約条件として、図5の「設定範囲」に登録される情報を利用する。具体的には、次のような条件が設定される。

$$\text{タグ005の下限} \leq \text{タグ005の予測値} \leq \text{タグ005の上限}$$

$$\text{タグ007の下限} \leq \text{タグ007の予測値} \leq \text{タグ007の上限}$$

[0079] また、他の制約条件として、図5の「管理範囲」に登録される情報を利用する。具体的には、次のような条件が設定される。

$$\text{タグ001の下限} \leq \text{タグ001の値} \leq \text{タグ001の上限}$$

$$\text{タグ002の下限} \leq \text{タグ002の値} \leq \text{タグ002の上限}$$

$$\text{タグ003の下限} \leq \text{タグ003の値} \leq \text{タグ003の上限}$$

タグ005の下限 \leq タグ005の値 \leq タグ005の上限

[0080] また、本実施形態では、予測処理において作成した予測モデルも制約条件に利用される。例えば、図7及び図12に示したようなロジックツリーにおいてプロセスデータ間に予測式が定義されている場合、予測処理において構築された予測式に基づいて上流のプロセスデータに基づいて下流のプロセスデータが算出される。また、上流側の端部に位置するプロセスであって、図5の「調整／監視」のフィールドに「監視」が登録されているタグに対応するプロセスデータは、S22において取得され、S23において加工された値が用いられる。そして、各予測式における目的変数に対し上述の設定範囲や管理範囲が設定されている場合、これらの範囲を表す制約条件を設け、予測値が当該制約条件の範囲に収まるような説明変数の最適値を探索する。

[0081] 以上のような最適化問題は、既存の解法により解くことができる。なお、図5の「調整／監視」のフィールドに「調整」が登録されているタグに対応するプロセスデータを調整対象とする。すなわち、タグが001、003、004、006のプロセスデータが調整対象であり、対象のタグは制約条件とは必ずしも一致しない。

[0082] 最適化問題が解かれ、調整対象のプロセスデータの設定値を含む運転条件が求められると、プラント制御部145は、運転条件に従ってプラント3を制御する（図23：S25）。本ステップでは、プラント制御部145は、通信1/F11を介して制御ステーション2へ、運転条件を示すデータを出力する。そして、制御ステーション2からの制御信号に従って、プラント3の動作が制御される。なお、例えばS24において多目的最適化問題を解いた場合は、運転条件の複数の候補を入出力装置13を介してユーザへ提示し、ユーザが選択した運転条件に基づいてプラント3を制御してもよい。

[0083] <変形例>

各実施形態における各構成及びそれらの組み合わせ等は、一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲内で、適宜、構成の付加、省略、置換、及びその他の変更が可能である。本開示は、実施形態によって限定されること

はなく、クレームの範囲によってのみ限定される。また、本明細書に開示された各々の態様は、本明細書に開示された他のいかなる特徴とも組み合わせることができる。

[0084] また、上述した実施形態では化学プラントを例に説明したが、一般的な生産設備における製造プロセスに適用することができる。例えば、実施形態におけるバッチ工程の製造番号に代えてロット番号を処理単位として、実施形態におけるバッチ工程に準じた処理を適用することができる。

[0085] 予測装置1の機能の少なくとも一部は、複数の装置に分散して実現するようにしてもよいし、同一の機能を複数の装置が並列に提供するようにしてもよい。例えば、予測モデルを作成するモデル作成装置と、作成された予測モデルを用いて予測を行う予測装置と、作成された予測モデルを用いて生産設備の制御を行う制御装置とが異なってもよい。また、予測装置3の機能の少なくとも一部は、いわゆるクラウド上に設けるようにしてもよい。

[0086] また、上述した式(1)は、自己回帰項を含む線形モデルであるが、このような例には限定されない。例えば、自己回帰項を含まないモデルを採用することもできる。また、モデルは線形でも非線形でもよい。また、単一の式であってもよいし、例えば季節変動のような周期的な変動を取り入れた状態空間モデルを採用してもよい。ただし、符号制約を満たすモデルであることが好ましい。すなわち、要因系の値の変動の方向と、影響系の値の変動の方向との間に、一定の対応関係を有するような制約の下で、予測式の係数等を決定する。

[0087] また、本開示は、上述した処理を実行する方法やコンピュータプログラム、当該プログラムを記録した、コンピュータ読み取り可能な記録媒体を含む。当該プログラムが記録された記録媒体は、プログラムをコンピュータに実行させることにより、上述の処理が可能となる。

[0088] ここで、コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、データやプログラム等の情報を電氣的、磁氣的、光学的、機械的、または化学的作用によって蓄積し、コンピュータから読み取ることができる記録媒体をいう。このような

記録媒体のうちコンピュータから取り外し可能なものとしては、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、光ディスク、磁気テープ、メモ리카ード等がある。また、コンピュータに固定された記録媒体としては、HDDやSSD (Solid State Drive)、ROM等がある。

符号の説明

- [0089] 1 : 予測装置
 - 1 1 : 通信 I / F
 - 1 2 : 記憶装置
 - 1 3 : 入出力装置
 - 1 4 : プロセッサ
 - 1 4 1 : プロセスデータ取得部
 - 1 4 2 : プロセスデータ加工部
 - 1 4 3 : 予測モデル作成部
 - 1 4 4 : 品質予測部
 - 1 4 5 : プラント制御部
- 2 : 制御ステーション
- 3 : プラント

請求の範囲

- [請求項1] 化学プラントから得られるプロセスデータに対し所定の加工処理を行うプロセスデータ加工部と、
前記化学プラントから得られるプロセスデータ又は前記プロセスデータ加工部によって加工された前記プロセスデータのうち、説明変数とする第1のプロセスデータと、目的変数とする第2のプロセスデータ又は当該第2のプロセスデータに応じた値との組合せを定義する因果関係情報に基づいて、前記化学プラントから得られた前記プロセスデータの特徴を学習した予測モデルを作成する予測モデル作成部と、
を備え、
前記プロセスデータ加工部は、前記プロセスデータを用いて、所定の期間における処理対象の反応速度に応じた値を求める
予測装置。
- [請求項2] 前記反応速度に応じた値は、反応速度の積分値である
請求項1に記載の予測装置。
- [請求項3] 前記反応速度に応じた値は、アレニウスの式を用いて算出され、化学反応の種別と前記化学プラントにおける処理対象とに応じて反応速度定数の頻度因子及び活性化エネルギーが定められる
請求項2に記載の予測装置。
- [請求項4] 前記プロセスデータ加工部は、前記プロセスデータの種別に応じて、所定の期間における前記プロセスデータの積分値、微分値、平均値、最大値、若しくは最小値、又は所定の時点における前記プロセスデータの瞬時値をさらに求める
請求項1から3のいずれか一項に記載の予測装置。
- [請求項5] 前記予測モデルは、複数の予測式を含む階層構造であり、第1の予測式で算出する予測値を説明変数に含む第2の予測式を有する
請求項1から4のいずれか一項に記載の予測装置。
- [請求項6] 前記第2のプロセスデータに応じた値は、縮分法により複数の第2

のプロセスデータをサンプリングした値であり、

前記化学プラントにおける、前記第1のプロセスデータの取得タイミングの範囲と、前記第2のプロセスデータに応じた値の算出タイミングとを、前記化学プラント内における前記処理対象の滞留時間に基づいて対応付け、前記予測モデル作成部は前記予測モデルを作成する請求項1から5のいずれか一項に記載の予測装置。

[請求項7]

前記化学プラントは、所定の処理単位ごとに処理対象を逐次処理するバッチ工程と、その後に前記処理対象を連続的に処理する連続工程とを行い、

前記バッチ工程の完了タイミングの範囲と、前記第2のプロセスデータに応じた値の算出タイミングとを、前記化学プラント内における前記処理対象の滞留時間に基づいて対応付け、前記予測モデル作成部は前記予測モデルを作成する

請求項1から6のいずれか一項に記載の予測装置。

[請求項8]

化学プラントから得られるプロセスデータに対し所定の加工処理を行うプロセスデータ加工ステップと、

前記化学プラントから得られるプロセスデータ又は前記プロセスデータ加工ステップにおいて加工された前記プロセスデータのうち、説明変数とする第1のプロセスデータと、目的変数とする第2のプロセスデータ又は当該第2のプロセスデータに応じた値との組合せを定義する因果関係情報に基づいて、前記化学プラントから得られた前記プロセスデータの特徴を学習した予測モデルを作成する予測モデル作成ステップと、

を予測装置が実行し、

前記プロセスデータ加工ステップにおいて、前記プロセスデータを用いて、所定の期間における処理対象の反応速度に応じた値を求める予測方法。

[請求項9]

化学プラントから得られるプロセスデータに対し所定の加工処理を

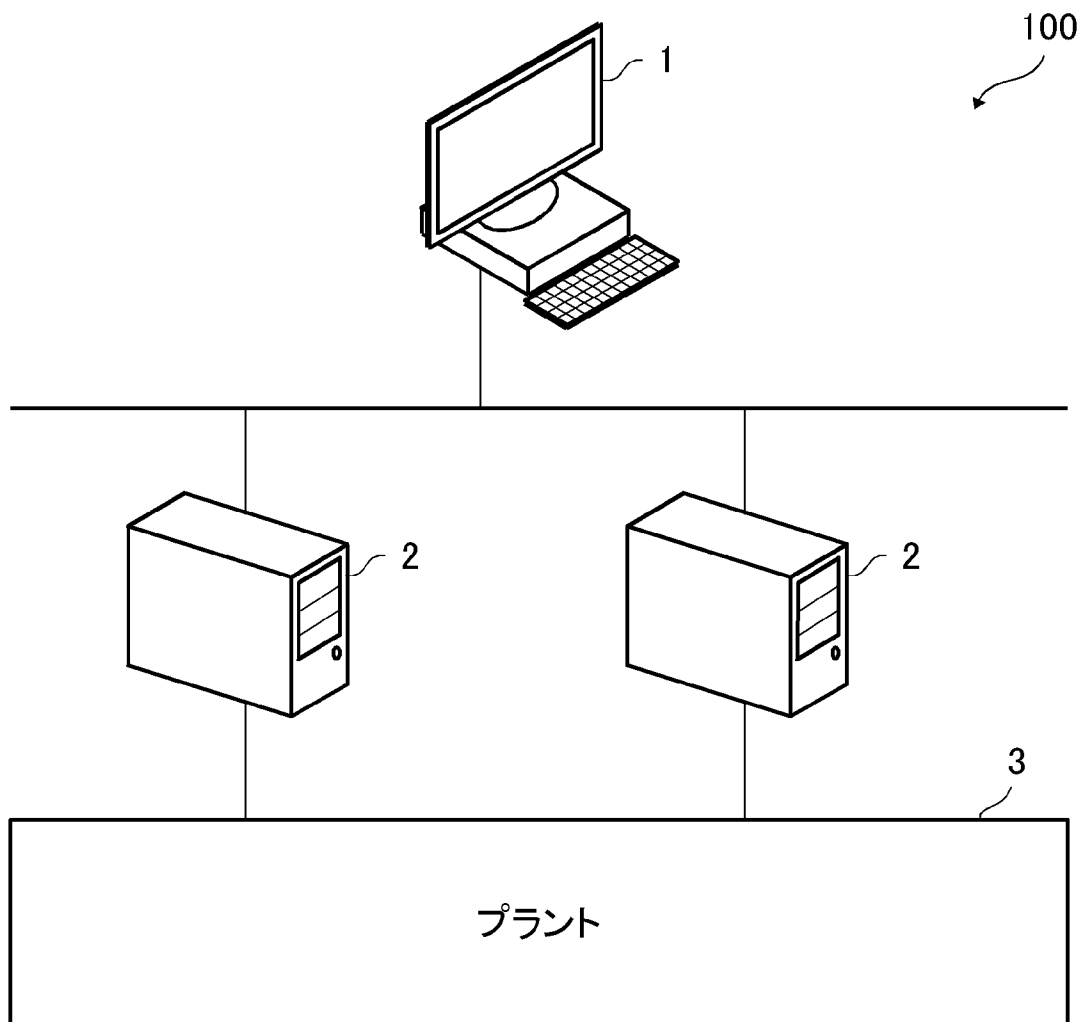
行うプロセスデータ加工ステップと、

前記化学プラントから得られるプロセスデータ又は前記プロセスデータ加工ステップにおいて加工された前記プロセスデータのうち、説明変数とする第1のプロセスデータと、目的変数とする第2のプロセスデータ又は当該第2のプロセスデータに応じた値との組合せを定義する因果関係情報に基づいて、前記化学プラントから得られた前記プロセスデータの特徴を学習した予測モデルを作成する予測モデル作成ステップと、

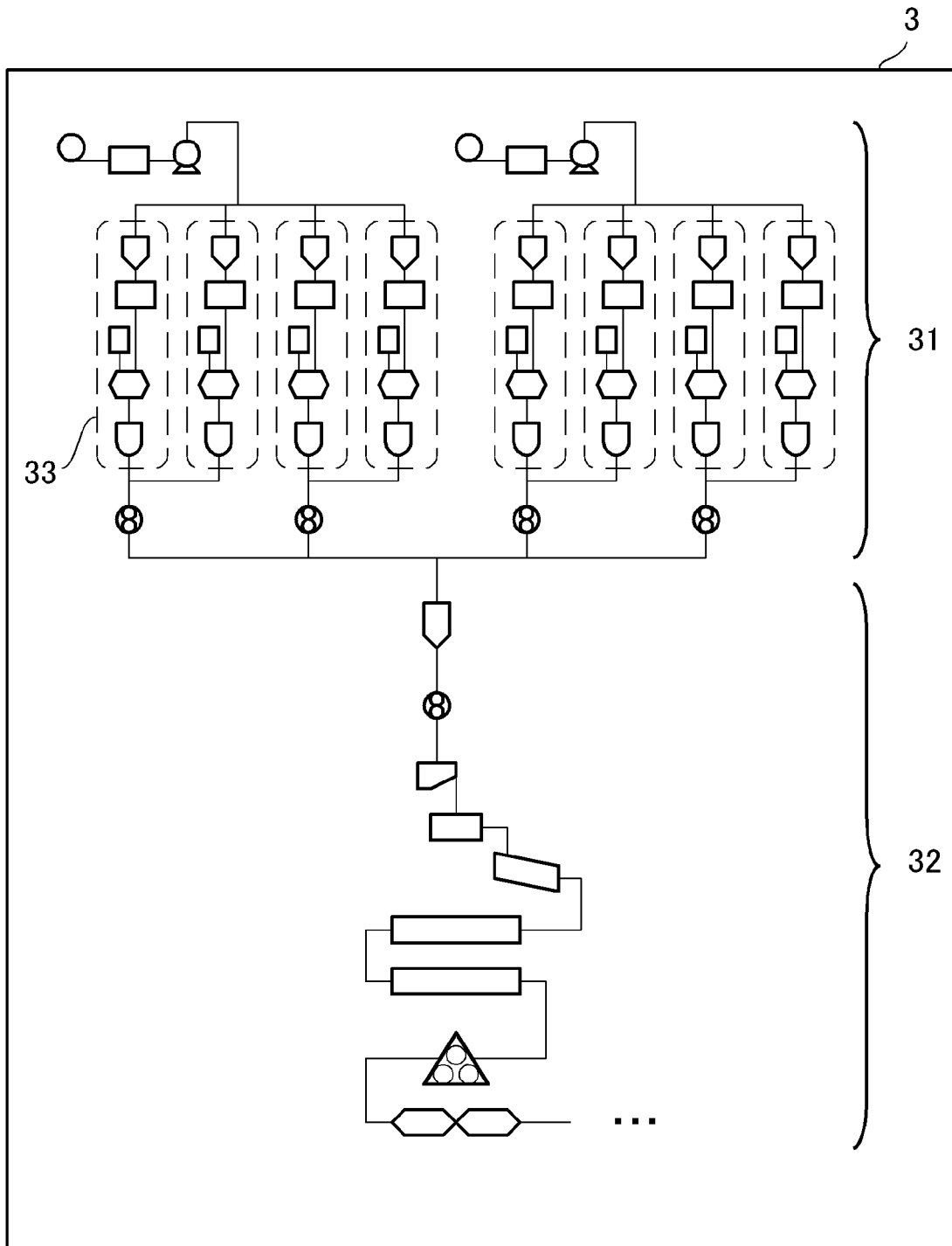
をコンピュータに実行させ、

前記プロセスデータ加工ステップにおいて、前記プロセスデータを用いて、所定の期間における処理対象の反応速度に応じた値を求めるプログラム。

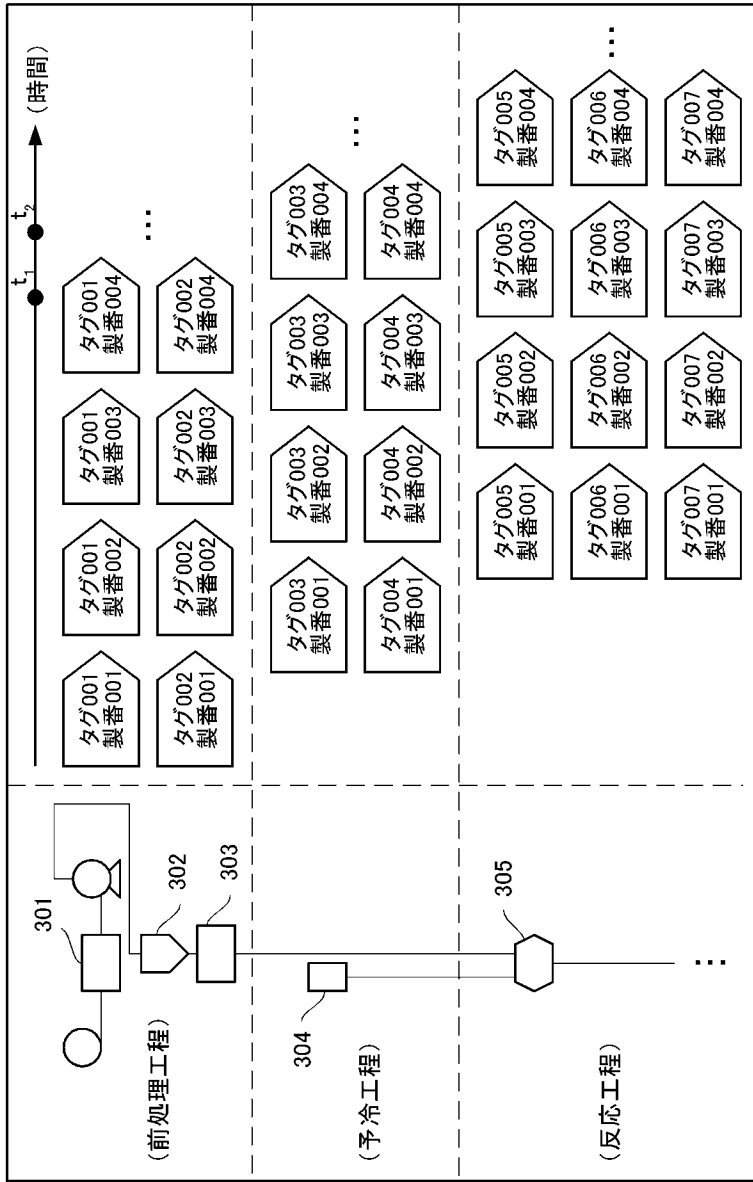
[図1]



[図2]



[図3]



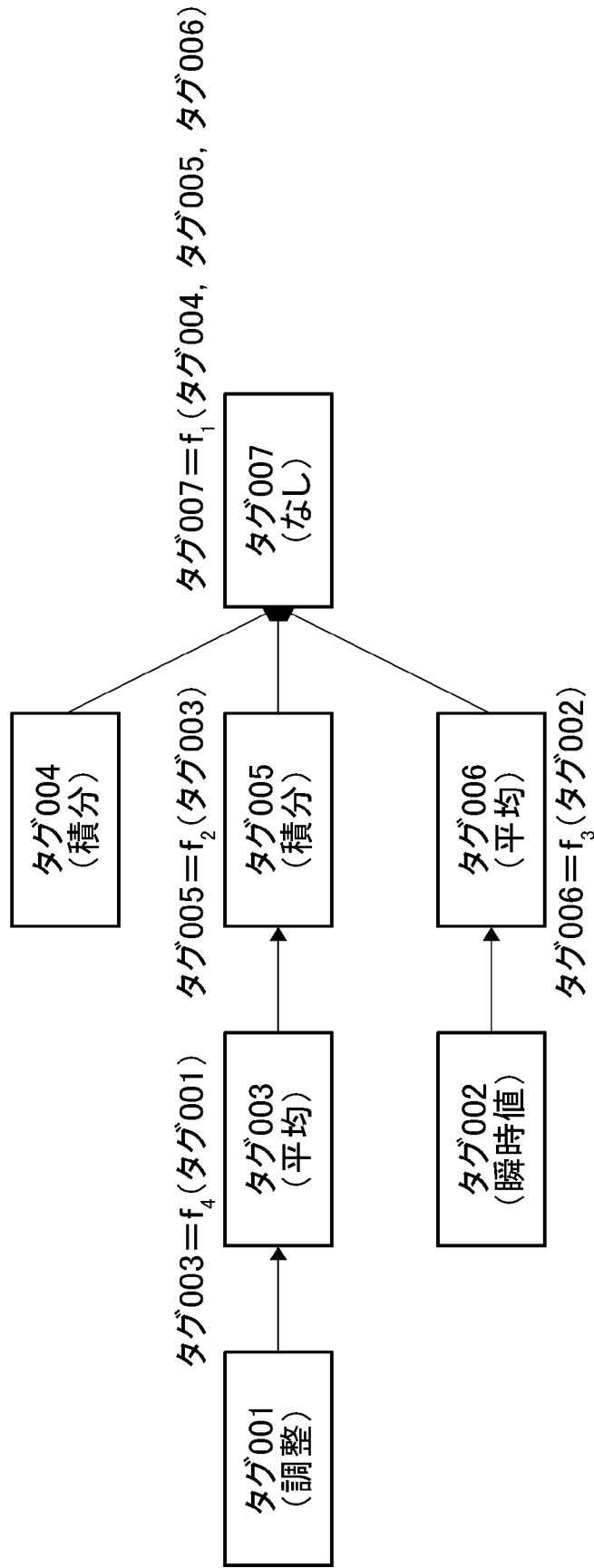
[図5]

タグ	系列	品種	一次加工				平滑化	運転条件最適化				
			バッチ工程	方法	データ区間 開始 終了	調整／ 監視		コスト影響 (単価)	管理範囲		設定範囲	
							上限	下限	上限	下限		
001	前処理	なし			...	...	...	...
002	前処理	瞬時値	...		...	...	...	...
003	予冷	平均	...		...	...	...	...
004	予冷	積分	...		...	...	...	...
005	反応	なし		要	...	...	...	...	...	...
006	反応	平均	...		...	...	...	...
007	反応	積分	...		...	...	...	...	...	...
...

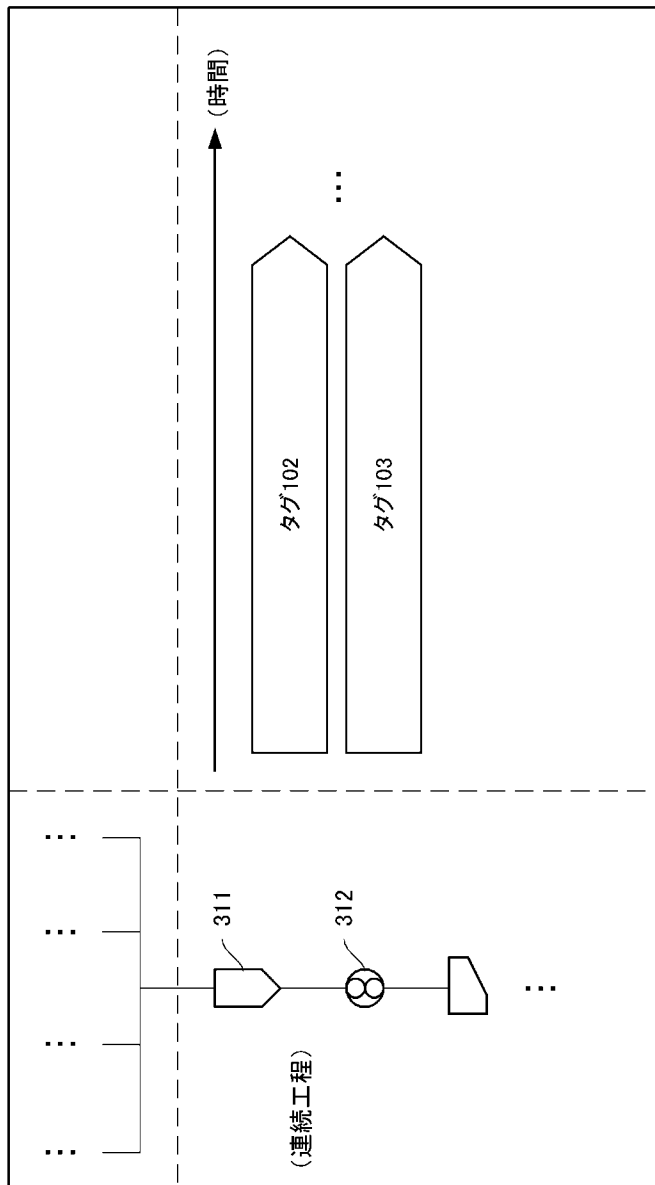
[図6]

結合ID	タグ	要因／ 影響	因果関係 (正／負)	学習期間 ΔT
C1	001	要因	正	
C1	003	影響		100
C2	003	要因	負	
C2	005	影響		100
C3	002	要因	正	
C3	006	影響		30
C4	004	要因	負	
C4	005	要因	正	
C4	006	要因	正	
C4	007	影響		30
...
C11	101	要因	正	
C11	102	要因	負	
C11	103	要因	正	
C11	104	影響		100
...

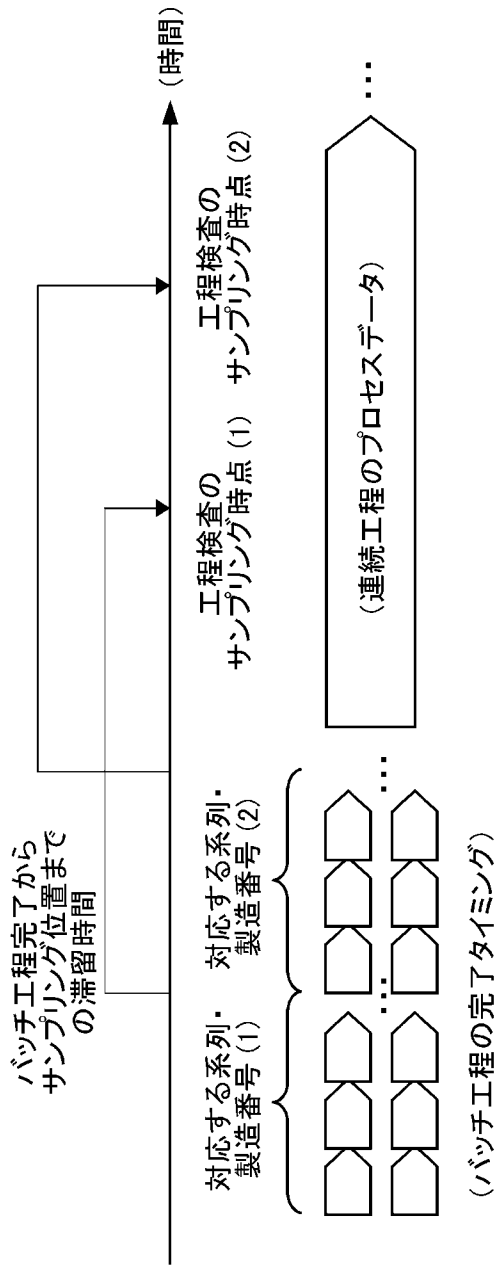
[図7]



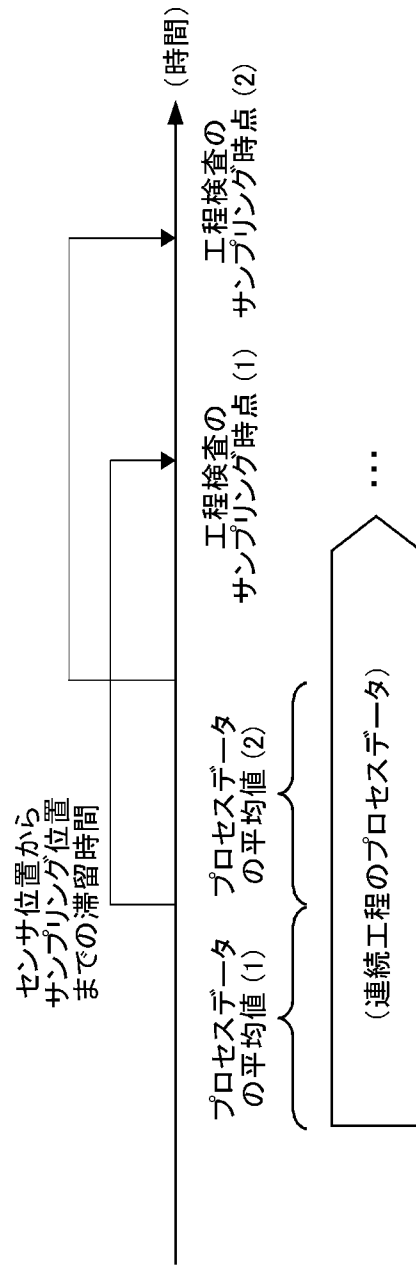
[図8]



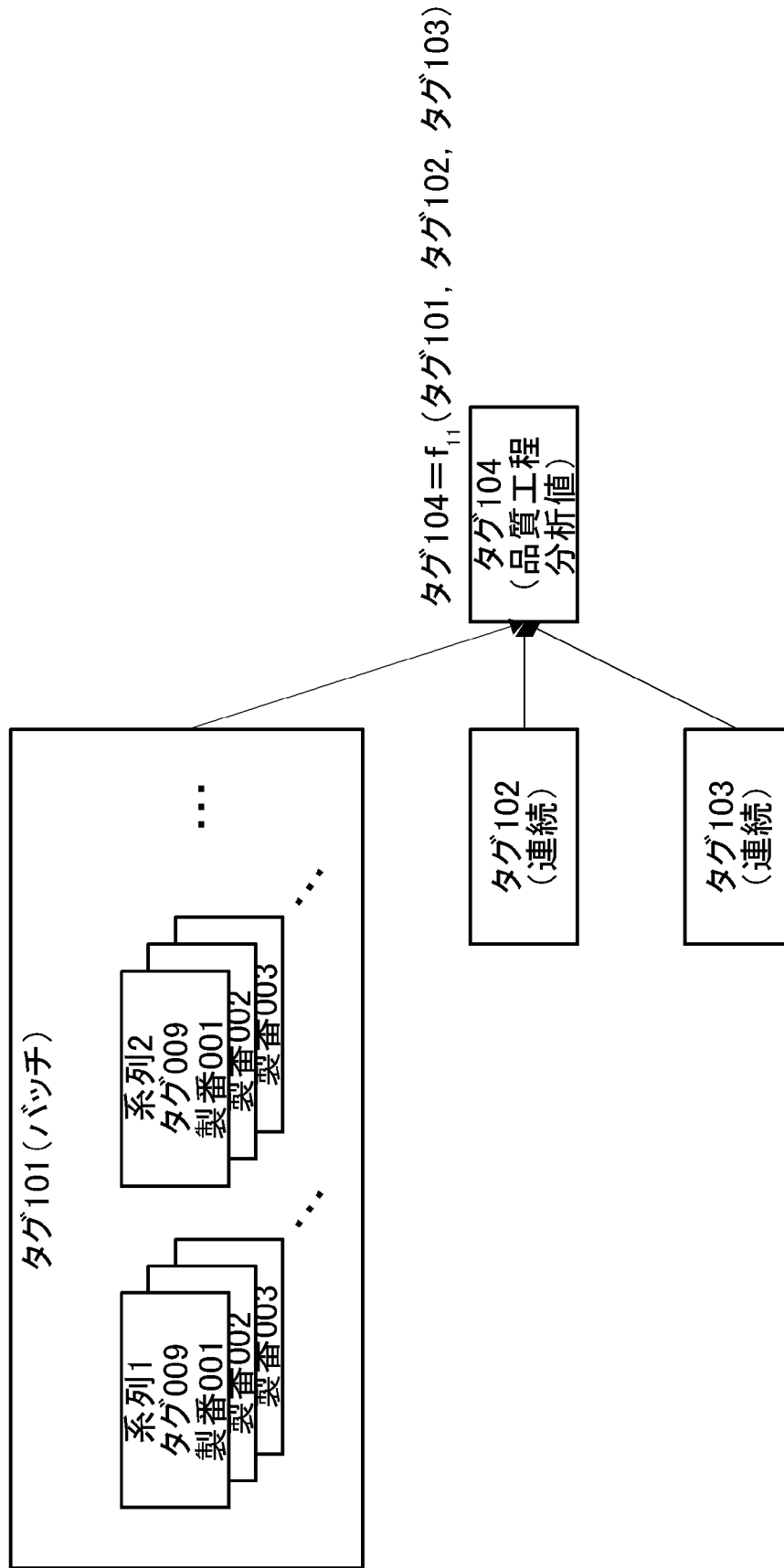
[図9]



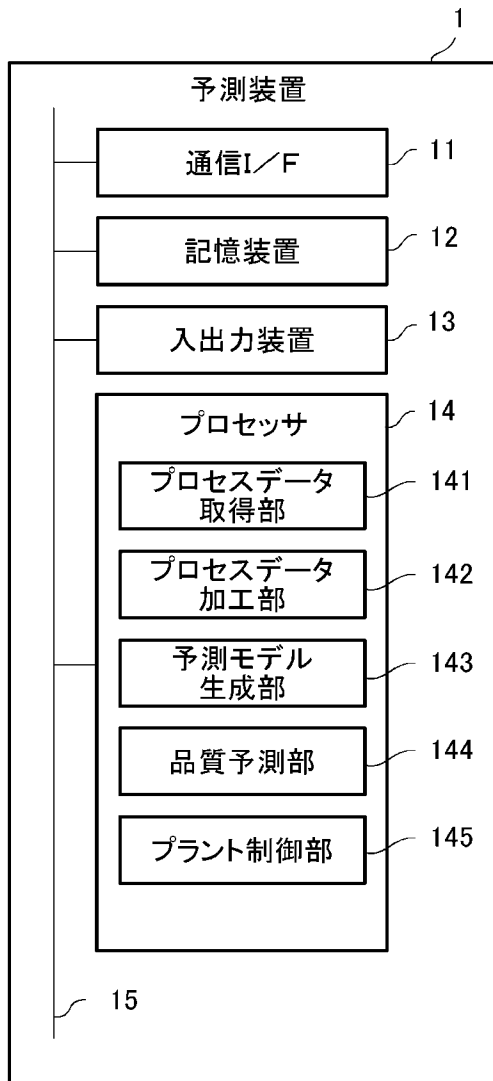
[図10]



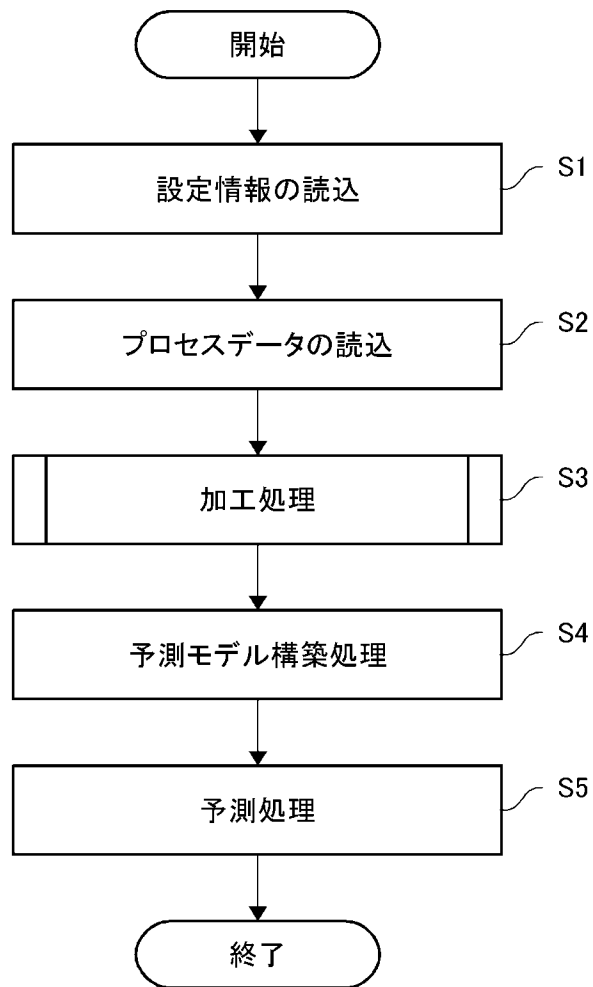
[図12]



[図13]



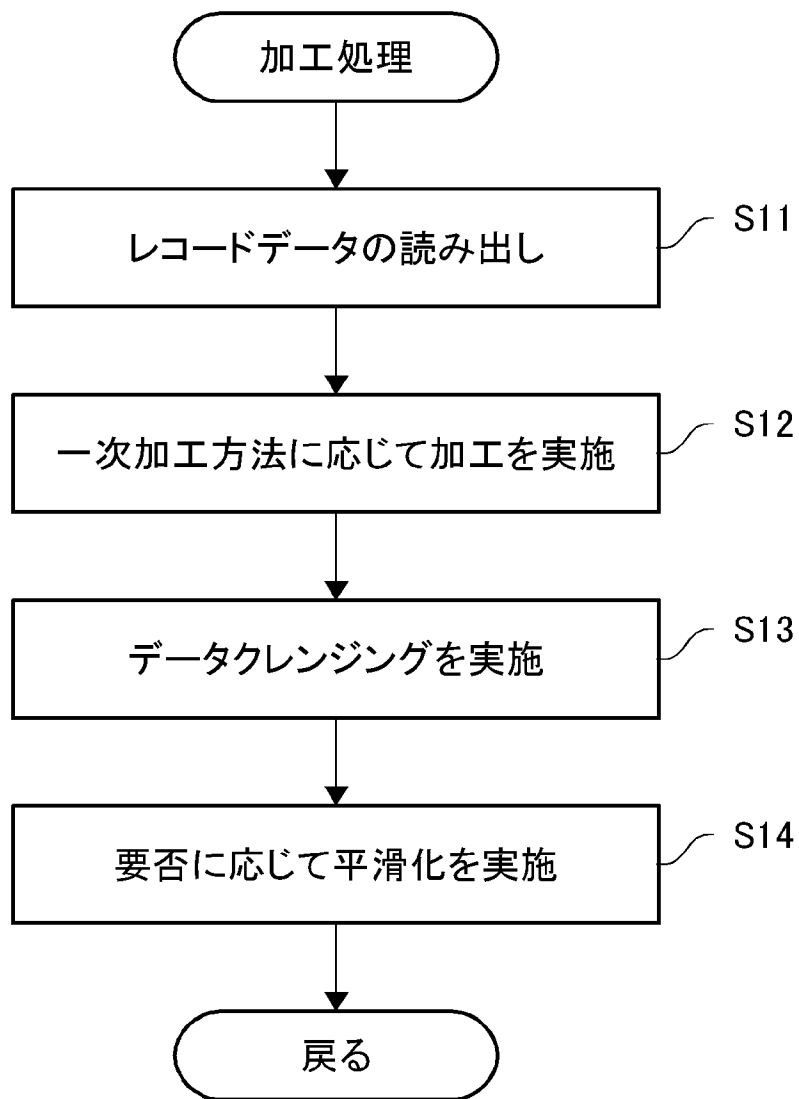
[図14]



[図15]

日時	製番	品種	ステップ	タグ	
				001	...
YYYYMMDD HH:MM:SS
YYYYMMDD HH:MM:SS
YYYYMMDD HH:MM:SS
...

[図16]



[図17]

製番	終了日時	タグ	
		001	002
...	YYYYMMDD HH:MM:SS	...	...
...	YYYYMMDD HH:MM:SS	...	...
...	YYYYMMDD HH:MM:SS	...	...
...

[図19]

	007	実測値	実測値	予測値	予測値	...
	006	実測値	実測値	予測値	予測値	...
	005	実測値	実測値	予測値	予測値	...
	004	実測値	実測値	実測値	製番003	...
	003	実測値	実測値	実測値	予測値	...
	002	実測値	実測値	実測値	実測値	...
	001	実測値	実測値	実測値	実測値	...
製番	001	実測値	実測値	実測値	実測値	...
	002	実測値	実測値	実測値	実測値	...
	003	実測値	実測値	実測値	実測値	...
	004	実測値	実測値	実測値	実測値	...

[図20]

日時	品種	タグ	
		102	...
YYYYMMDD HH:MM:SS
YYYYMMDD HH:MM:SS
YYYYMMDD HH:MM:SS
...

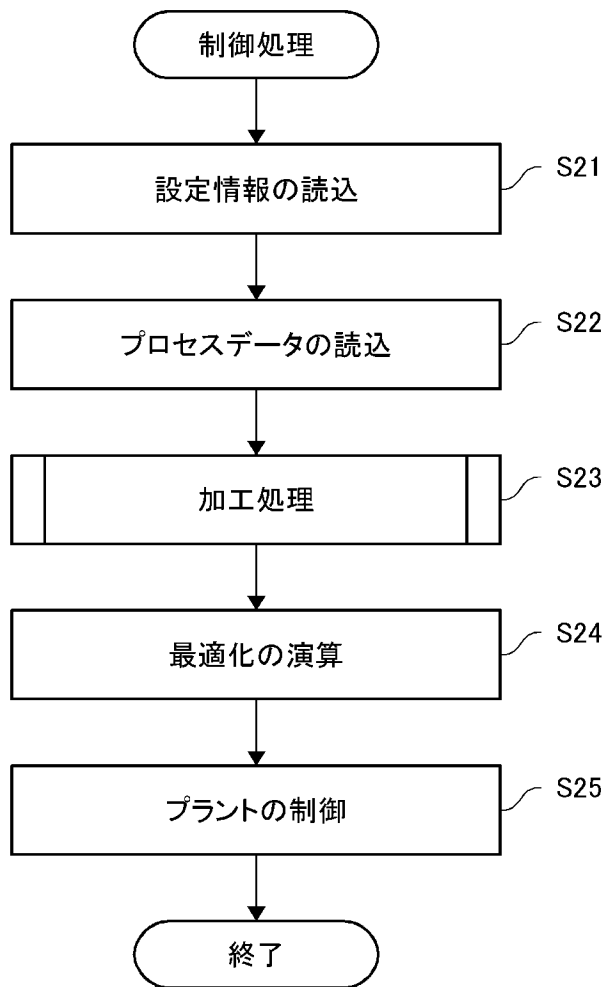
[図21]

製番	タグ
	101
...	...
...	...
...	...
...	...

[図22]

工程検査ID	サンプリング		タグ	
	開始日時	終了日時	101	...
S001
S002
S003
...

[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/004168

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B 23/02(2006.01)i; G05D 23/19(2006.01)n; G06Q 10/04(2012.01)i; G05B 19/418(2006.01)i; G05B 13/04(2006.01)i; G06Q 50/04(2012.01)i
 FI: G05B13/04; G06Q10/04; G06Q50/04; G05B23/02 R; G05B19/418 Z;
 G05B23/02 G; G05D23/19 E

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)

G05B23/02; G05D23/19; G06Q10/04; G05B19/418; G05B13/04; G06Q50/04

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2019-74969 A (NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION) 16 May 2019 (2019-05-16) paragraphs [0029], [0038]-[0043], [0058]-[0072], fig. 1-4	1-9
Y	JP 2003-526856 A (BOREALIS TECHNOLOGY OY) 09 September 2003 (2003-09-09) paragraphs [0037]-[0038], fig. 1-11	1-9
Y	JP 2001-325582 A (THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO., INC.) 22 November 2001 (2001-11-22) paragraphs [0022], [0023], [0030]	6
Y	JP 2011-58102 A (NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) 24 March 2011 (2011-03-24) paragraph [0021]	6

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
 14 April 2021 (14.04.2021)

Date of mailing of the international search report
 27 April 2021 (27.04.2021)

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

Authorized officer

 Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/004168

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2019-74969 A	16 May 2019	(Family: none)	
JP 2003-526856 A	09 Sep. 2003	US 2003/0120361 A1 paragraphs [0079]- [0113], fig. 1-11 WO 2001/067189 A1 CA 2401543 A1 CN 1416540 A KR 10-0518292 B1	
JP 2001-325582 A	22 Nov. 2001	(Family: none)	
JP 2011-58102 A	24 Mar. 2011	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 23/02(2006.01)i; G05D 23/19(2006.01)n; G06Q 10/04(2012.01)i; G05B 19/418(2006.01)i; G05B 13/04(2006.01)i; G06Q 50/04(2012.01)i FI: G05B13/04; G06Q10/04; G06Q50/04; G05B23/02 R; G05B19/418 Z; G05B23/02 G; G05D23/19 E</p>										
<p>B. 調査を行った分野</p>										
<p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G05B23/02; G05D23/19; G06Q10/04; G05B19/418; G05B13/04; G06Q50/04</p>										
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年									
<p>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）</p>										
<p>C. 関連すると認められる文献</p>										
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 2019-74969 A（新日鐵住金株式会社）16.05.2019（2019 - 05 - 16） 段落[0029], [0038]-[0043], [0058]-[0072], 図1-4	1-9								
Y	JP 2003-526856 A（ボレアリス テクノロジー オイ）09.09.2003（2003 - 09 - 09） 段落[0037]-[0038], 図1-11	1-9								
Y	JP 2001-325582 A（中国電力株式会社）22.11.2001（2001 - 11 - 22） 段落[0022], [0023], [0030]	6								
Y	JP 2011-58102 A（日本電気硝子株式会社）24.03.2011（2011 - 03 - 24） 段落[0021]	6								
<p><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。</p>										
* 引用文献のカテゴリー	<p>“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</p>									
“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	<p>“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</p>									
“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	<p>“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</p>									
“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）	<p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>									
“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										
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日									
14.04.2021	27.04.2021									
名称及びあて先	権限のある職員（特許庁審査官）									
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	松本 泰典 3U 3328									
	電話番号 03-3581-1101 内線 3364									

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/004168

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2019-74969 A	16.05.2019	(ファミリーなし)	
JP 2003-526856 A	09.09.2003	US 2003/0120361 A1 段落[0079]-[0113], 図1-11 WO 2001/067189 A1 CA 2401543 A1 CN 1416540 A KR 10-0518292 B1	
JP 2001-325582 A	22.11.2001	(ファミリーなし)	
JP 2011-58102 A	24.03.2011	(ファミリーなし)	