

(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
2023年4月20日(20.04.2023)



(10) 国際公開番号
WO 2023/062829 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/038283

(22) 国際出願日: 2021年10月15日(15.10.2021)

(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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 中原 大 貴 (NAKAHARA, Daiki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

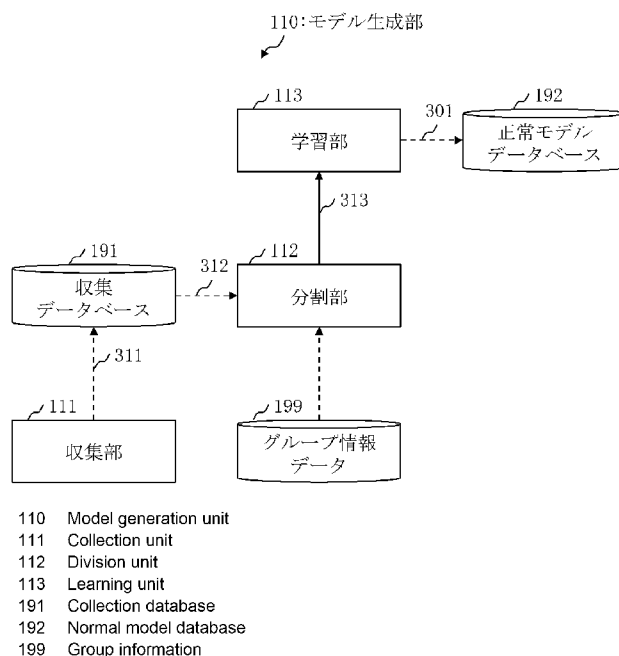
(74) 代理人: 弁理士法人クロスボーダー特許事務所 (CROSS-BORDER PATENT FIRM); 〒2470056 神奈川県鎌倉市大船二丁目17番10号3階 Kanagawa (JP).

(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,

(54) Title: STATE DETECTION SYSTEM, STATE DETECTION METHOD, AND STATE DETECTION PROGRAM

(54) 発明の名称: 状態検知システム、状態検知方法および状態検知プログラム

図4



(57) Abstract: A collection unit (111) collects time-series collection data of a plurality of signals from equipment. A division unit (112) divides the time-series collection data into a plurality of groups to generate divided collection data for each group. A learning unit (113) executes machine learning with the divided collection data as training data for each group to generate a normal model that is a trained model for each group. A state detection unit uses the normal model for each group to detect the state of the equipment.

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, 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: 収集部 (1 1 1) は、前記設備の複数の信号の収集データを時系列に収集する。分割部 (1 1 2) は、時系列の前記収集データを複数のグループに分けることによってグループ別の収集分割データを生成する。学習部 (1 1 3) は、グループ別に前記収集分割データを学習データにして機械学習を行うことによって、学習済みモデルである正常モデルをグループ別に生成する。状態検知部は、グループ別の前記正常モデルを用いて前記設備の状態を検知する。

明 細 書

発明の名称：

状態検知システム、状態検知方法および状態検知プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、設備の異常を検知するための技術に関するものである。

背景技術

[0002] 生産設備の異常を検知することが望まれている。

特許文献1は、生産設備の異常検知を目的とした技術を開示している。

その技術では、まず、設備の稼働状況が定常状態である時に、複数のビット信号からなる稼働データが収集される。次に、設備の稼働状況を判定するための正常モデルが生成される。次に、正常モデルを利用して設備の稼働データの期待値と稼働データの実測値が比較される。そして、設備の稼働状況が非定常状態であるか否かが検出される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第6678824号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1の技術には、生産設備の規模が大きくなり、信号数が増えた場合に、信号間の関係性が複雑になり、必要な学習時間および必要な学習データ量が増える、という課題がある。

工場の生産設備では、複数のワークが並列に処理されることが多い。複数のワークが並列に処理され各処理の同期が取られていない場合、ワークの投入タイミングのズレ等の影響によって、各ワークの処理タイミングが毎回異なる可能性がある。

そのため、1個の学習済みモデルで設備全体の動作を学習する場合、複数のワークの処理タイミングを網羅しようとする、必要な学習時間および必

要な学習データ量が増大する。

[0005] 本開示は、設備の状態を検知するための学習済みモデルを少ない学習時間および少ない学習データ量で生成できるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の状態検知システムは、ワークが流される設備の状態を検知するシステムである。

前記状態検知システムは、

前記ワークの流れに応じて順番に反応する複数の信号の複数の信号値を示す収集データを時系列に収集する収集部と、

時系列の前記収集データに含まれる前記信号値の集合を複数のグループに分けることによって、グループ内の1つ以上の信号値を時系列に示す収集分割データをグループ別に生成する分割部と、

グループ別に前記収集分割データを学習データにして機械学習を行うことによって、学習済みモデルである正常モデルをグループ別に生成する学習部と、

グループ別の前記正常モデルを用いて前記設備の状態を検知する状態検知部と、を備える。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、設備の状態を検知するための学習済みモデルを少ない学習時間および少ない学習データ量で生成することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1における設備システム200の構成図。

[図2]実施の形態1における状態検知システム100の構成図。

[図3]実施の形態1におけるモデル生成部110および状態検知部120の構成図。

[図4]実施の形態1におけるモデル生成部110の機能関係図。

[図5]実施の形態1における状態検知部120の機能関係図。

[図6]実施の形態1における状態検知方法のフローチャート。

[図7]実施の形態1におけるモデル生成処理（S110）のフローチャート。

[図8]実施の形態1における生産設備240の一例を示す図。

[図9]実施の形態1における生産設備240のグループ分けの一例を示す図。

[図10]実施の形態1における状態検知処理（S120）のフローチャート。

[図11]実施の形態2における正常モデル301の変数の一例を示す図。

[図12]実施の形態3における状態検知システム100の構成図。

[図13]実施の形態3におけるモデル生成部110の機能関係図。

[図14]実施の形態3におけるモデル生成処理（S110）のフローチャート。
。

[図15]実施の形態3における信号のグループ分けを示す図。

[図16]実施の形態4におけるモデル生成処理（S110）のフローチャート。
。

[図17]実施の形態5におけるモデル生成処理（S110）のフローチャート。
。

[図18]実施の形態6における状態検知システム100の構成図。

[図19]実施の形態6における状態検知部120の機能関係図。

[図20]実施の形態6における再学習方法のフローチャート。

[図21]実施の形態における状態検知システム100のハードウェア構成図。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態および図面において、同じ要素または対応する要素には同じ符号を付している。説明した要素と同じ符号が付された要素の説明は適宜に省略または簡略化する。図中の矢印はデータの流れ又は処理の流れを主に示している。

[0010] 実施の形態1.

状態検知システム100について、図1から図10に基づいて説明する。

[0011] ***構成の説明***

図1に基づいて、設備システム200の構成を説明する。

設備システム200は、設備210と、状態検知システム100と、を備

える。

[0012] 設備 210 は、ワークを加工するまたは組み立てるための設備である。設備 210 には、ワークが流される。ワークは、加工または組み立ての対象となる物である。

[0013] 設備 210 は、制御機器 220 と、複数の対象機器 230 と、を備える。

制御機器 220 は、工場向けの機器であり、設備 210 を制御する。例えば、制御機器 220 は、プログラマブルロジックコントローラ（PLC）である。但し、制御機器 220 は、一般的なコンピュータであってもよい。

対象機器 230 は、制御機器 220 によって制御される機器であり、各種信号を入出力する。対象機器 230 の具体例は、センサ 231 およびアクチュエータ 232 である。

[0014] 制御機器 220 と状態検知システム 100 は、互いにネットワーク 201 を介して接続される。

制御機器 220 と各対象機器 230 は、互いにネットワーク 202 を介して接続される。

ネットワーク 201 およびネットワーク 202 は、フィールドネットワーク、一般的なネットワークまたは専用の入出力線である。フィールドネットワークの具体例は CC-Link である。一般的なネットワークの具体例はイーサネット（登録商標）である。

ネットワーク 201 とネットワーク 202 は、同じ種類のネットワークであってもよいし、互いに異なる種類のネットワークであってもよい。

[0015] 図 2 に基づいて、状態検知システム 100 の構成を説明する。

状態検知システム 100 は、プロセッサ 101 とメモリ 102 とストレージ 103 と通信装置 104 と入出力インタフェース 105 といったハードウェアを備えるコンピュータである。これらのハードウェアは、信号線を介して互いに接続されている。

[0016] プロセッサ 101 は、演算処理を行う IC であり、他のハードウェアを制御する。例えば、プロセッサ 101 は CPU である。

I C は、I n t e g r a t e d C i r c u i t の略称である。

C P U は、C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t の略称である。

[0017] メモリ 1 0 2 は揮発性または不揮発性の記憶装置である。メモリ 1 0 2 は、主記憶装置またはメインメモリとも呼ばれる。例えば、メモリ 1 0 2 は R A M である。メモリ 1 0 2 に記憶されたデータは必要に応じてストレージ 1 0 3 に保存される。

R A M は、R a n d o m A c c e s s M e m o r y の略称である。

[0018] ストレージ 1 0 3 は不揮発性の記憶装置である。例えば、ストレージ 1 0 3 は、R O M 、 H D D 、 フラッシュメモリまたはこれらの組み合わせである。ストレージ 1 0 3 に記憶されたデータは必要に応じてストレージ 1 0 3 にロードされる。

R O M は、R e a d O n l y M e m o r y の略称である。

H D D は、H a r d D i s k D r i v e の略称である。

[0019] 通信装置 1 0 4 はレシーバ及びトランスミッタである。例えば、通信装置 1 0 4 は通信ボード、通信チップまたは N I C である。状態検知システム 1 0 0 の通信は通信装置 1 0 4 を用いて行われる。

N I C は、N e t w o r k I n t e r f a c e C a r d の略称である。

[0020] 入出力インタフェース 1 0 5 は、入力装置および出力装置が接続されるポートである。例えば、入出力インタフェース 1 0 5 は U S B 端子である。入力装置の一例はキーボードおよびマウスである。出力装置の一例はディスプレイである。入出力装置の一例はタッチパネルである。状態検知システム 1 0 0 の入出力は入出力インタフェース 1 0 5 を用いて行われる。

U S B は、U n i v e r s a l S e r i a l B u s の略称である。

[0021] 状態検知システム 1 0 0 は、モデル生成部 1 1 0 と状態検知部 1 2 0 といった要素を備える。これらの要素はソフトウェアで実現される。

[0022] ストレージ 1 0 3 には、モデル生成部 1 1 0 と状態検知部 1 2 0 としてコ

ンピュータを機能させるための状態検知プログラムが記憶されている。状態検知プログラムは、メモリ 102 にロードされて、プロセッサ 101 によって実行される。

ストレージ 103 には、さらに、OS が記憶されている。OS の少なくとも一部は、メモリ 102 にロードされて、プロセッサ 101 によって実行される。

プロセッサ 101 は、OS を実行しながら、状態検知プログラムを実行する。

OS は、Operating System の略称である。

[0023] 状態検知プログラムの入出力データは記憶部 190 に記憶される。

ストレージ 103 は記憶部 190 として機能する。但し、メモリ 102、プロセッサ 101 内のレジスタおよびプロセッサ 101 内のキャッシュメモリなどの記憶装置が、ストレージ 103 の代わりに、又は、ストレージ 103 と共に、記憶部 190 として機能してもよい。

[0024] 状態検知システム 100 は、プロセッサ 101 を代替する複数のプロセッサを備えてもよい。

[0025] 状態検知プログラムは、光ディスクまたはフラッシュメモリ等の不揮発性の記録媒体にコンピュータ読み取り可能に記録（格納）することができる。

[0026] 状態検知システム 100 は、複数のコンピュータで構成されてもよい。

例えば、状態検知システム 100 は、モデル生成部 110 として機能するコンピュータと、状態検知部 120 として機能するコンピュータと、で構成されてもよい。

[0027] 図 3 に基づいて、モデル生成部 110 および状態検知部 120 の構成を説明する。

モデル生成部 110 は、収集部 111 と分割部 112 と学習部 113 といった要素を備える。

状態検知部 120 は、取得部 121 と分割部 122 と予測部 123 と比較部 124 と統合部 125 と検知部 126 と出力部 127 といった要素を備え

る。

これら要素の機能については後述する。

[0028] 図4に、モデル生成部110の機能関係を示す。

図5に、状態検知部120の機能関係を示す。

収集データベース191、正常モデルデータベース192、実測データベース193およびグループ情報データ199は、記憶部190に記憶される。

これらデータの内容については後述する。

[0029] ***動作の説明***

状態検知システム100の動作の手順は状態検知方法に相当する。また、状態検知システム100の動作の手順は状態検知プログラムによる処理の手順に相当する。

[0030] 図6に基づいて、状態検知方法を説明する。

ステップS110において、モデル生成部110は、グループ別の正常モデル301を生成する。

[0031] 図7に基づいて、モデル生成処理(S110)の手順を説明する。

ステップS111において、設備210の状態は正常状態である。「正常」は「定常」と言い換えることができる。

収集部111は、正常データ311を時系列に収集する。つまり、収集部111は、各時刻の正常データ311を収集する。具体的には、収集部111は、時系列の正常データ311を制御機器220から受信する。

[0032] 正常データ311は、正常状態の設備210の稼働データである。

正常データ311は、複数の正常値を示す。

正常値は、正常状態の設備210における信号値である。

[0033] 稼働データは、設備210の稼働状況を示すデータである。

稼働データは、複数の信号に対応する複数の信号値を示す。

[0034] 複数の信号は、ワークが流される設備210においてワークの流れに応じて順番に反応する。信号の反応は信号値の変化に相当する。

各信号は、信号識別子によって識別される。

[0035] 複数の信号値は、制御機器 220 によって複数の対象機器 230 から収集される。具体的には、制御機器 220 は、複数の信号値を複数の対象機器 230 から受信する。

信号値は、対象機器 230 の入出力信号で示される値である。例えば、信号値は、センサ 231 によるワークの検知またはアクチュエータ 232 の状態（オンまたはオフ）を示す。

各信号値は、信号識別子に対応付けて示される。

[0036] 収集部 111 は、収集された時系列の正常データ 311 を収集データベース 191 に記憶する。

[0037] ステップ S111 は、収集条件が満たされるまで実行される。例えば、ステップ S111 は、規定データ量の正常データ 311 が蓄積されるまで実行される。または、ステップ S111 は、規定時間が経過するまで実行される。

[0038] ステップ S111 により、グループ別の正常モデル 301 を生成するために必要な量の正常データ 311 が収集データベース 191 に蓄積される。

蓄積された時系列の正常データ 311、すなわち収集された時系列の正常データ 311 を収集データ 312 と称する。

[0039] ステップ S112 において、分割部 112 は、収集データベース 191 から収集データ 312 を取得する。

そして、分割部 112 は、収集データ 312 に含まれる正常値の集合を複数のグループに分ける。

[0040] 具体的には、分割部 112 は、グループ情報データ 199 に基づいて、正常値の集合を複数のグループに分ける。

グループ情報データ 199 は、反応順番にしたがって複数のグループに分けられた複数の信号をグループ別に示す。グループ情報データ 199 は、記憶部 190 に予め記憶される。例えば、グループ情報データ 199 は利用者によって生成される。

分割部 1 1 2 は、グループ情報データ 1 9 9 に示される複数のグループから正常値に対応する信号が属するグループを選択し、選択されたグループを正常値が属するグループに決定する。

[0041] 図 8 に、上方から見た生産設備 2 4 0 を示す。生産設備 2 4 0 は設備 2 1 0 の一例である。

図 8 は、2 つのワーク 2 4 1 が生産設備 2 4 0 を流れる様子を示している。

[0042] 図 9 に、複数のグループに分けられた生産設備 2 4 0 を示す。

生産設備 2 4 0 は、ワーク 2 4 1 が流れる順に 7 つのグループ (1) ~ (7) に分けられる。複数の信号は、ワーク 2 4 1 の流れに応じて順番に反応する。

グループ情報データ 1 9 9 は、グループ (1) ~ (7) のそれぞれの 1 つ以上の信号を示す。

[0043] 図 7 に戻り、説明を続ける。

分割部 1 1 2 は、グループ別の正常分割データ 3 1 3 (収集分割データの一例) を生成する。

正常分割データ 3 1 3 は、グループ内の 1 つ以上の正常値を時系列に示す。

[0044] ステップ S 1 1 3 において、学習部 1 1 3 は、グループ別に正常分割データ 3 1 3 を学習データにして機械学習を行う。

これにより、学習部 1 1 3 は、グループ別の正常モデル 3 0 1 を生成する。

正常モデル 3 0 1 は、グループ内の 1 つ以上の信号値を予測するための学習済みモデルである。

[0045] 図 6 に戻り、ステップ S 1 2 0 を説明する。

ステップ S 1 2 0 において、状態検知部 1 2 0 は、グループ別の正常モデル 3 0 1 を用いて、設備 2 1 0 の状態を検知する。

[0046] 図 1 0 に基づいて、状態検知処理 (S 1 2 0) の手順を説明する。

ステップS 1 2 1 からステップS 1 2 7 は各時刻に実行される。

[0047] ステップS 1 2 1 において、設備 2 1 0 の状態は正常状態または異常状態である。「異常」は「非定常」と言い換えることができる。

取得部 1 2 1 は、実測データ 3 2 1 を取得する。具体的には、取得部 1 2 1 は、制御機器 2 2 0 から実測データ 3 2 1 を受信する。

実測データ 3 2 1 は、設備 2 1 0 の稼働データである。

実測データ 3 2 1 は、複数の実測値を示す。

複数の実測値は、ステップS 1 2 1 で得られた複数の信号値である。

[0048] そして、取得部 1 2 1 は、実測データ 3 2 1 を実測データベース 1 9 3 に記憶する。

[0049] ステップS 1 2 2 において、分割部 1 2 2 は、実測データベース 1 9 3 から実測データ 3 2 1 を取得する。

次に、分割部 1 2 2 は、実測データ 3 2 1 の中の複数の実測値を複数のグループに分ける。

具体的には、分割部 1 2 2 は、グループ情報データ 1 9 9 に基づいて、複数の実測値を複数のグループに分ける。グループ分けの方法は、ステップS 1 1 2 における方法と同様である。

そして、分割部 1 2 2 は、グループ別の実測分割データ 3 2 2 を生成する。

実測分割データ 3 2 2 は、グループ内の 1 つ以上の実測値を示す。

[0050] ステップS 1 2 3 において、予測部 1 2 3 は、グループ別に正常モデル 3 0 1 を用いて予測データ 3 2 3 を生成する。

予測データ 3 2 3 は、グループ内の 1 つ以上の予測値を示す。

予測値は、次回に得られると予測される信号値である。

[0051] 具体的には、予測部 1 2 3 は、グループごとに以下のように動作する。

まず、予測部 1 2 3 は、対象グループの正常モデル 3 0 1 を正常モデルデータベース 1 9 2 から取得する。

そして、予測部 1 2 3 は、対象グループの前回の実測分割データ 3 2 2 を

入力にして正常モデル 301 を演算する。これにより、対象グループの 1 つ以上の予測値が得られる。

[0052] 演算の手順は次の通りである。正常モデル 301 は 1 つ以上の説明変数および 1 つ以上の目的変数を有する。

まず、予測部 123 は、前回の実測分割データ 322 に示される 1 つ以上の実測値を 1 つ以上の説明変数に設定する。

次に、予測部 123 は、正常モデル 301 を演算する。

そして、予測部 123 は、1 つ以上の目的変数に設定された 1 つ以上の予測値を取得する。

[0053] なお、予測部 123 は、複数のグループに対する複数の正常モデル 301 を並列に演算してもよい。

[0054] ステップ S124 において、比較部 124 は、グループ別に実測分割データ 322 を予測データ 323 と比較する。

具体的には、比較部 124 は、実測分割データ 322 に示される実測値ごとに、予測データ 323 から実測値に対応する予測値を選択する。そして、比較部 124 は、実測分割データ 322 に示される実測値ごとに、実測値を選択された予測値と比較する。

[0055] そして、比較部 124 は、グループ別の比較結果データ 324 を生成する。

比較結果データ 324 は、実測分割データ 322 と予測データ 323 の比較結果を示す。つまり、比較結果データ 324 は、実測分割データ 322 に示される実測値ごとに比較結果を示す。具体的な比較結果は、実測値と予測値の差である。

[0056] ステップ S125 において、統合部 125 は、グループ別の比較結果データ 324 を統合する。これにより、統合部 125 は、統合結果データ 325 を生成する。

統合結果データ 325 は、全ての比較結果データ 324 を含む。

[0057] ステップ S126 において、検知部 126 は、統合結果データ 325 に基

づいて設備 2 1 0 の状態を検知する。

具体的には、検知部 1 2 6 は、統合結果データ 3 2 5 に示される差の合計を算出し、算出された合計に基づいて設備 2 1 0 の状態を判定する。算出された合計が閾値以下である場合、検知部 1 2 6 は、設備 2 1 0 の状態が正常状態である、と判定する。また、算出された合計が閾値より大きい場合、検知部 1 2 6 は、設備 2 1 0 の状態が異常状態である、と判定する。

[0058] そして、検知部 1 2 6 は、設備状態データ 3 2 6 を生成する。

設備状態データ 3 2 6 は、設備 2 1 0 の状態を示す。

[0059] ステップ S 1 2 7 において、出力部 1 2 7 は、設備状態データ 3 2 6 を出力する。

例えば、設備状態データ 3 2 6 が異常状態を示す場合、出力部 1 2 7 は、設備 2 1 0 の異常状態を示すメッセージをディスプレイに表示する。

[0060] ***実施例の説明***

分割部 1 1 2 および分割部 1 2 2 による分割は、利用者の指示にしたがって行われてもよい。その場合、分割部 1 1 2 は、収集データ 3 1 2 をディスプレイに表示する。利用者は、入力装置を操作して分割方法を指示する。そして、分割部 1 1 2 は、指示された分割方法にしたがって収集データ 3 1 2 を分割する。また、分割部 1 2 2 は、同様に実測データ 3 2 1 を分割する。

[0061] ***実施の形態 1 の効果***

状態検知システム 1 0 0 は、学習対象の生産設備を複数の適切なグループに分割し、各グループに機械学習を適用する。

これにより、対象の生産設備の規模が大きくなり、信号数が増えた場合に、信号間の関係性が複雑になり、必要な学習時間および必要な学習データ量が増える、という課題を解決することが可能になる。

学習対象の生産設備を複数の適切なグループに分割することで、分割せずに学習する場合と比較して学習対象の動作が単純化される。そして、網羅的な学習データが不要となり、必要な学習時間および必要な学習データ量が少なくなる。

また、複数の学習済みモデルを並列に実行することで、診断に要する時間の短縮を期待できる。さらに、１個の学習済みモデルで扱う目的変数の数が減るため、学習対象の目的変数に集中して動作を学習しやすくなり、予測精度の向上を期待できる。

[0062] ***変形例の説明***

収集データ 3 1 2 が時系列の異常データを含んでもよい。つまり、時系列の正常データ 3 1 1 と時系列の異常データとに基づいて、グループ別の正常モデル 3 0 1 が生成されてもよい。

まず、収集部 1 1 1 は、設備 2 1 0 の状態が正常状態であるときに正常データ 3 1 1 を時系列に収集し、設備 2 1 0 の状態が異常状態であるときに異常データを時系列に収集する。そして、収集部 1 1 1 は、時系列の正常データ 3 1 1 と時系列の異常データとを収集データ 3 1 2 として収集データベース 1 9 1 に蓄積する。

次に、分割部 1 1 2 は、収集データ 3 1 2 に含まれる信号値（正常値または異常値）の集合を複数のグループに分けて、グループ別の収集分割データを生成する。

収集分割データは、グループ内の１つ以上の信号値（正常値または異常値）を時系列に示す。

そして、学習部 1 1 3 は、グループ別に収集分割データを学習データにして機械学習を行って、グループ別の正常モデル 3 0 1 を生成する。

このとき、正常と異常の境界を判断するような機械学習手法が利用される。

例えば、学習部 1 1 3 は、教師なし学習技術で正常と異常の分類を自動で学習する。教師なし学習技術の具体例はK平均法である。

例えば、学習部 1 1 3 は、教師あり学習技術で正常ラベルと異常ラベルの境界を学習する。この場合、ワークの詰まりなどの異常に応じて異常があるグループが具体的に指定される。教師あり学習技術の具体例はサポートベクターマシンである。

[0063] 実施の形態 2.

正常モデル 301 のパラメータについて、主に実施の形態 1 と異なる点を図 11 に基づいて説明する。

[0064] ***構成の説明***

設備システム 200 の構成は、実施の形態 1 における構成と同じである。

状態検知システム 100 の構成は、実施の形態 1 における構成と同じである。

[0065] 正常モデル 301 のパラメータの構成を説明する。

ここで、各正常モデル 301 に対応するグループを対象グループと称する。また、対象グループの 1 つ前のグループを前グループと称し、対象グループの 1 つ後のグループを後グループと称する。

正常モデル 301 は、対象グループに対する 1 つ以上の説明変数と、前グループに対する 1 つ以上の説明変数と、後グループに対する 1 つ以上の説明変数と、を有する。また、正常モデル 301 は、対象グループに対する 1 つ以上の目的変数を有する。

[0066] 図 11 に、正常モデル 301 における変数の組み合わせの例を示す。「0」は説明変数を意味する。「1」は目的変数および説明変数を意味する。

グループ A、グループ B、グループ C、グループ D の順番で 4 つのグループが存在すると仮定する。

[0067] グループ A 用の正常モデル 301 は、グループ A に対する 2 つの説明変数（および目的変数）と、グループ B に対する 3 つの説明変数と、を有する。

グループ A に対する 2 つの説明変数には、グループ A に属する 2 つの信号（1、2）の信号値が設定される。

グループ B に対する 3 つの説明変数には、グループ B に属する 3 つの信号（3～5）の信号値が設定される。

[0068] グループ B 用の正常モデル 301 は、グループ A に対する 2 つの説明変数と、グループ B に対する 3 つの説明変数（および目的変数）と、グループ C に対する 2 つの説明変数と、を有する。

グループCに対する2つの説明変数には、グループCに属する2つの信号（6、7）の信号値が設定される。

[0069] グループC用の正常モデル301は、グループBに対する3つの説明変数と、グループCに対する2つの説明変数（および目的変数）と、グループDに対する2つの説明変数と、を有する。

グループDに対する2つの説明変数には、グループDに属する2つの信号（8、9）の信号値が設定される。

[0070] グループDに対する正常モデル301は、グループCに対する2つの説明変数と、グループDに対する2つの説明変数（および目的変数）と、を有する。

[0071] ***動作の説明***

状態検知方法の手順は、実施の形態1における手順と同じである。

但し、ステップS113における正常モデル301の生成方法が実施の形態1における生成方法と異なる。

また、ステップS123における正常モデル301の使い方が実施の形態1における使い方と異なる。

[0072] ステップS113において、学習部113は、グループ別に正常分割データ313を学習データにして機械学習を行う。

このとき、学習部113は、対象グループの正常分割データ313と、前グループの正常分割データ313と、後グループの正常分割データ313と、を学習データとして用いる。

具体的には、学習部113は、対象グループの1つ以上の正常値を対象グループに対する1つ以上の説明変数に設定する。また、学習部113は、前グループの1つ以上の正常値を前グループに対する1つ以上の説明変数に設定する。また、学習部113は、後グループの1つ以上の正常値を後グループに対する1つ以上の説明変数に設定する。そして、学習部113は機械学習を行う。これにより、対象グループの正常モデル301が生成される。

[0073] ステップS123において、予測部123は、グループ別に正常モデル3

01を用いて予測データ323を生成する。

このとき、予測部123は、対象グループの前回の実測分割データ322と、前グループの前回の実測分割データ322と、後グループの前回の実測分割データ322と、を入力データとして用いる。

具体的には、予測部123は、対象グループの回前の1つ以上の実測値を対象グループに対する1つ以上の説明変数に設定する。また、予測部123は、前グループの回前の1つ以上の実測値を前グループに対する1つ以上の説明変数に設定する。また、予測部123は、後グループの回前の1つ以上の実測値を後グループに対する1つ以上の説明変数に設定する。そして、予測部123は、対象グループの正常モデル301を演算する。これにより、対象グループの1つ以上の予測値が算出される。算出された1つ以上の予測値は、対象グループに対する1つ以上の目的変数に設定される。予測部123は、対象グループに対する1つ以上の目的変数から対象グループの1つ以上の予測値を取得する。

[0074] ***実施の形態2の効果***

実施の形態2において、前後のグループの信号に対する説明変数が学習対象に追加される。

生産設備では、前のグループから当該グループにワークが運ばれる。そのため、当該グループの信号の動作を予測するために、前のグループの信号を説明変数として追加することが好ましい。また、後のグループが空かないと当該グループはワークを送り出せない。そのため、当該グループの信号の動作を予測するために、後のグループの信号を説明変数として追加することが好ましい。

実施の形態2により、より精度の良い学習が可能となる。そして、より精度の良い予測が可能となる。その結果、より精度の良い状態検知が可能となる。

[0075] 実施の形態3.

グループ情報データ199を生成する形態について、主に実施の形態1お

よび実施の形態 2 と異なる点を図 1 2 から図 1 5 に基づいて説明する。

[0076] ***構成の説明***

図 1 2 に基づいて、状態検知システム 1 0 0 の構成を説明する。

状態検知システム 1 0 0 は、さらに、データ解析部 1 3 0 を備える。

状態検知プログラムは、さらに、データ解析部 1 3 0 としてコンピュータを機能させる。

[0077] 図 1 3 に、モデル生成部 1 1 0 およびデータ解析部 1 3 0 の機能関係を示す。

信号順番データ 1 9 8 は、設備 2 1 0 における複数の信号の反応順番を示す。信号順番データ 1 9 8 は、記憶部 1 9 0 に予め記憶される。例えば、信号順番データ 1 9 8 は、利用者によって生成される。

[0078] ***動作の説明***

状態検知方法において、モデル生成処理（S 1 1 0）の手順が実施の形態 1 における手順と異なる。

[0079] 図 1 4 に基づいて、モデル生成処理（S 1 1 0）の手順を説明する。ステップ S 1 1 4 が特徴である。

ステップ S 1 1 4 は、ステップ S 1 1 1 の後、ステップ S 1 1 2 の前に実行される。

[0080] ステップ S 1 1 4 において、データ解析部 1 3 0 は、収集データ 3 1 2 を解析することによって、各グループに属する 1 つ以上の信号を決定する。

次に、データ解析部 1 3 0 は、各グループに属する 1 つ以上の信号を示すデータを生成する。生成されるデータがグループ情報データ 1 9 9 である。

そして、データ解析部 1 3 0 は、グループ情報データ 1 9 9 を記憶部 1 9 0 に記憶する。

[0081] このとき、データ解析部 1 3 0 は、収集データ 3 1 2 の全部を解析してもよいし、収集データ 3 1 2 の一部（例えば、3 0 分のデータ）を解析してもよい。

[0082] 各グループに属する 1 つ以上の信号は以下のように決定される。以下の手

順において、データ解析部 130 は、信号順番データ 198 を参照することによって、設備 210 における複数の信号の反応順番を判定する。

まず、データ解析部 130 は、設備 210 において最初に反応する信号（基点信号）を、先頭のグループにおける先頭の信号に決定する。

次に、データ解析部 130 は、先頭のグループにおける先頭の信号が反応してから先頭のグループにおける先頭の信号が次に反応するまでの間に順番に反応する 0 または 1 つ以上の信号を、先頭のグループに属する信号に決定する。

さらに、データ解析部 130 は、1 つ前のグループにおける最後の信号の次に反応する信号を、2 番目以降の各グループにおける先頭の信号に決定する。

そして、データ解析部 130 は、2 番目以降の各グループにおける先頭の信号が反応してから 2 番目以降の各グループにおける先頭の信号が次に反応するまでの間に順番に反応する 1 つ以上の信号を、2 番目以降の各グループに属する信号に決定する。

[0083] 各グループにおける先頭の信号が反応してから各グループにおける先頭の信号が次に反応するまでの間、各グループにはワークが 1 つだけ存在する。つまり、各グループには複数のワークが同時に存在しない。

[0084] 複数のワークが同時に存在しない区間が時間帯によって異なる場合、データ解析部 130 は、各区間が狭い時間帯の収集データ 312 に基づいてグループ分けを行ってもよい。つまり、決定される複数のグループが時間帯によって異なる場合、データ解析部 130 は、各グループに属する信号の数が少ない複数のグループを選択してもよい。

[0085] 図 15 に基づいて、信号のグループ分けの例を説明する。

信号 X 1 が基点信号である。信号 X 1、信号 Y 1、信号 X 2、信号 Y 2、信号 X 3 の順番に各信号が反応する。

信号 X 1 が反応してから信号 X 1 が次に反応するまでの間に、信号 Y 1、信号 X 2 および信号 Y 2 が順番に反応する。一方、信号 X 3 は、信号 X 1 が

反応してから信号 X 1 が次に反応するまでの間に反応しない。

そのため、信号 X 1、信号 Y 1、信号 X 2 および信号 Y 2 が先頭グループに属することとなる。また、信号 X 3 は、2 番目のグループの先頭の信号となる。

[0086] ***実施の形態 3 の効果***

実施の形態 3 において、生産設備は複数のワークが同時に存在しない区間ごとに分割される。

状態検知システム 100 は、生産設備の稼働データを解析して分割を行う。このとき、信号の反応順番が明らかであることが前提となる。また、複数のワークが同時に存在しない区間が 1 つのグループになる。そして、状態検知システム 100 は、生産設備における複数の信号を反応順に分割する。

実施の形態 3 により、手動でのグループ分割が不要になり、利用者の手間を軽減できる。

[0087] 実施の形態 4.

信号順番データ 198 を生成する形態について、主に実施の形態 3 と異なる点を図 16 に基づいて説明する。

[0088] ***構成の説明***

状態検知システム 100 の構成は、実施の形態 3 における構成と同じである。

[0089] ***動作の説明***

状態検知方法において、モデル生成処理 (S 110) の手順が実施の形態 3 における手順と異なる。

[0090] 図 16 に基づいて、モデル生成処理 (S 110) の手順を説明する。ステップ S 115 が特徴である。

ステップ S 115 は、ステップ S 111 の前に実行される。

[0091] ステップ S 115 において、利用者は、設備 210 にワークを 1 つだけ流す。

まず、データ解析部 130 は、ワークが設備 210 に 1 つだけ流されてい

る間の各時刻の稼働データを収集する。具体的には、データ解析部 130 は、制御機器 220 から各時刻の稼働データを受信する。

次に、データ解析部 130 は、各時刻の稼働データを解析することによって、信号値が変化した信号の順番を特定する。特定される順番が複数の信号の反応順番である。

次に、データ解析部 130 は、複数の信号の反応順番を示すデータを生成する。生成されるデータが信号順番データ 198 である。

そして、データ解析部 130 は、信号順番データ 198 を記憶部 190 に記憶する。

[0092] ***実施の形態 4 の効果***

実施の形態 4 において、複数の信号の反応順番が解析される。

状態検知システム 100 は、ワークが 1 個だけ生産設備に流された場合のログデータ（各時刻の稼働データ）を解析することによって、複数の信号が反応する順番を推測する。そして、状態検知システム 100 は、信号の反応順番を自動分割時に利用する。

実施の形態 4 により、信号の反応順番を手動で入力することが不要になり、利用者の手間を軽減できる。

[0093] 実施の形態 5.

グループの数が多い場合にグループを統合する形態について、主に実施の形態 3 と異なる点を図 17 に基づいて説明する。

[0094] ***構成の説明***

状態検知システム 100 の構成は、実施の形態 3 における構成と同じである。

[0095] ***動作の説明***

状態検知方法において、状態検知処理（S 110）の手順が実施の形態 3 における手順と異なる。

[0096] 図 17 に基づいて、モデル生成処理（S 110）の手順を説明する。ステップ S 116 が特徴である。

ステップS 1 1 6は、実施の形態3のステップS 1 1 4に相当する。

[0097] ステップS 1 1 6において、データ解析部130は、実施の形態3のステップS 1 1 4と同じく、各グループに属する1つ以上の信号をグループ分けする。

次に、データ解析部130は、グループの数に基づいてグループを統合するか判定する。グループの数が閾値（例えば10グループ）より多い場合、データ解析部130は、グループを統合すると判定する。

[0098] グループを統合すると判定した場合、データ解析部130は、統合規則にしたがってグループを統合する。

例えば、データ解析部130は、統合されるグループの数が均等になるように、連続する2つ以上のグループを1つのグループに統合する。グループの数が40であり、閾値が10グループである場合、データ解析部130は、先頭グループから4グループずつ統合する。これにより、グループの数が10になる。

例えば、データ解析部130は、統合後の各グループに属する信号の数が均等になるように、連続する2つ以上のグループを1つのグループに統合する。

次に、データ解析部130は、統合後の各グループに属する1つ以上の信号を示すデータを生成する。生成されるデータがグループ情報データ199である。

そして、データ解析部130は、グループ情報データ199を記憶部190に記憶する。

[0099] グループを統合しないと判定した場合、データ解析部130は、グループを統合せずに、各グループに属する1つ以上の信号を示すデータを生成する。生成されるデータがグループ情報データ199である。

そして、データ解析部130は、グループ情報データ199を記憶部190に記憶する。

[0100] ***実施の形態5の効果***

実施の形態5において、グループの数が多い場合にグループが統合される。

自動分割の結果、グループの数が多い（例：40グループ）場合、同時に全ての学習済みモデルを動作させることが難しくなる。このような場合に、状態検知システム100は、グループを統合（例：10グループ）して機械学習を適用する。

実施の形態5により、同時に動作させる学習済みモデルの数を調整できる。

[0101] ***実施の形態5の補足***

実施の形態5は、実施の形態4と組み合わせて実施してもよい。つまり、データ解析部130が信号順番データ198を生成してもよい。

[0102] 実施の形態6.

正常モデル301による予測の精度を高める形態について、主に実施の形態1と異なる点を図18から図20に基づいて説明する。

[0103] ***構成の説明***

図18に基づいて、状態検知システム100の構成を説明する。

状態検知システム100は、さらに、精度評価部140を備える。

状態検知プログラムは、さらに、精度評価部140としてコンピュータを機能させる。

[0104] 図19に、状態検知部120および精度評価部140の機能関係を示す。

異常度データベース194は、記憶部190に記憶される。

[0105] ***動作の説明***

図20に基づいて、再学習方法を説明する。再学習方法は状態検知方法の一部である。

ステップS601からステップS604は、各時刻に実行される。

[0106] ステップS601において、検知部126は、グループ別の比較結果データ324に基づいて、グループ別に状態を検知する。

例えば、検知部126は、比較結果データ324に示される差の合計を算

出し、算出された合計に基づいてグループの状態を判定する。算出された合計が閾値以下である場合、検知部 126 は、グループの状態が正常状態である、と判定する。また、算出された合計が閾値より大きい場合、検知部 126 は、グループの状態が異常状態である、と判定する。

[0107] ステップ S602 において、検知部 126 は、正常状態の各グループの比較結果データ 324 を選択する。

次に、検知部 126 は、正常状態のグループ別に比較結果データ 324 に基づいて異常度を算出する。例えば、検知部 126 は、比較結果データ 324 に示される差の合計を異常度として算出する。異常度は、1 つ以上の実測値に対する 1 つ以上の予測値の誤差を表す。

次に、検知部 126 は、正常状態のグループ別に、異常度を示すデータを生成する。生成されるデータが異常度データ 327 である。

そして、検知部 126 は、正常状態のグループ別の異常度データ 327 を異常度データベース 194 に記憶する。

[0108] ステップ S603 において、精度評価部 140 は、異常度データベース 194 からグループ別の異常度データ 327 を取得する。

そして、精度評価部 140 は、グループ別の異常度データ 327 に基づいて悪化グループを特定する。

悪化グループは、精度が悪化したと推測される正常モデル 301 に対応するグループである。

[0109] 具体的には、精度評価部 140 は、異常度が悪化したグループを悪化グループとして特定する。

例えば、異常度が閾値より大きい場合、精度評価部 140 は、異常度が悪化したと判定する。閾値の一例は基準値の 1.5 倍である。基準値は、正常状態における異常度の基準として定められた値である。

例えば、精度評価部 140 は、一定期間（例えば 1 日）に蓄積された 1 つ以上の異常度データ 327 における異常度の平均を算出する。算出された平均が閾値より大きい場合、精度評価部 140 は、異常度が悪化したと判定す

る。

例えば、精度評価部 140 は、一定期間（例えば 1 週間）に蓄積された 1 つ以上の異常度データ 327 における異常度のトレンドを判定する。異常度のトレンドは例えば回帰直線の傾きで表される。異常度のトレンドが一定以上の上昇傾向にある場合、精度評価部 140 は、異常度が悪化したと判定する。

[0110] 特定グループがある場合、処理はステップ S604 に進む。

特定グループがない場合、処理はステップ S601 に進む。

[0111] ステップ S604 において、モデル生成部 110 は、悪化グループに対する機械学習を行う。つまり、モデル生成部 110 は、悪化グループに対する再学習を行う。

具体的には、モデル生成部 110 は、悪化グループに対する前回の機械学習が行われた後の悪化グループの正常分割データ 313 を学習データにして機械学習を行う。

これにより、悪化グループの正常モデル 301 が更新される。

ステップ S604 の手順は、モデル生成処理（S110）の手順と同じである。

[0112] 再学習のために、収集部 111 は、設備 210 の状態が正常状態であると判定されたときの実測データ 321 を正常データ 311 として収集データベース 191 に蓄積しておくといふ。

[0113] ***実施の形態 6 の効果***

実施の形態 6 において、グループ毎に再学習が行われる。

生産設備では、特定箇所だけが改修されることが多い。そのため、状態検知システム 100 は、グループ毎に学習済みモデルの評価を実施し、精度を定期的に自動で確認する。そして、状態検知システム 100 は、特定のグループの精度が悪化した際に特定のグループだけを対象にして自動で再学習を行う。

実施の形態 6 により、設備全体に対して再学習する場合と比較して短時間

での再学習が可能となる。

[0114] ***実施の形態6の補足***

再学習は、実施の形態1の変形例と同じく、収集分割データを学習データにして行われてもよい。

[0115] 実施の形態6は、実施の形態2から実施の形態5の少なくともいずれかと組み合わせて実施してもよい。

[0116] ***変形例の説明***

悪化グループの特定が人手で行われてもよい。

利用者は、グループ別に誤検出率または検出漏れ率を評価して悪化グループを特定する。そして、利用者は、入力装置を操作して悪化グループを状態検知システム100に指定する。

モデル生成部110は、悪化グループの指定を受け付け、指定された悪化グループに対する再学習を行う。

[0117] ***実施の形態の補足***

図21に基づいて、状態検知システム100のハードウェア構成を説明する。

状態検知システム100は処理回路109を備える。

処理回路109は、モデル生成部110と状態検知部120とデータ解析部130と精度評価部140とを実現するハードウェアである。

処理回路109は、専用のハードウェアであってもよいし、メモリ102に格納されるプログラムを実行する処理回路109であってもよい。

[0118] 処理回路109が専用のハードウェアである場合、処理回路109は、例えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC、FPGAまたはこれらの組み合わせである。

ASICは、Application Specific Integrated Circuitの略称である。

FPGAは、Field Programmable Gate Arrayの略称である。

- [0119] 状態検知システム１００は、処理回路１０９を代替する複数の処理回路を備えてもよい。
- [0120] 処理回路１０９において、一部の機能が専用のハードウェアで実現されて、残りの機能がソフトウェアまたはファームウェアで実現されてもよい。
- [0121] このように、状態検知システム１００の機能はハードウェア、ソフトウェア、ファームウェアまたはこれらの組み合わせで実現することができる。
- [0122] 各実施の形態は、好ましい形態の例示であり、本開示の技術的範囲を制限することを意図するものではない。各実施の形態は、部分的に実施してもよいし、他の形態と組み合わせて実施してもよい。フローチャート等を用いて説明した手順は、適宜に変更してもよい。
- [0123] 状態検知システム１００の要素である「部」は、「処理」、「工程」、「回路」または「サーキットリ」と読み替えてもよい。

符号の説明

- [0124] １００ 状態検知システム、１０１ プロセッサ、１０２ メモリ、１０３ ストレージ、１０４ 通信装置、１０５ 入出力インタフェース、１０９ 処理回路、１１０ モデル生成部、１１１ 収集部、１１２ 分割部、１１３ 学習部、１２０ 状態検知部、１２１ 取得部、１２２ 分割部、１２３ 予測部、１２４ 比較部、１２５ 統合部、１２６ 検知部、１２７ 出力部、１３０ データ解析部、１４０ 精度評価部、１９０ 記憶部、１９１ 収集データベース、１９２ 正常モデルデータベース、１９３ 実測データベース、１９４ 異常度データベース、１９８ 信号順番データ、１９９ グループ情報データ、２００ 設備システム、２０１ ネットワーク、２０２ ネットワーク、２１０ 設備、２２０ 制御機器、２３０ 対象機器、２３１ センサ、２３２ アクチュエータ、２４０ 生産設備、２４１ ワーク、３０１ 正常モデル、３１１ 正常データ、３１２ 収集データ、３１３ 正常分割データ、３２１ 実測データ、３２２ 実測分割データ、３２３ 予測データ、３２４ 比較結果データ、３２５ 統合結果データ、３２６ 設備状態データ、３２７ 異常度データ。

請求の範囲

- [請求項1] ワークが流される設備の状態を検知する状態検知システムであり、
前記ワークの流れに応じて順番に反応する複数の信号の複数の信号値を示す収集データを時系列に収集する収集部と、
時系列の前記収集データに含まれる前記信号値の集合を複数のグループに分けることによって、グループ内の1つ以上の信号値を時系列に示す収集分割データをグループ別に生成する分割部と、
グループ別に前記収集分割データを学習データにして機械学習を行うことによって、学習済みモデルである正常モデルをグループ別に生成する学習部と、
グループ別の前記正常モデルを用いて前記設備の状態を検知する状態検知部と、
を備える状態検知システム。
- [請求項2] 前記複数のグループの中の対象グループの前記正常モデルが、前記対象グループに対する1つ以上の説明変数と、前記対象グループの1つ前のグループである前グループに対する1つ以上の説明変数と、前記対象グループの1つ後のグループである後グループに対する1つ以上の説明変数と、を有し、
前記学習部は、前記対象グループと前記前グループと前記後グループのそれぞれの前記1つ以上の信号値をそれぞれのグループに対する前記1つ以上の説明変数に設定して前記機械学習を行うことによって、前記対象グループの前記正常モデルを生成する
請求項1に記載の状態検知システム。
- [請求項3] 前記分割部は、反応順番にしたがって前記複数のグループに分けられた前記複数の信号をグループ別に示すグループ情報データに基づいて、前記信号値の集合を前記複数のグループに分ける
請求項1または請求項2に記載の状態検知システム。
- [請求項4] 前記状態検知システムは、

時系列の前記収集データを解析することによって各グループに属する1つ以上の信号を決定し、各グループに属する1つ以上の信号を示すデータを前記グループ情報データとして生成するデータ解析部を備え、

前記データ解析部は、

前記設備において最初に反応する信号を、先頭のグループにおける先頭の信号に決定し、前記先頭のグループにおける前記先頭の信号が反応してから前記先頭のグループにおける前記先頭の信号が次に反応するまでの間に順番に反応する0または1つ以上の信号を、前記先頭のグループに属する信号に決定し、

1つ前のグループにおける最後の信号の次に反応する信号を、2番目以降の各グループにおける先頭の信号に決定し、

前記2番目以降の各グループにおける前記先頭の信号が反応してから前記2番目以降の各グループにおける前記先頭の信号が次に反応するまでの間に順番に反応する1つ以上の信号を、前記2番目以降の各グループに属する信号に決定する

請求項3に記載の状態検知システム。

[請求項5]

前記データ解析部は、

前記ワークが前記設備に1つだけ流されている間の各時刻の複数の信号値を示す稼働データを収集し、

各時刻の前記稼働データを解析することによって、信号値が変化した信号の順番を前記複数の信号の前記反応順番として特定し、

前記複数の信号の前記反応順番を示すデータを信号順番データとして生成し、

各グループに属する信号を決定するときに、前記信号順番データを参照することによって前記複数の信号の前記反応順番を判定する

請求項4に記載の状態検知システム。

[請求項6]

前記データ解析部は、

各グループに属する1つ以上の信号を決定した後にグループの数に基づいてグループを統合するか判定し、

グループを統合しないと判定した場合、グループを統合せずに、各グループに属する1つ以上の信号を示すデータを前記グループ情報データとして生成し、

グループを統合すると判定した場合、統合規則にしたがってグループを統合し、統合後の各グループに属する1つ以上の信号を示すデータを前記グループ情報データとして生成する

請求項4または請求項5に記載の状態検知システム。

[請求項7]

前記状態検知部は、

前記複数の信号の複数の信号値を複数の実測値として示す実測データを取得し、

前記実測データの中の前記複数の実測値を前記複数のグループに分けることによって、グループ内の1つ以上の実測値を示す実測分割データをグループ別に生成し、

グループ別の前記正常モデルを用いて、グループ内の予測の1つ以上の信号値を1つ以上の予測値として示す予測データをグループ別に生成し、

グループ別に前記実測分割データを前記予測データと比較し、グループ別に比較結果データを生成し、

グループ別の前記比較結果データを統合して統合結果データを生成し、

前記統合結果データに基づいて前記設備の状態を検知する

請求項1に記載の状態検知システム。

[請求項8]

前記複数のグループの中の対象グループの前記正常モデルが、前記対象グループに対する1つ以上の説明変数と、前記対象グループの1つ前のグループである前グループに対する1つ以上の説明変数と、前記対象グループの1つ後のグループである後グループに対する1つ以

上の説明変数と、を有し、

前記学習部は、前記対象グループと前記前グループと前記後グループのそれぞれの前記1つ以上の信号値をそれぞれのグループに対する前記1つ以上の説明変数に設定して前記機械学習を行うことによって、前記対象グループの前記正常モデルを生成し、

前記状態検知部は、前記対象グループと前記前グループと前記後グループのそれぞれの前回の前記1つ以上の実測値をそれぞれのグループに対する前記1つ以上の説明変数に設定して前記対象グループの前記正常モデルを演算することによって、前記対象グループの前記1つ以上の予測値を算出する

請求項7に記載の状態検知システム。

[請求項9]

前記分割部は、反応順番にしたがって複数のグループに分けられた前記複数の信号をグループ別に示すグループ情報データに基づいて、前記信号値の集合を前記複数のグループに分け、

前記状態検知部は、前記グループ情報データに基づいて、前記複数の実測値を前記複数のグループに分ける

請求項7または請求項8に記載の状態検知システム。

[請求項10]

前記状態検知システムは、

時系列の前記収集データを解析することによって各グループに属する信号を決定し、各グループに属する信号を示すデータを前記グループ情報データとして生成するデータ解析部を備え、

前記データ解析部は、

前記設備において最初に反応する信号を、先頭のグループにおける先頭の信号に決定し、前記先頭のグループにおける前記先頭の信号が反応してから前記先頭のグループにおける前記先頭の信号が次に反応するまでの間に順番に反応する0または1つ以上の信号を、前記先頭のグループに属する信号に決定し、

1つ前のグループにおける最後の信号の次に反応する信号を、2番

目以降の各グループにおける先頭の信号に決定し、

前記２番目以降の各グループにおける前記先頭の信号が反応してから前記２番目以降の各グループにおける前記先頭の信号が次に反応するまでの間に順番に反応する１つ以上の信号を、前記２番目以降の各グループに属する信号に決定する

請求項９に記載の状態検知システム。

[請求項11]

前記データ解析部は、

前記ワークが前記設備に１つだけ流されている間の各時刻の複数の信号値を示す稼働データを収集し、

各時刻の前記稼働データを解析することによって、信号値が変化した信号の順番を前記複数の信号の前記反応順番として特定し、

前記複数の信号の前記反応順番を示すデータを信号順番データとして生成し、

各グループに属する信号を決定するときに、前記信号順番データを参照することによって前記複数の信号の前記反応順番を判定する

請求項１０に記載の状態検知システム。

[請求項12]

前記データ解析部は、

各グループに属する信号を決定した後にグループの数に基づいてグループを統合するか判定し、

グループを統合しないと判定した場合、グループを統合せずに、各グループに属する信号を示すデータを前記グループ情報データとして生成し、

グループを統合すると判定した場合、統合規則にしたがってグループを統合し、統合後の各グループに属する信号を示すデータを前記グループ情報データとして生成する

請求項１０または請求項１１に記載の状態検知システム。

[請求項13]

前記状態検知システムは、精度評価部を備え、

前記状態検知部は、グループ別の前記比較結果データに基づいてグ

グループ別に状態を検知し、正常状態のグループ別に前記比較結果データに基づいて前記1つ以上の予測値の異常度を算出し、正常状態のグループ別に前記異常度を示す異常度データを生成し、

前記精度評価部は、グループ別の前記異常度データに基づいて、精度が悪化したと推測される前記正常モデルに対応するグループを悪化グループとして特定し、

前記学習部は、前記悪化グループに対する前記機械学習を行うことによって、前記悪化グループの前記正常モデルを更新する
請求項7から請求項12のいずれか1項に記載の状態検知システム。

[請求項14]

前記学習部は、精度が悪化したと推測される前記正常モデルに対応する悪化グループの指定を受け付け、前記悪化グループに対する前記機械学習を行うことによって前記悪化グループの前記正常モデルを更新する

請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の状態検知システム。

[請求項15]

ワークが流される設備の状態を検知する状態検知方法であり、

前記ワークの流れに応じて順番に反応する複数の信号の複数の信号値を示す収集データを時系列に収集し、

時系列の前記収集データに含まれる前記信号値の集合を複数のグループに分けることによって、グループ内の1つ以上の信号値を時系列に示す収集分割データをグループ別に生成し、

グループ別に前記収集分割データを学習データにして機械学習を行うことによって、学習済みモデルである正常モデルをグループ別に生成し、

グループ別の前記正常モデルを用いて前記設備の状態を検知する状態検知方法。

[請求項16]

ワークが流される設備の状態を検知するための状態検知プログラムであり、

前記ワークの流れに応じて順番に反応する複数の信号の複数の信号

値を示す収集データを時系列に収集する収集処理と、

時系列の前記収集データに含まれる前記信号値の集合を複数のグループに分けることによって、グループ内の1つ以上の信号値を時系列に示す収集分割データをグループ別に生成する分割処理と、

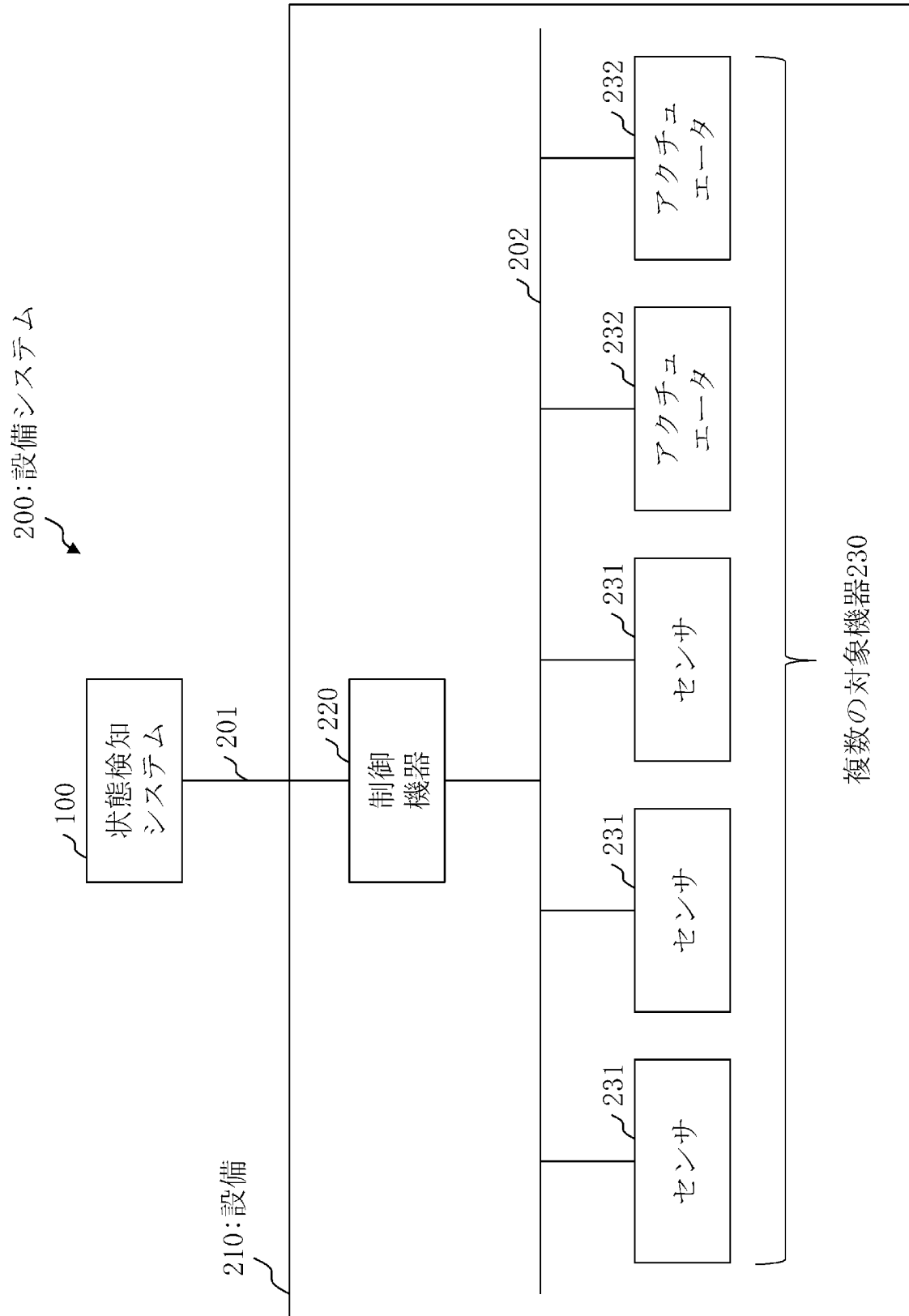
グループ別に前記収集分割データを学習データにして機械学習を行うことによって、学習済みモデルである正常モデルをグループ別に生成する学習処理と、

グループ別の前記正常モデルを用いて前記設備の状態を検知する状態検知処理と、

をコンピュータに実行させるための状態検知プログラム。

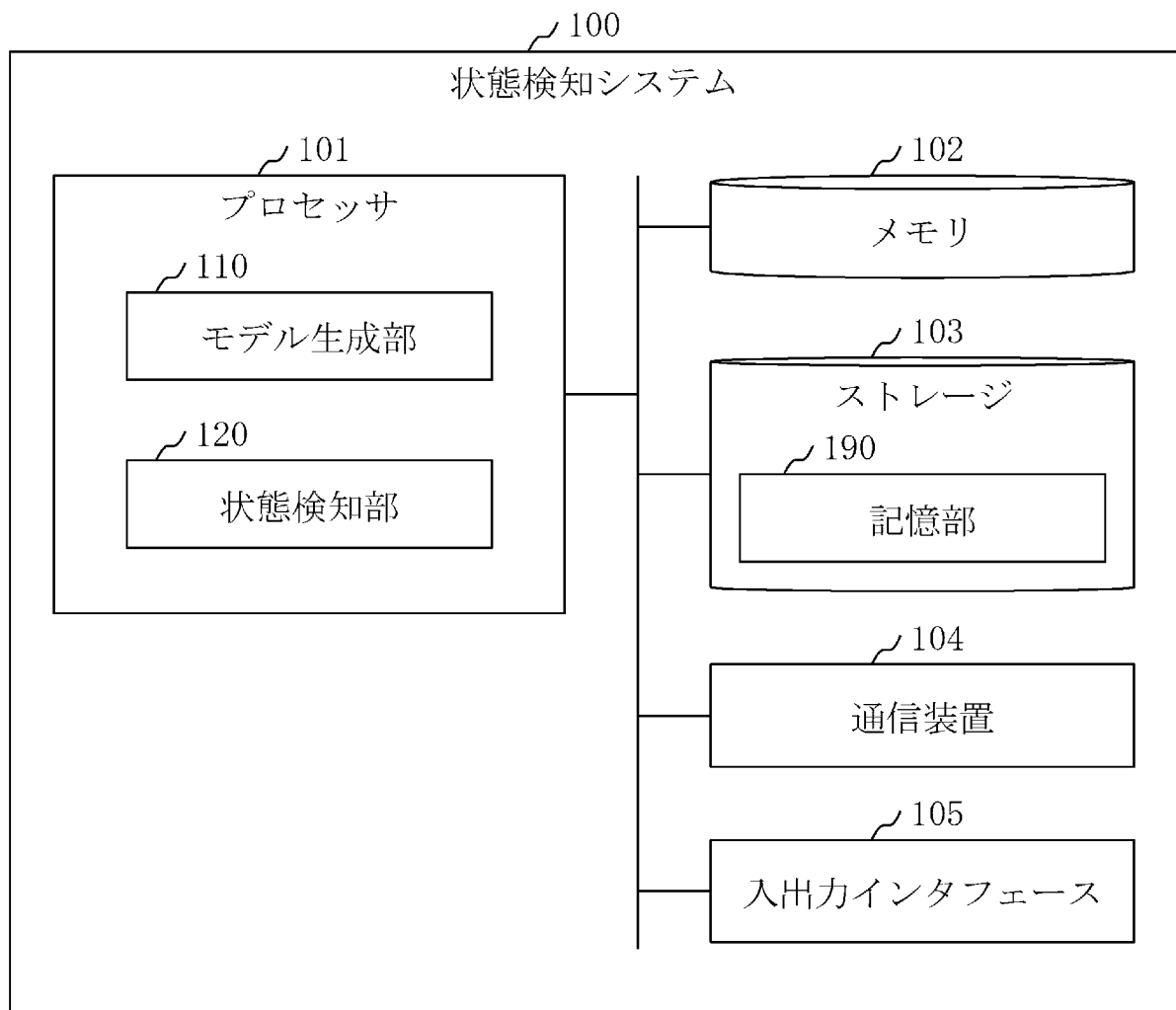
[図1]

図1



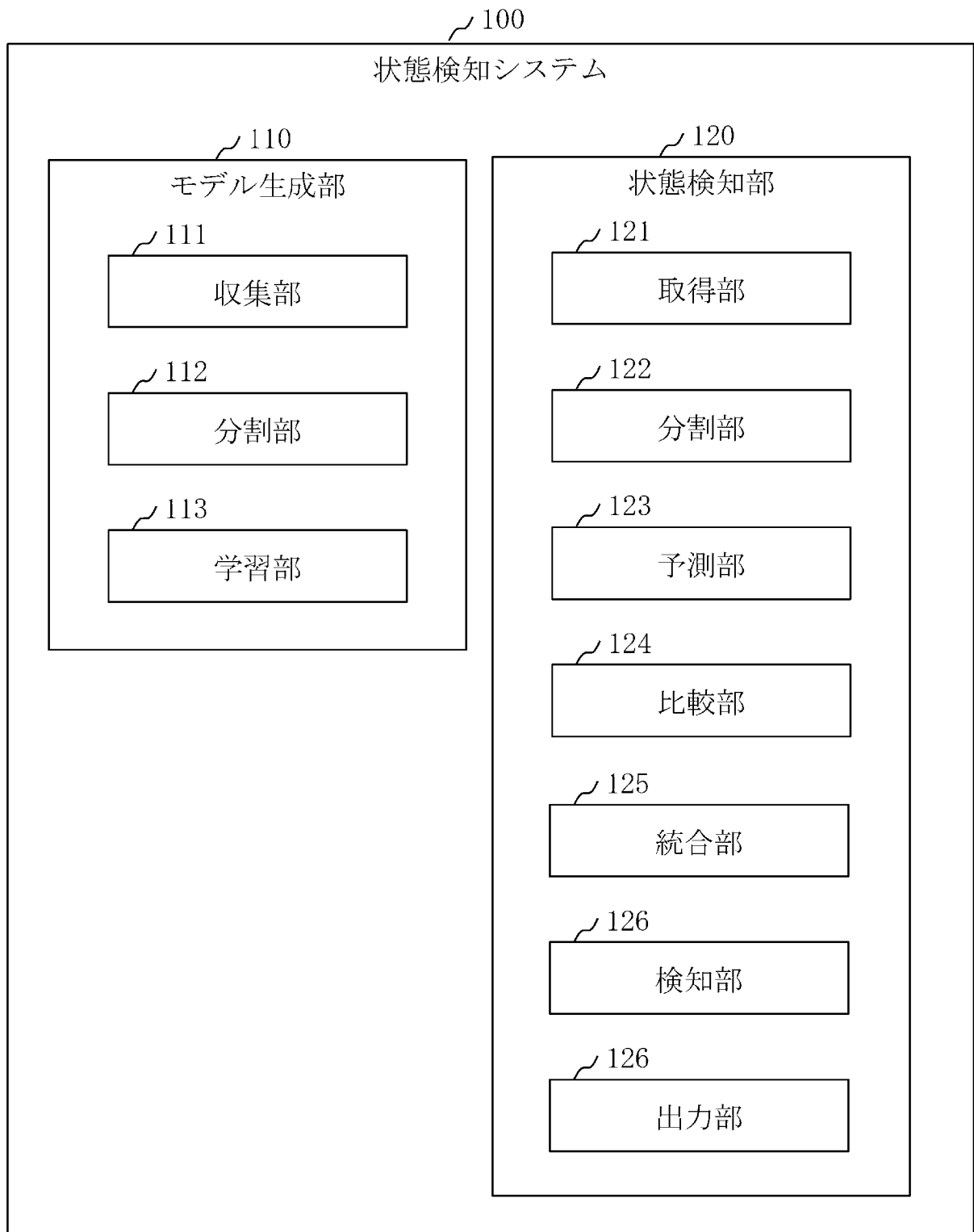
[図2]

図2



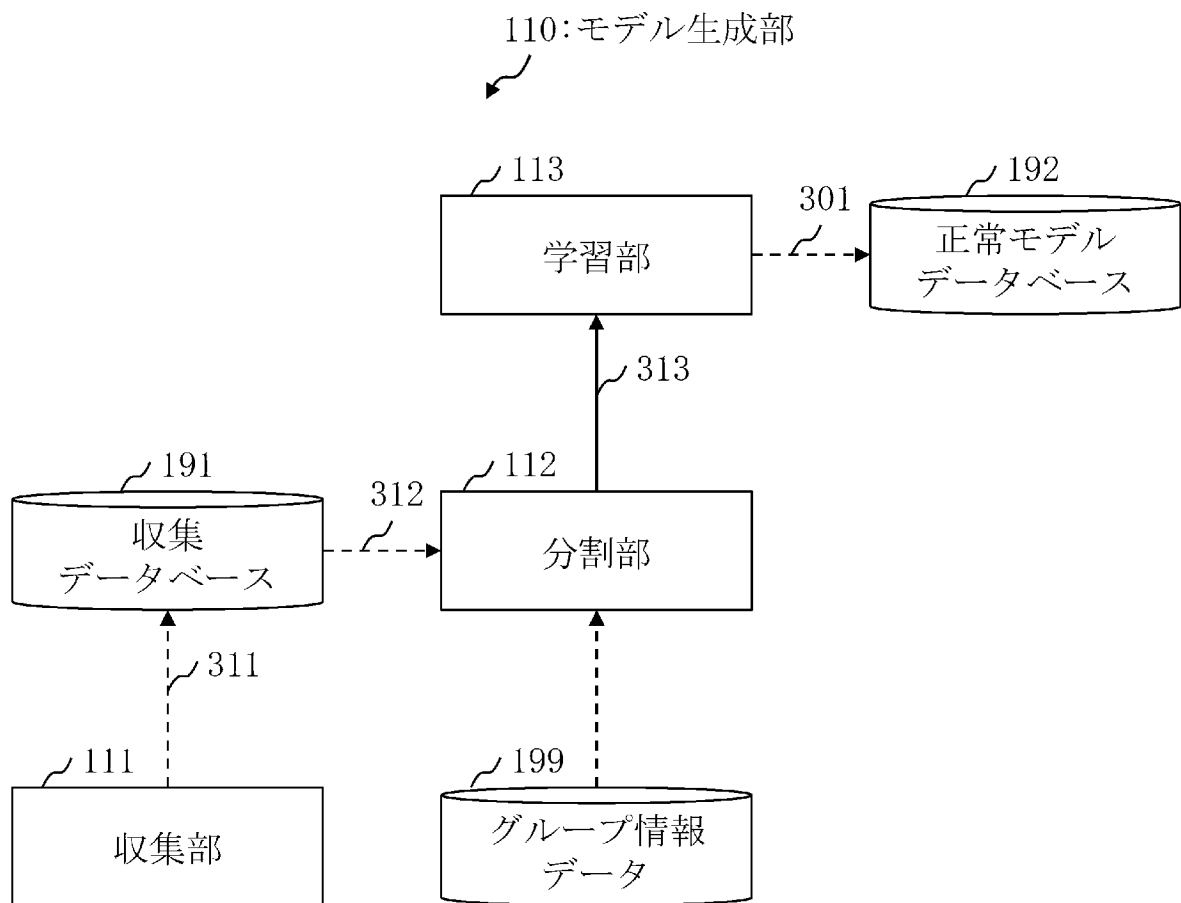
[図3]

図3



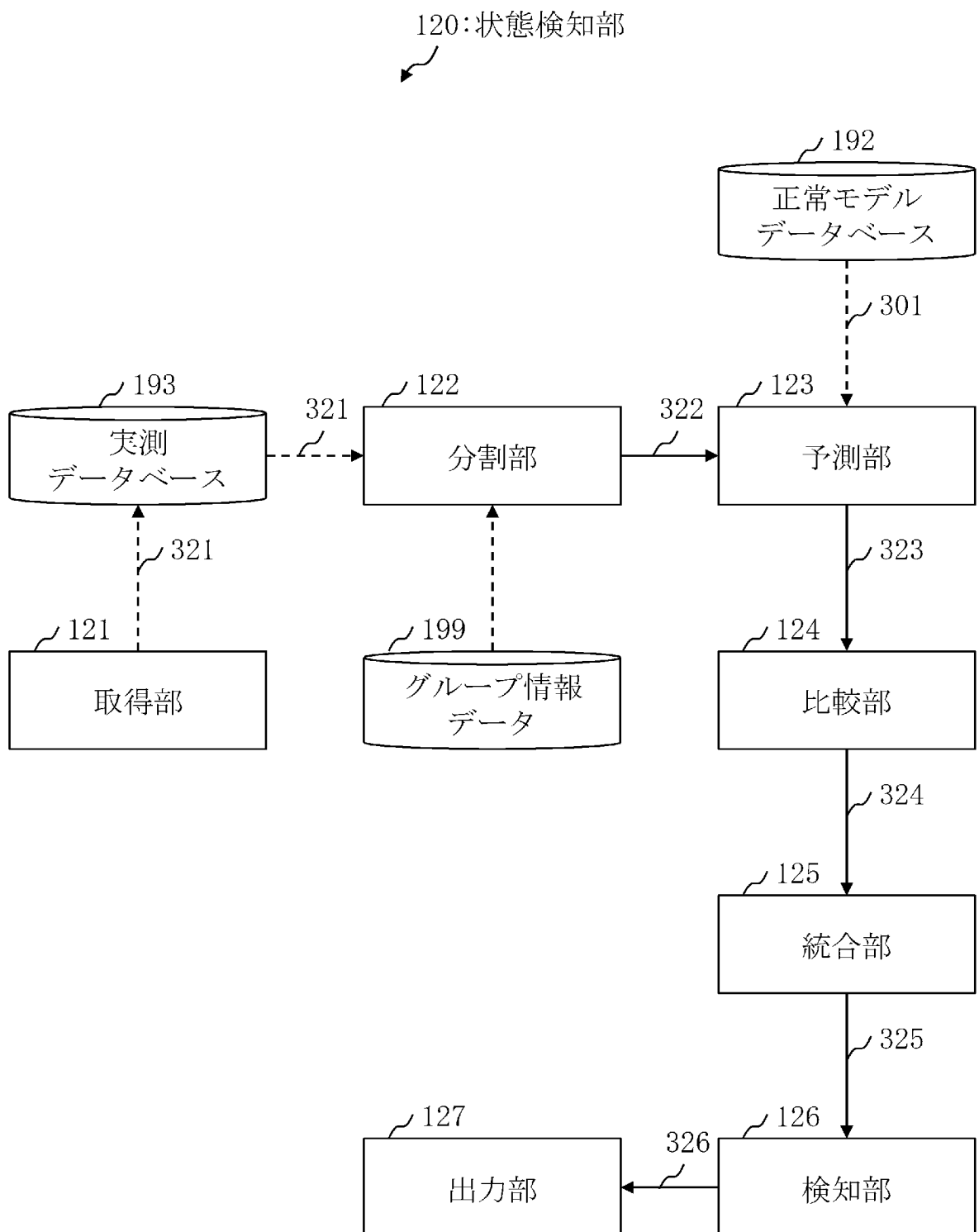
[図4]

図4



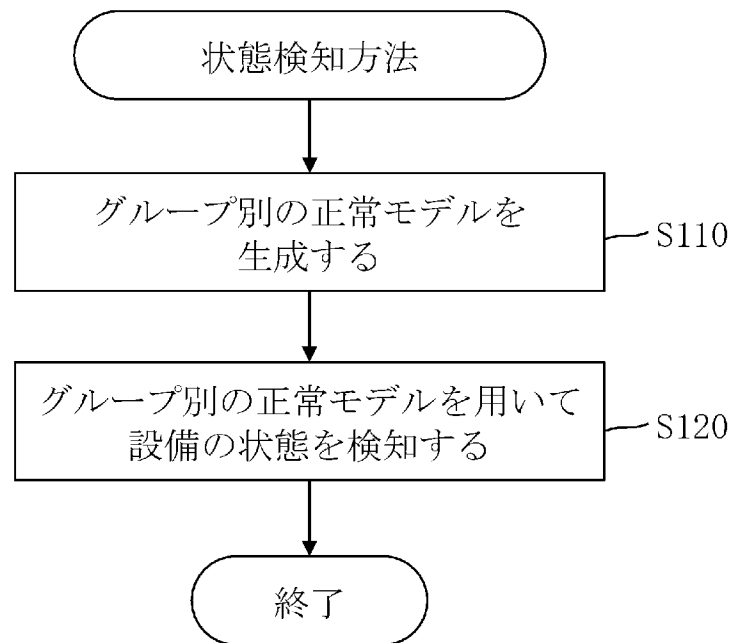
[図5]

図5



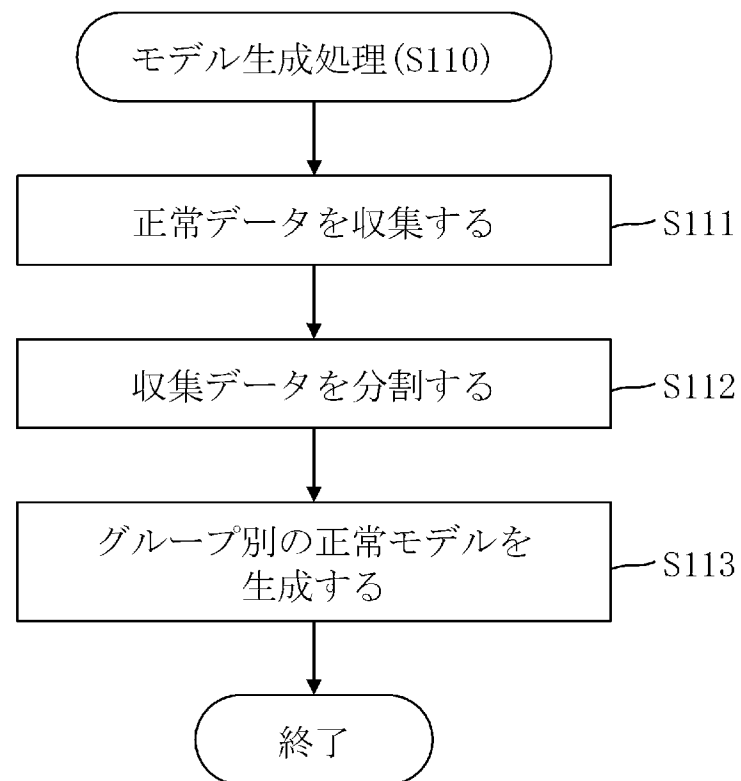
[図6]

図6



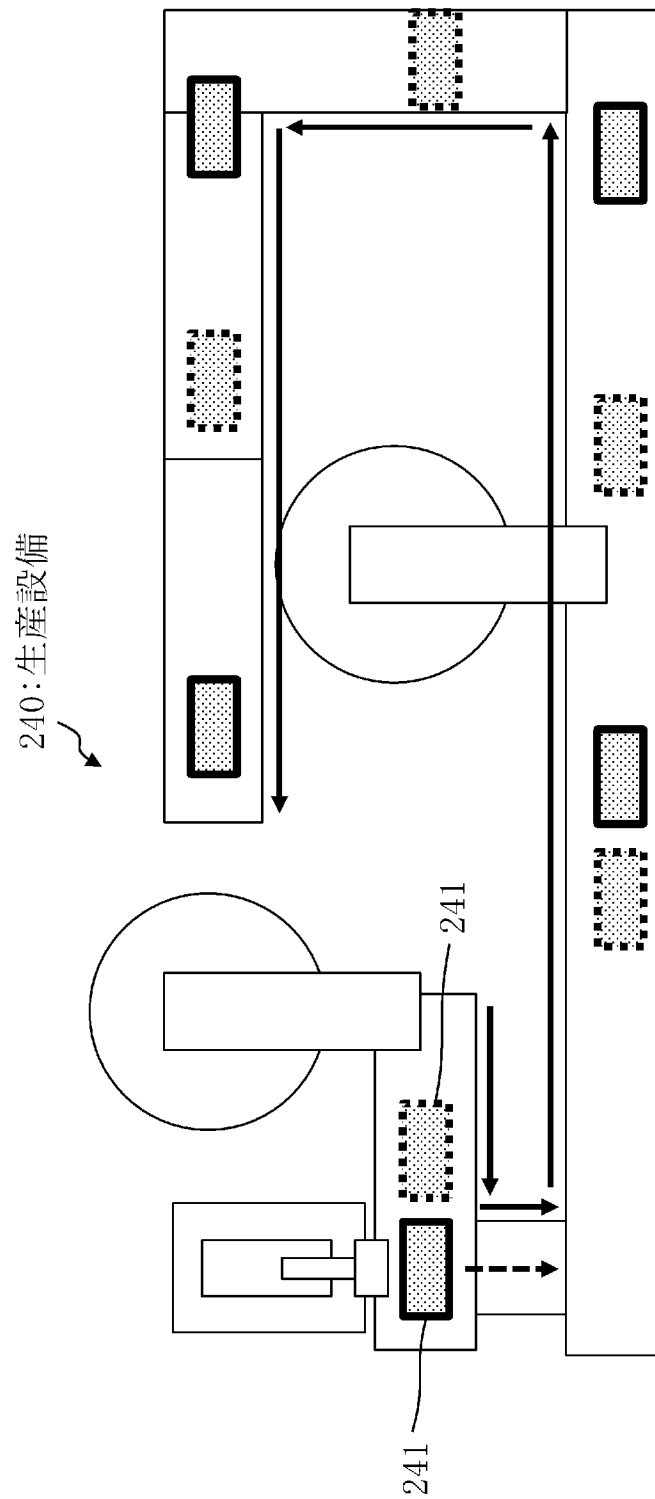
[図7]

図7



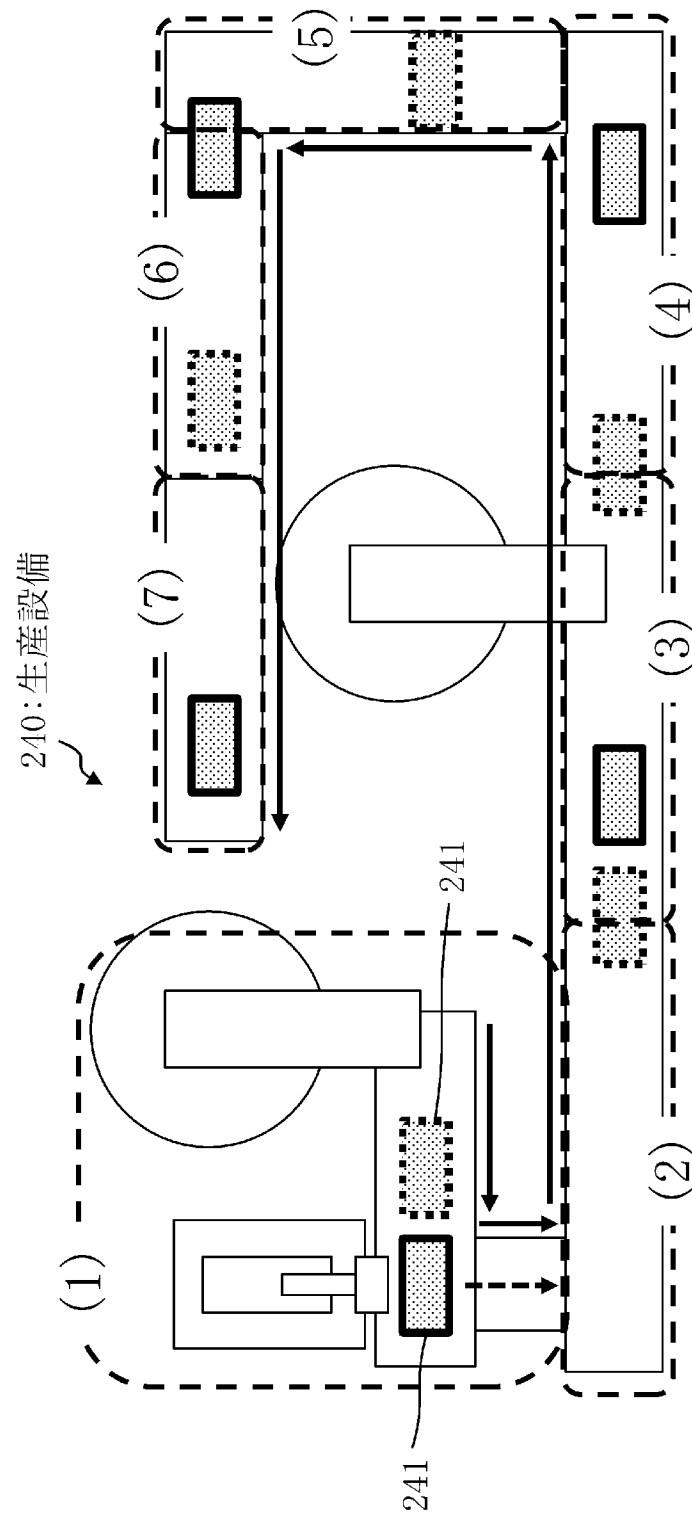
[図8]

図8



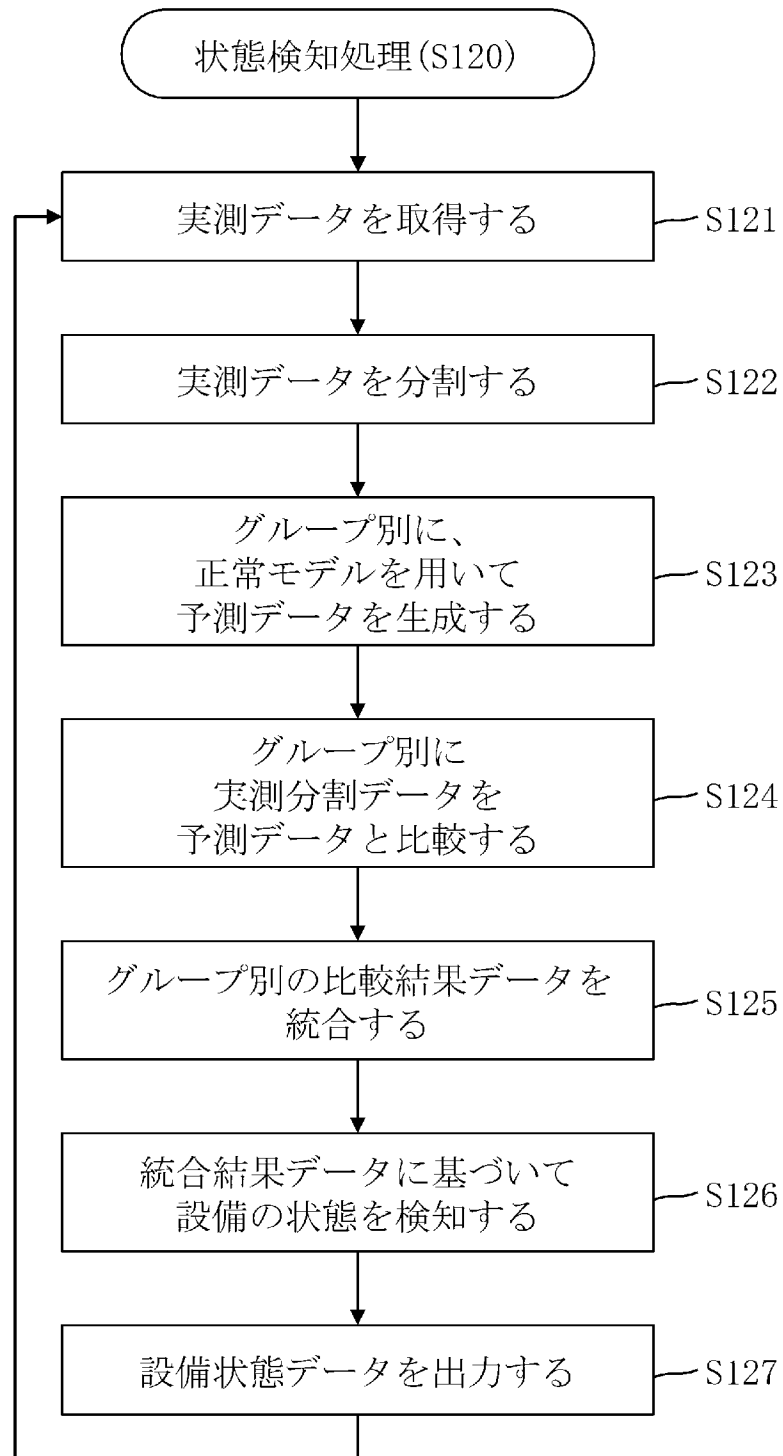
[図9]

図9



[図10]

図10



[図11]

図11

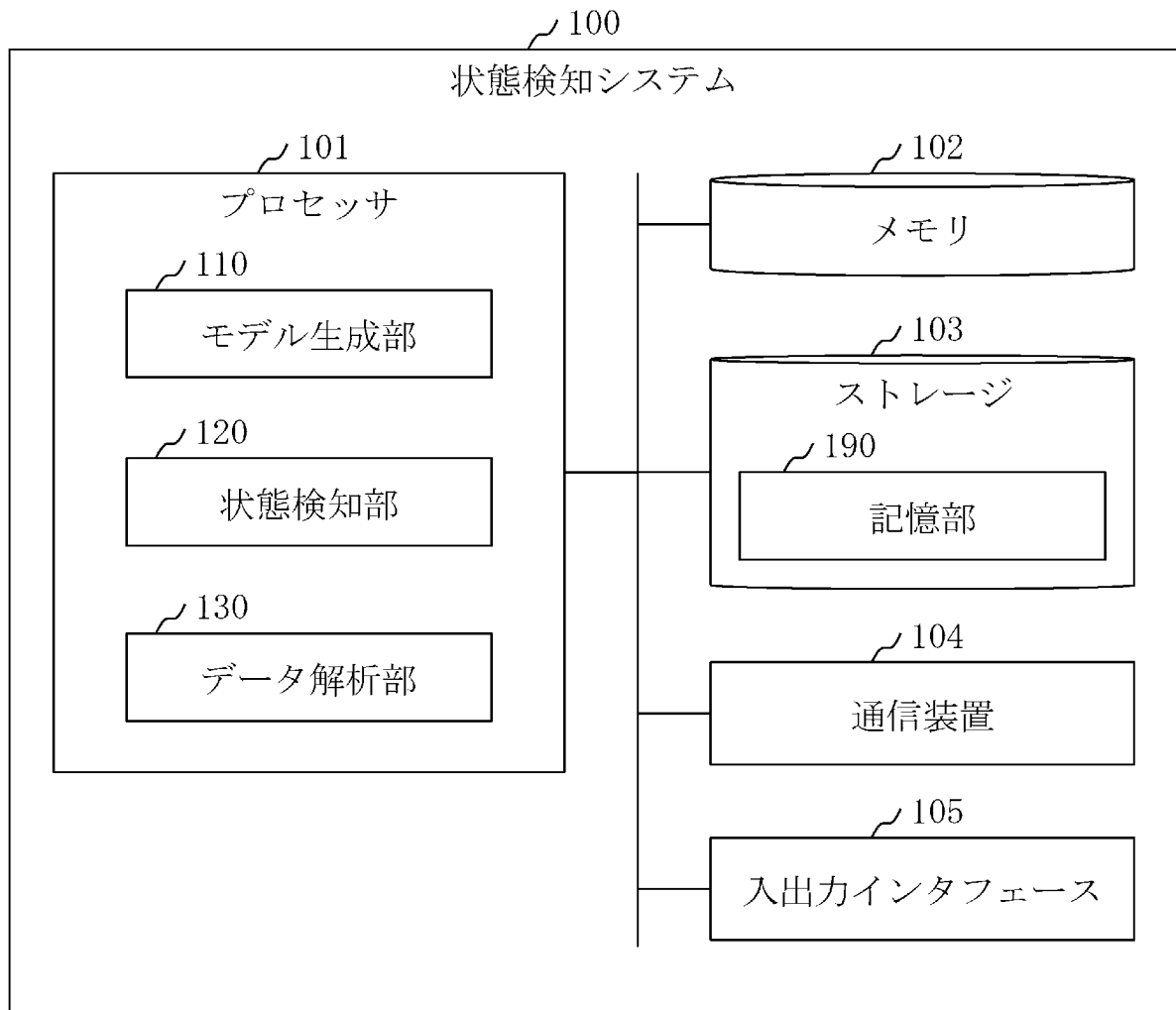
正常モデル301における変数の組み合わせ



信号	グループA	グループB	グループC	グループD
1	1	0		
2	1	0		
3	0	1	0	
4	0	1	0	
5	0	1	0	
6		0	1	0
7		0	1	0
8			0	1
9			0	1

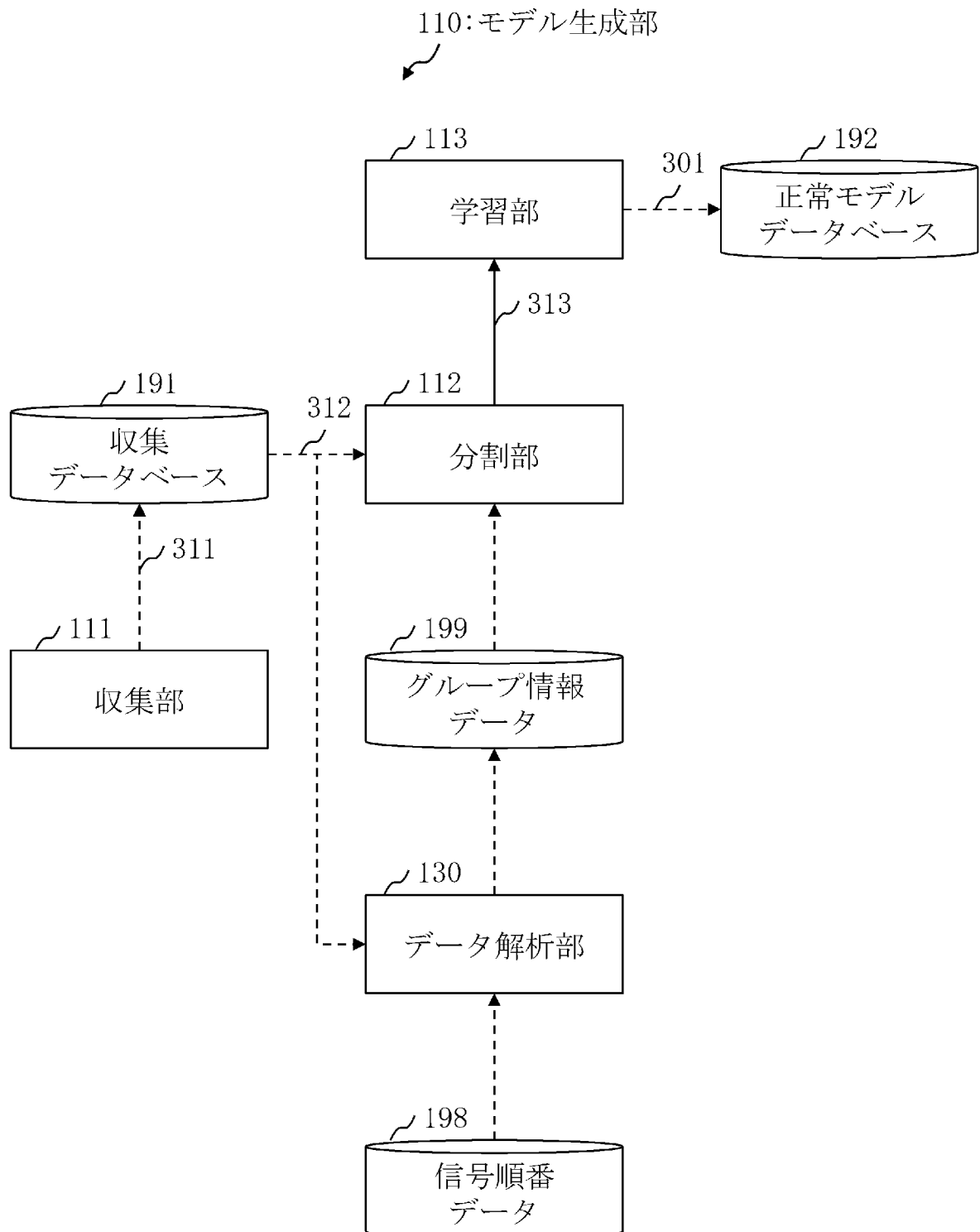
[図12]

図12



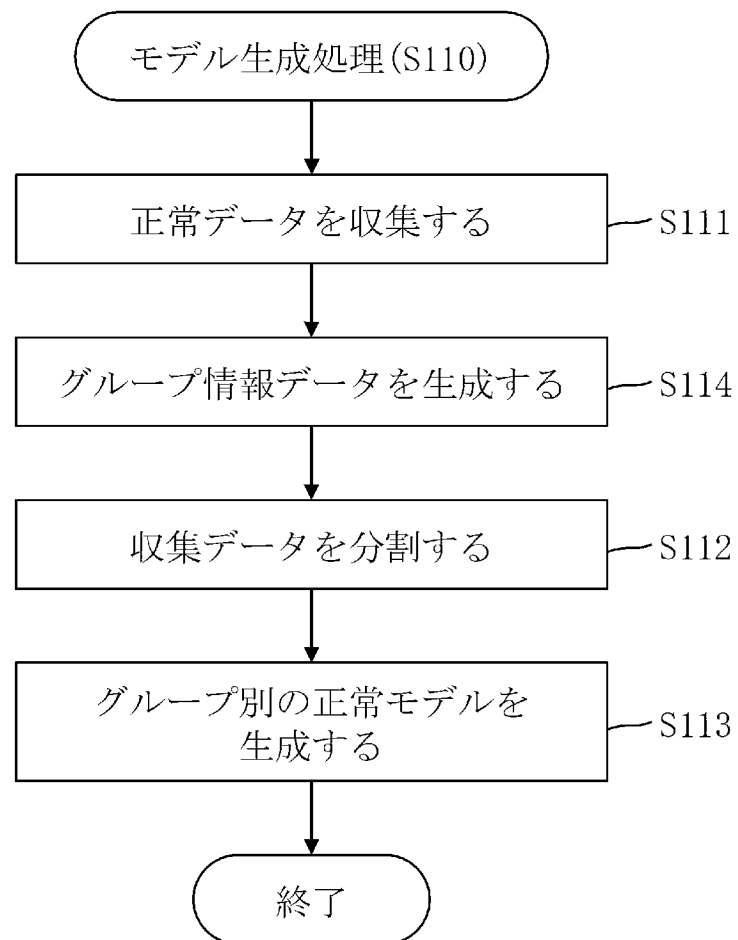
[図13]

図13



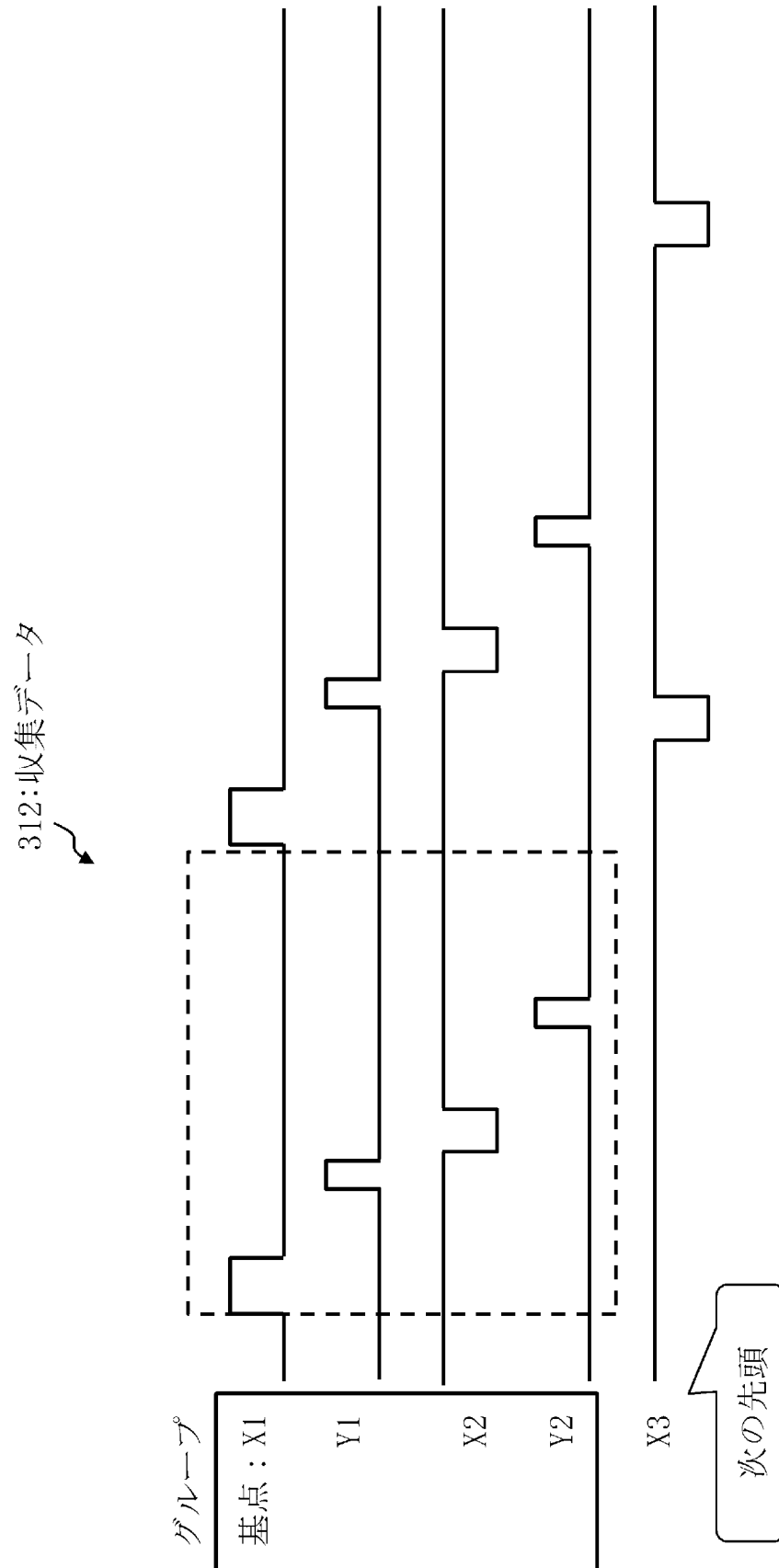
[図14]

図14



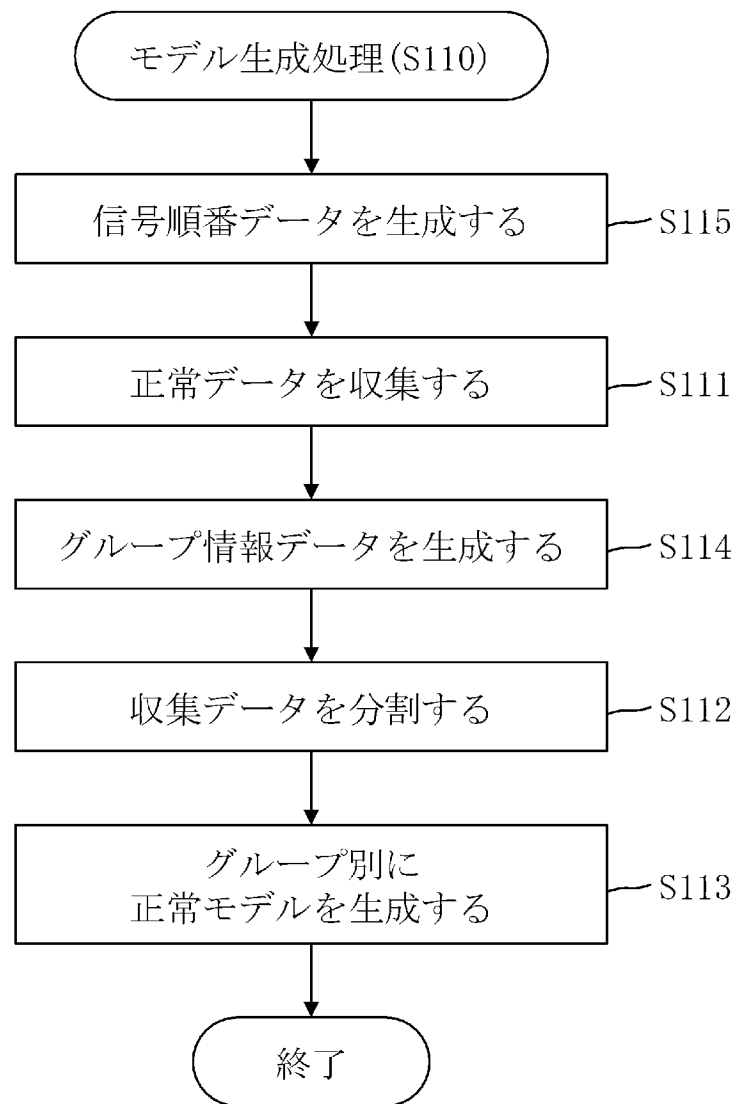
[図15]

図15



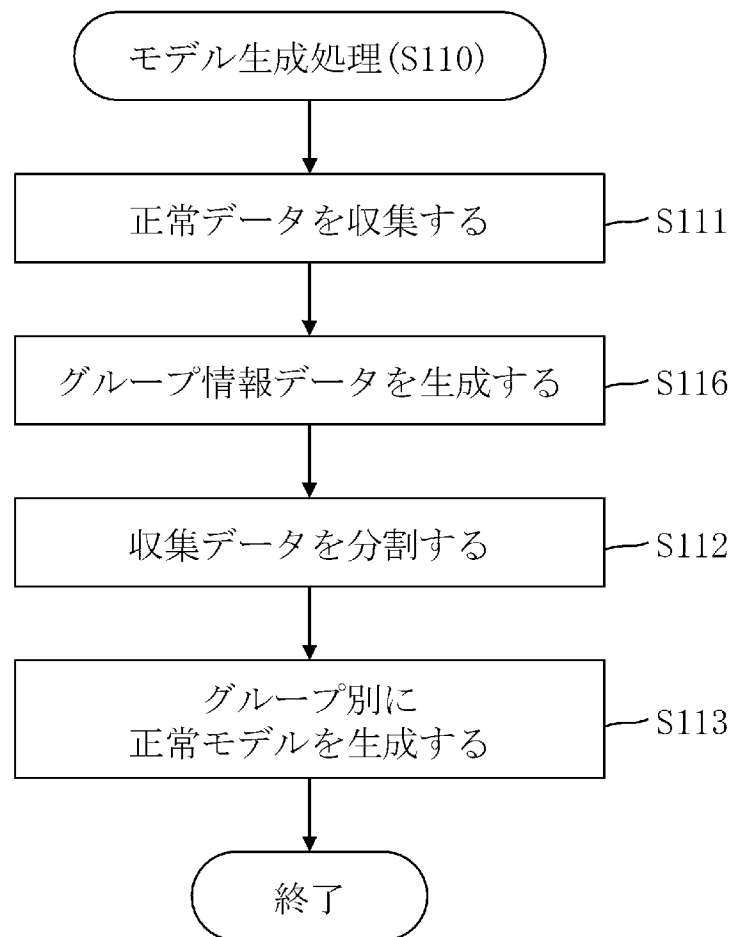
[図16]

図16



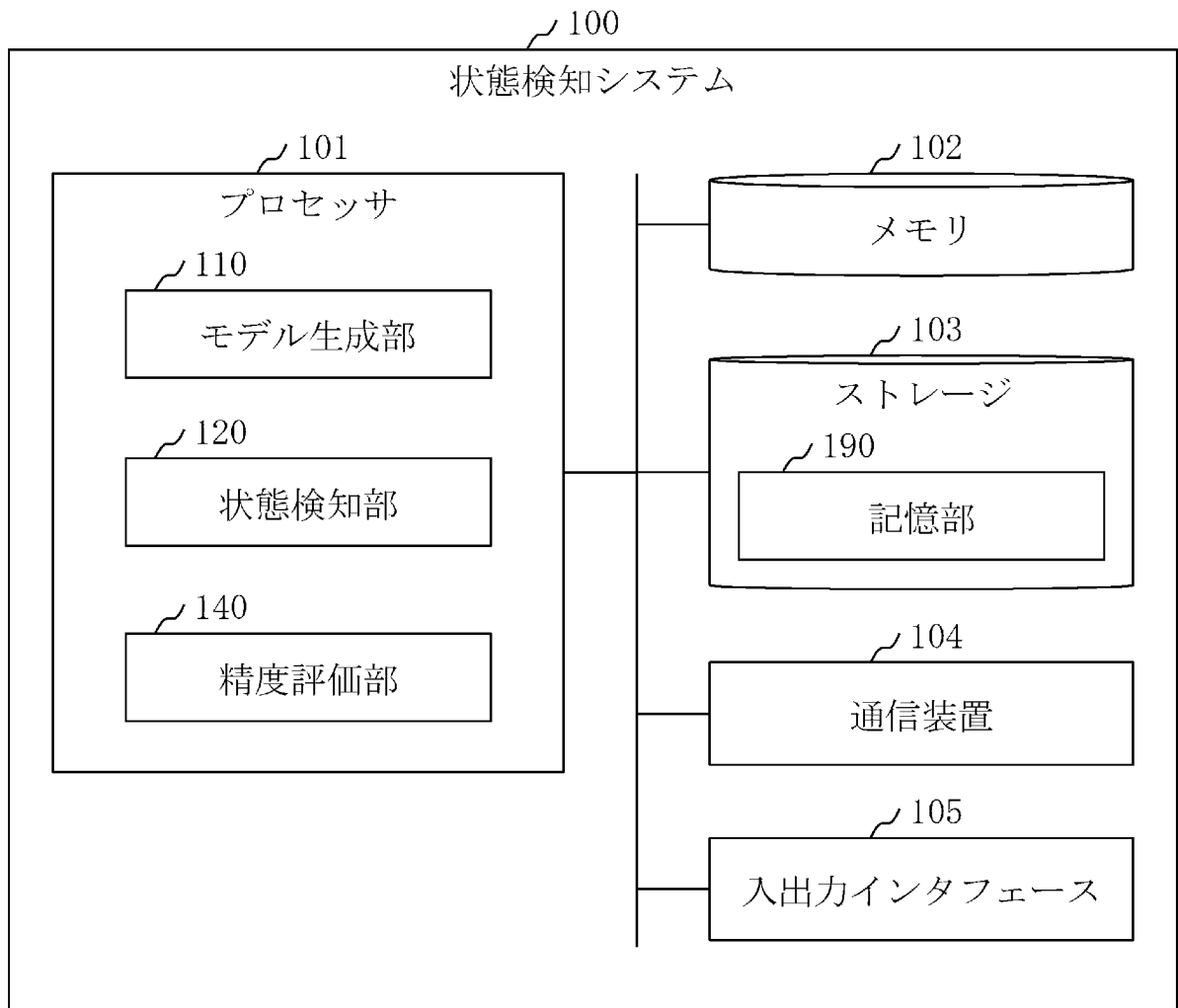
[図17]

図17



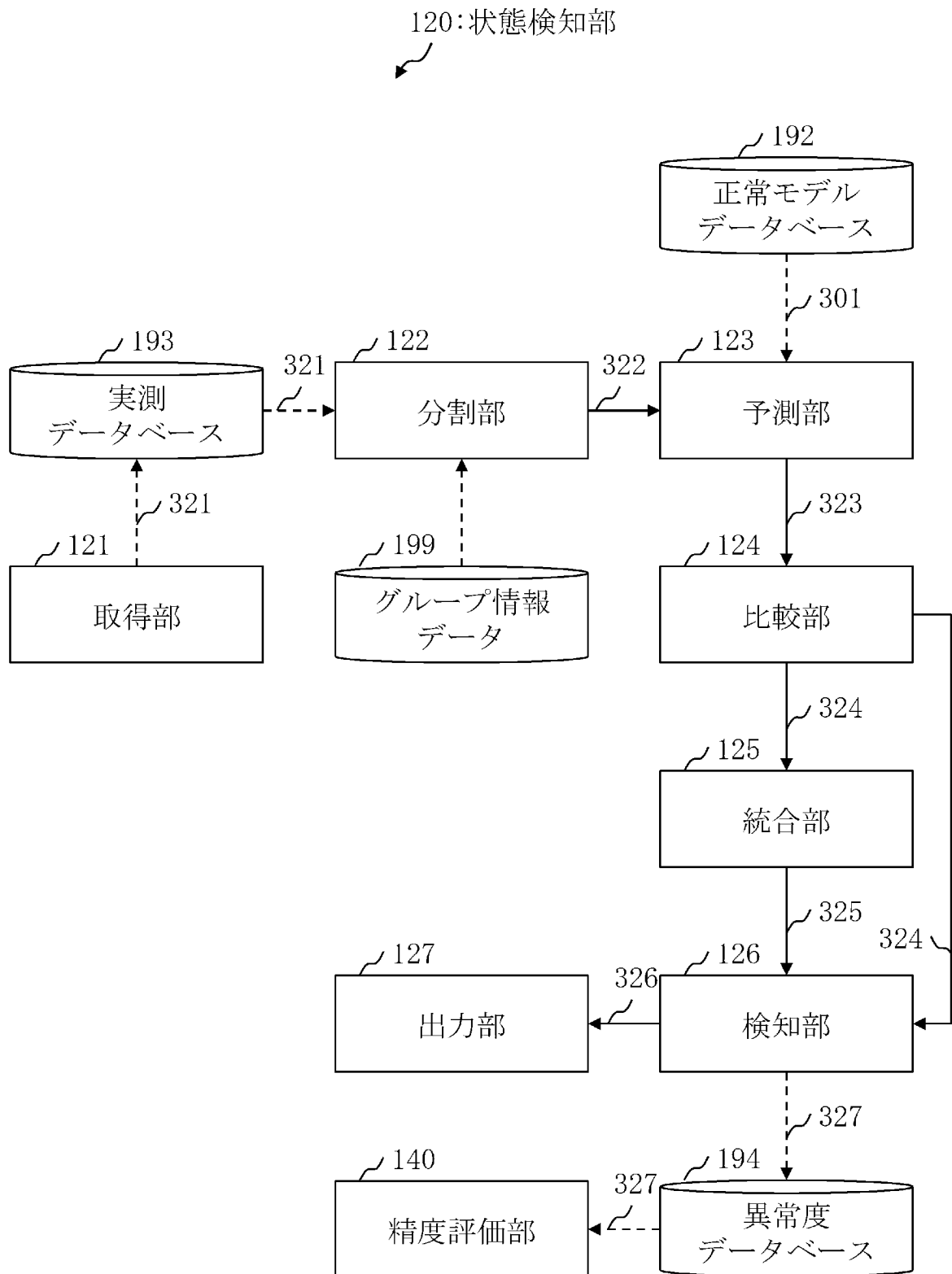
[図18]

図18



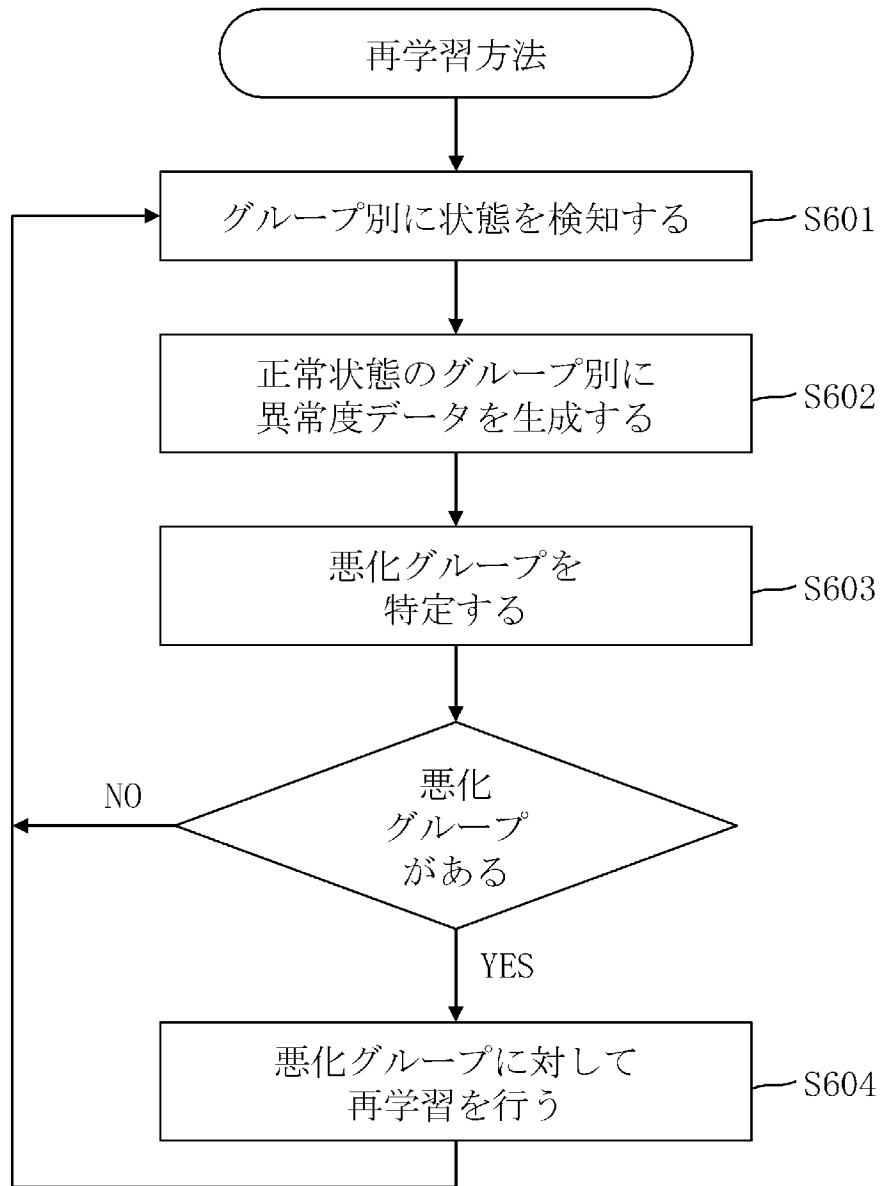
[図19]

図19



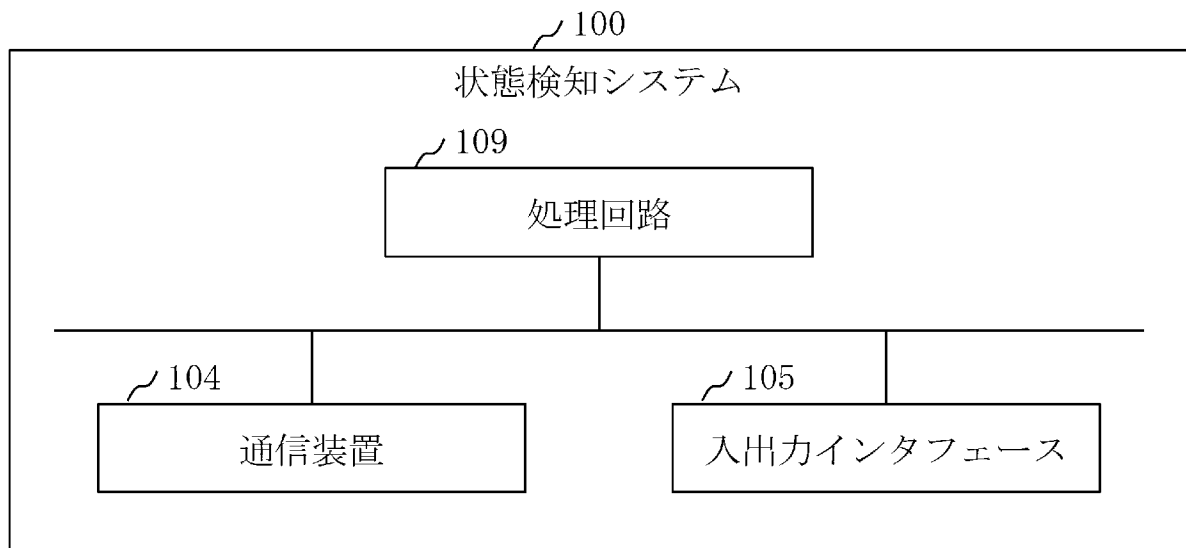
[図20]

図20



[図21]

図21



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/038283

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G05B 23/02**(2006.01)i

FI: G05B23/02 302Z

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

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 6678824 B2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 08 April 2020 (2020-04-08)	1-3, 14-16
A	in particular, claims 1-4, 7, paragraph [0066]	4-13
Y	JP 2019-159728 A (RICOH CO LTD) 19 September 2019 (2019-09-19)	1-3, 14-16
	in particular, paragraph [0067]	
A	JP 2021-33961 A (SUZUKO CO LTD) 01 March 2021 (2021-03-01)	1-16
	entire text, all drawings	
A	JP 6865901 B1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 28 April 2021 (2021-04-28)	1-16
	entire text, all drawings	



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

29 October 2021

Date of mailing of the international search report

09 November 2021

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/JP2021/038283

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	6678824	B2	08 April 2020	US 2020/0264595 A1 in particular, claims 1-4, 6, paragraph [0078] WO 2019/003404 A1 KR 10-2020-0009077 A CN 110785716 A	
JP	2019-159728	A	19 September 2019	EP 3540548 A1 in particular, paragraph [0072] CN 110260913 A	
JP	2021-33961	A	01 March 2021	WO 2021/039561 A1 entire text, all drawings	
JP	6865901	B1	28 April 2021	WO 2021/199194 A1 entire text, all drawings	

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 FI: G05B23/02 302Z		
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）） G05B23/02		
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 - 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		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 6678824 B2（三菱電機株式会社）08.04.2020（2020 - 04 - 08） 特に、請求項1 - 4、請求項7、段落[0066]	1-3, 14-16
A		4-13
Y	JP 2019-159728 A（株式会社リコー）19.09.2019（2019 - 09 - 19） 特に、段落[0067]	1-3, 14-16
A	JP 2021-33961 A（株式会社鈴康）01.03.2021（2021 - 03 - 01） 全文、全図	1-16
A	JP 6865901 B1（三菱電機株式会社）28.04.2021（2021 - 04 - 28） 全文、全図	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、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 29.10.2021		国際調査報告の発送日 09.11.2021
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） 藤崎 詔夫 3U 5075 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/JP2021/038283

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	6678824	B2	08.04.2020	US 2020/0264595 A1 特に、請求項 1 - 4、請求 項 6、段落 [0078] WO 2019/003404 A1 KR 10-2020-0009077 A CN 110785716 A	
JP	2019-159728	A	19.09.2019	EP 3540548 A1 特に、段落 [0072] CN 110260913 A	
JP	2021-33961	A	01.03.2021	WO 2021/039561 A1 全文、全図	
JP	6865901	B1	28.04.2021	WO 2021/199194 A1 全文、全図	