(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5月25日(25.05.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/089773 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/042610

(22) 国際出願日： 2021年11月19日(19.11.2021)

(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: ファナック株式会社 (**FANUC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地 Yamanashi (JP).

(72) 発明者: 胡 蓮成 (**HU Liancheng**); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP). 佐藤 和宏 (**SATOU Kazuhiro**); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場３５８０番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

(74) 代理人: あいわ弁理士法人 (**AIWA INTERNATIONAL PATENT AGENCY**); 〒1040045 東京都中央区築地一丁目１２番２２号 コンワビル４階 Tokyo (JP).

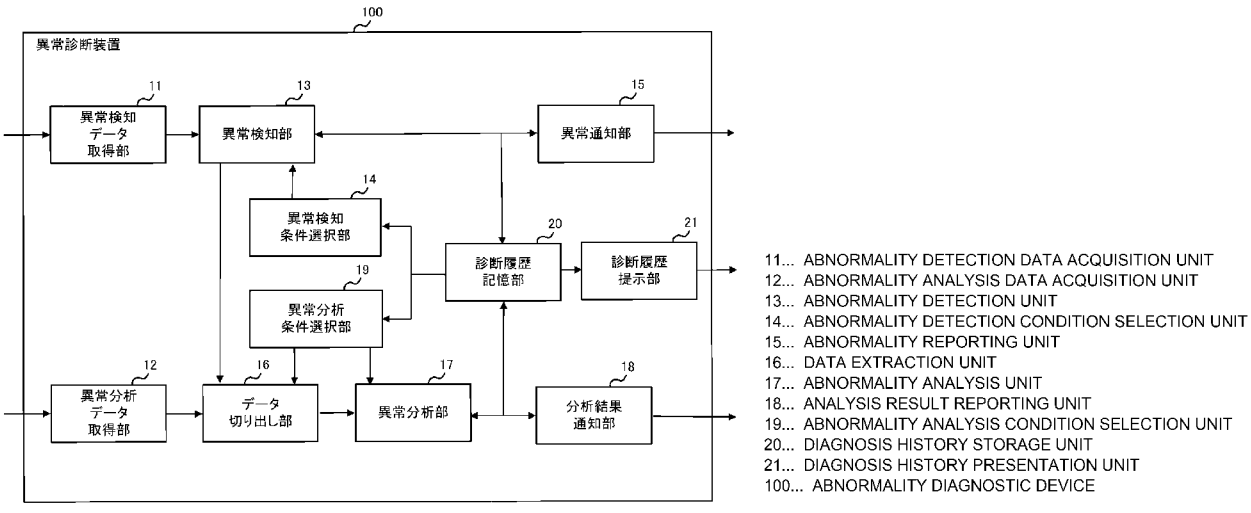
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, 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.

(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,

(54) **Title:** ABNORMALITY DIAGNOSTIC DEVICE, ABNORMALITY DIAGNOSTIC SYSTEM, AND STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称： 異常診断装置、異常診断システム、及び記憶媒体

[図2]



(57) **Abstract:** This abnormality diagnostic device for diagnosing an abnormality that occurs in a factory acquires data to be used for detecting an abnormality that occurs in a factory, detects an abnormality of a subject of diagnosis by using the data to be used for detecting an abnormality, reports the detected abnormality, acquires data to be used for analyzing an abnormality, and analyzes a candidate abnormality cause by using the data to be used for analyzing an abnormality in a period including a time point at which the abnormality has occurred, or by using the data to be used for analyzing an abnormality and the data to be used for detecting an abnormality in a period including a time point at which the abnormality has been detected.

WO 2023/089773 A1

[続葉有]

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：工場で発生する異常を診断する異常診断装置であって、工場で発生する異常の異常検知に用いるデータを取得し、異常検知に用いるデータを使用し、診断対象の異常を検知し、検知した異常を通知し、異常分析に用いるデータを取得し、前記異常が発生した時点を含む時間の前記異常分析に用いるデータ、ないしは、前記異常を検知した時点を含む時間の前記異常検知に用いるデータ及び前記異常分析に用いるデータを使用し、異常要因の候補を分析する。

明　細　書

発明の名称 ： 異常診断装置、異常診断システム、及び記憶媒体

技術分野

[0001]　本発明は、異常診断装置、異常診断システム、及び記憶媒体に関する。

背景技術

[0002]　工場の生産ラインでは、１つの不具合でも全工程に影響を与えることがある。高い稼働率を維持するため、工場設備の異常、トラブルを未然に防止する故障予兆検知の実現が求められる。

万が一、生産ラインで何らかのトラブルが停止した場合、できるだけ早く要因を洗い出し、迅速に問題を解決することが求められる。

[0003]　従来、機械において発生する異常の要因を特定する異常要因特定装置において、機械の物理状態に関するセンサ信号を取得し、機械から取得した情報に基づいて機械の動作状況を判定し、機械の動作状況毎に、センサ信号の異常度を計算し、動作状況毎の異常度の系列である履歴データから機械の異常の要因を診断する、技術が知られている。例えば、特許文献１参照。

[0004]　特許文献１記載の異常要因特定装置では、センサからの信号を基に異常の兆候を検知し、異常が発生したと特定できる信号を切り分けて異常要因の特定を行う。特定結果はメモリに記憶し、異常部位、異常種類の診断を行う。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開２０１９－１４８９７１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006]　異常の診断では、計算負荷と、診断の精度は相反する関係にある。診断の精度を上げると計算負荷が高くなり、計算負荷を下げるためには診断の精度を調整する必要がある。

[0007]　製造業の異常診断の分野では、診断の精度を確保しつつ計算負荷を抑える

技術が望まれている。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一態様である異常診断装置は、工場で発生する異常を診断する異常診断装置であって、異常検知に用いるデータを取得する異常検知データ取得部と、異常検知データ取得部が取得したデータを使用し、診断対象の異常を検知する異常検知部と、前記異常検知部が検知した異常を通知する異常通知部と、異常分析に用いるデータを取得する異常分析データ取得部と、前記異常が発生した時点を含む時間の前記異常分析に用いるデータ、ないしは、前記異常を検知した時点を含む時間の前記異常検知に用いるデータ及び前記異常分析に用いるデータを使用し、異常要因の候補を分析する異常分析部と、を備える。

本開示の一態様である異常診断システムは、工場で発生する異常を診断する異常診断装置であって、異常検知に用いるデータを取得する異常検知データ取得部と、異常検知データ取得部が取得したデータを使用し、診断対象の異常を検知する異常検知部と、前記異常検知部が検知した異常を通知する異常通知部と、異常分析に用いるデータを取得する異常分析データ取得部と、前記異常が発生した時点を含む時間の前記異常分析に用いるデータ、ないしは、前記異常を検知した時点を含む時間の前記異常検知に用いるデータ及び前記異常分析に用いるデータを使用し、異常要因の候補を分析する異常分析部と、を備える。

本開示の一態様であるコンピュータが読み取り可能な記憶媒体は、１つ又は複数のプロセッサが実行することにより、工場で発生する異常の異常検知に用いるデータを取得し、異常検知に用いるデータを使用し、異常検知に用いるモデルに基づき診断対象の異常を検知し、前記検知した異常を通知し、異常分析に用いるデータを取得し、前記異常が発生した時点を含む時間の前記異常分析に用いるデータ、ないしは、前記異常を検知した時点を含む時間の前記異常検知に用いるデータ及び前記異常分析に用いるデータを使用し、異常要因の候補を分析する、コンピュータが読み取り可能な命令を記憶する

。

発明の効果

[0009] 本発明の一態様により、機械の異常診断における診断の精度を確保しつつ計算負荷を抑えることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]異常診断装置のハードウェア構成図である。

[図2]第１の開示の異常診断装置のブロック図である。

[図3]異常検知条件選択画面の一例である。

[図4]精度重視と速度重視のデータ数の差を示す図である。

[図5]異常通知画面の一例である。

[図6]異常検知用のデータの切り出しの一例を説明する図である。

[図7]異常分析用のデータの切り出しの一例を説明する図である。

[図8]分析結果の表示画面の一例である。

[図9]異常分析条件選択画面の一例である。

[図10]異常診断装置の動作を説明するフローチャートである。

[図11]第２の開示の異常診断システムを示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] ［第１の開示］

異常診断装置１００は、工場、工場内の機械、設備、工場で製造した製品の異常の検知及び診断を行う。異常診断装置１００は、工場内の情報処理装置である数値制御装置、ＰＬＣ（Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｌｏｇｉｃ Ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｒ）、サーバ、パーソナルコンピュータなどに実装してもよいし、第２の開示に示すように異常診断装置１００の構成要素を工場システムに分散配置してもよい。

[0012] 図１を参照して、本開示の異常診断装置１００のハードウェア構成を説明する。

異常診断装置１００は、工場の内部に設けられた工場の設備及び機械の異常検知装置、工場の状態監視を行うＰＣ（パーソナルコンピュータ）、工作

機械の状態監視を行う数値制御装置などの情報処理装置である。

異常診断装置１００が備えるＣＰＵ１１１は、異常診断装置１００を全体的に制御するプロセッサである。ＣＰＵ１１１は、バスを介してＲＯＭ１１２に加工されたシステム・プログラムを読み出し、該システム・プログラムに従って異常診断装置１００の全体を制御する。ＲＡＭ１１３には、一時的な計算データや表示データ、入力部７１を介してユーザが入力した各種データ等が一時的に格納される。

[0013] 表示部７０は、異常診断装置１００に付属のモニタなどである。表示部７０は、異常診断装置１００の操作画面や設定画面などを表示する。

[0014] 入力部７１は、表示部７０と一体、又は、表示部７０とは別のキーボード、タッチパネルなどである。ユーザは入力部７１を操作して、表示部７０に表示された画面への入力などを行う。なお、表示部７０及び入力部７１は、携帯端末でもよい。

[0015] 不揮発性メモリ１１４は、例えば、図示しないバッテリでバックアップされるなどして、異常診断装置１００の電源がオフされても記憶状態が保持されるメモリである。不揮発性メモリ１１４には、図示しないインタフェースを介して外部機器から読み込まれたプログラムや入力部７１を介して入力されたプログラム、異常診断装置１００の各部や工場のセンサから取得された各種データが記憶される。不揮発性メモリ１１４に記憶されたプログラムや各種データは、実行時／利用時にはＲＡＭ１１３に展開されてもよい。また、ＲＯＭ１１２には、各種のシステム・プログラムがあらかじめ書き込まれている。

[0016] 図２は、第１の開示の異常診断装置１００のブロック図である。

異常診断装置１００は、異常検知データ取得部１１、異常分析データ取得部１２、異常検知部１３、異常検知条件選択部１４、異常通知部１５、データ切り出し部１６、異常分析部１７、分析結果通知部１８、異常分析条件選択部１９、診断履歴記憶部２０、診断履歴提示部２１を備える。

[0017] 異常検知データ取得部１１は、異常検知に使用するデータを取得する。異

常検知に使用されるデータは、後述する異常検知条件選択部１４で選択する。異常検知データ取得部１１が取得するデータには、数値制御装置、ＰＬＣなどの制御装置からの稼働データ、及び、工場に設けられたセンサ、工作機械を含む産業機械の内部センサなどが検出するセンサデータがある。

[0018] 異常分析データ取得部１２は、異常分析に使用するデータを取得する。異常分析に使用されるデータは、後述する異常分析条件選択部１９で選択する。異常分析データ取得部１２が取得するデータには、数値制御装置、ＰＬＣなどの制御装置からの稼働データ、及び、工場に設けられたセンサ、工作機械を含む産業機械の内部センサなどが検出するセンサデータがある。なお、異常検知データ取得部１１が取得した異常検知に使用するデータも異常分析データに含む。

[0019] 異常検知部１３は、異常検知データ取得部１１が取得したデータを用いて異常を検知する。異常検知に用いるデータは、モータトルク、振動、温度、圧力などの時系列データである。異常検知はリアルタイムで行う。

正常時において、異常検知部１３は、異常検知データの異常の有無の判断、又は異常度を算出する。異常の有無の検出、及び異常度の算出では、異常発生と関連する異常分析用データの特徴量を算出することが望ましい。特徴量は、モータトルク、振動、コントロール信号などから算出する。特徴量には、各データの切り出し区間、統計量（ＲＭＳ：Ｒｏｏｔ　Ｍｅａｎ　Ｓｑｕａｒｅ、最大値、最小値、標準偏差、歪度、尖度）、又はフーリエ変換後の周波数領域の値（ＰＳＤ：Ｐｏｗｅｒ　Ｓｐｅｃｔｒａｌ　Ｄｅｎｓｉｔｙ、各周波数での振幅、位相）などがある。

特徴量は、事前に決められたものではなく、適合性や汎用性の観点から、正常、異常のデータから選定する。予めいくつかの特徴量候補を選び、ある基準で特徴量の適合性、汎用性を評価し、繰り返しにより最適な特徴量を決定する。

ここで、適合性とは、正常と異常との間が最も乖離している特徴量を意味する。また、そのような特徴量の組み合わせも含む。

汎用性とは、例えば、耐ノイズ性や移植性などの観点から、アナログ信号よりもデジタル信号が高い汎用度を持つ。また、データ取得のしやすさの観点から、トルクコマンド信号よりも速度信号、速度信号よりも、制御信号が高い汎用度を持つ。

異常通知部１５は、異常分析データの特徴量をオペレータに通知してもよい。

異常検知部１３は、異常分析データの特徴量に基づき異常度を算出することもある。異常通知部１５は、異常検知部１３が算出した異常分析データの異常度をオペレータに通知する。オペレータは、複数種類のデータの異常度を確認することができる。

[0020] 異常検知条件選択部１４は、オペレータからの異常検知条件の選択を受け付ける。図３は、異常検知条件選択画面の一例である。異常検知条件選択画面には、診断対象となる機械又は設備の種類、使用する部品、機械又は設備の設定情報、機械又は設備の動作内容、異常検知のモード、異常検知に使用するデータの種類、異常検知に使用するモデルなどを入力することができる。

[0021] 図３の異常検知条件選択画面では、工作機械の種類として「マシニングセンタ」、使用する部品として「エンドミル」、動作内容として「タップ加工」などの条件を入力することができる。

[0022] 異常検知のモードには、「精度重視」「速度重視」などがある。異常検知のモードを選択すると、選択したモードに適した、異常検知のモデル、異常検知に使用するデータの種類が決まる。

異常検知に使用するデータの種類には、電流電圧、温度、湿度、赤外線、加速度、磁気、圧力、傾斜、流体速度、振動、回転速度、トルクなどがある。

例えば、モータ及びモータによる可動部の異常を検知する場合には、トルクコマンド、振動、音響などのデータを用いる。

異常検知のモード選択で速度重視と選択すると、１種類又は少数のデータ

（例えば、トルクコマンド）を用いて異常を検知するモデルが選択される。精度を上げる場合には、トルクコマンドだけではなく、複数又は多数のデータを組み合わせたモデルが選択される。

[0023] 図４は、「精度重視」と「速度重視」のデータ数の差を示す。複数のデータを処理する「精度重視」の信号処理では、複数の信号（信号Ａから信号Ｎ）が時間ブロックごとに入力される。「速度重視」の信号処理では、１つの信号（信号Ａ）が時間ブロックごとに入力される。異常検知部１３は、入力されたデータを逐次処理するが、データ数が少ない方が高速である。

[0024] 異常検知のモデルには、ＭＴ法、変分オートエンコーダ（Ｖａｒｉａｔｉｏｎａｌ　ａｕｔｏ－ｅｎｃｏｄｅｒ：ＶＡＥ）などがある。

ＭＴ法は、正常データを基準としたときに、対象が基準内にあるかどうかを数値化する方法である。ＭＴ法のように平均値や標準偏差などを用いて異常度を算出する方法は計算負荷が低い。

変分オートエンコーダは、ディープラーニングを用いたモデルの１つである。適切に整備された大量のデータが存在する場合には精度が向上するが、計算負荷が高い。

異常検知のモードの選択で、速度重視と選択すると、ＭＴ法などの計算負荷の低いモデルが選択される。精度重視と選択すると、ＶＡＥなどの計算負荷は高いが相対的に精度の高いモデルが選択される。

[0025] 異常検知に用いるモデルは、オペレータが直接選択することもできる。図３の選択画面には、異常検知に使用するモデル、異常検知に使用するデータの種類の選択領域が設けられている。

[0026] 異常検知の条件が変われば、波形の特徴、波形の傾向は、別のものになる。異常検知部１３及び異常分析部１７は、異常検知及び異常分析の結果を診断履歴記憶部２０に記憶する。また、診断履歴記憶部２０には、予め条件ごとに学習を行い作成されたモデルが記憶されている。

[0027] 異常通知部１５は、異常検知データを監視し、異常を検知するとオペレータに通知する。図５は、異常通知画面の一例である。この画面には、異常検

知に使用するデータ（ここでは、トルクコマンド）の異常度「トルクコマンド異常度：１０．１」、及び異常度に対する異常確率「機械異常確率９６．１％」が表示される。図５のグラフは、機械異常確率の推移を示す。異常通知画面は、常時表示される。オペレータは、異常検知の結果をリアルタイムに確認できる。

異常が発生すると、異常通知部１５は、異常分析データの異常度を異常通知画面に表示する。オペレータは、複数のデータの異常度を基に異常の要因を分析することができる。

[0028] データ切り出し部１６は、異常検知の結果を基にデータの切り出しを行う。図６は、上段は正常時のモータのトルクコマンドと、下段は異常時のモータのトルクコマンドを示す。図の点線の間の領域は、切り出す範囲を示す。切り出す範囲は、所定のルールにより決まるものとする。一例として、異常が検知された時点を含む前後のデータを所定の時間だけ切り出す。切り出しルールは、特に限定しない。図６により、正常時と異常時では、切り出したデータの波形が大きく異なることが分かる。

[0029] データ切り出し部１６は、異常検知の結果を基に異常分析に用いるデータの切り出しも行う。図７は、Ｚ軸位置フィードバック、切削信号、回転速度の切り出し範囲を示す。データ切り出し部は、異常検知の結果を基に、他のデータの切り出しも行う。

[0030] 異常分析部１７は、データ切り出し部１６が切り出したデータを取得し、異常原因の分析を行う。診断履歴記憶部２０は、過去の切り出しデータから生成した異常分析用のモデルを記憶する。異常分析部１７は、異常分析用のモデルを用いて、切り出したデータから異常原因を分析する。

[0031] 分析結果通知部１８は、異常分析の結果をオペレータに通知する。図８は、異常原因の分析結果の表示画面の例を示す。図８の表示画面には、「工具折れ確率：９１．１％」、「切粉詰まり確率：６％」、「主軸グリス不足確率：２％」、「主軸破損確率：０．１％」、「シーケンス番号相違確率：０．００１％」と分析結果を確率で示す。

[0032] 異常分析条件選択部１９は、オペレータによる異常分析条件の選択を受け付ける。異常分析条件を設定することで、適切なモデルを選択することができる。図９は、異常分析条件選択画面の一例である。選択画面には、異常分析のモード、異常分析に使用するデータの種類、異常分析に使用するモデルなどを選択することができる。

[0033] 診断履歴記憶部２０は、異常検知の条件、異常検知の結果、切り出したデータ、異常分析の条件、異常分析の結果、異常検知用のモデル、異常分析用のモデルなどを記憶する。過去の診断履歴は、モデルの構築、異常検知、異常分析に利用する。

診断履歴提示部２１は、診断履歴記憶部２０に記憶する過去の診断履歴をオペレータに提示する。過去の診断履歴は、異常検知の条件及び異常分析の条件を選択する際に利用できる。過去の診断履歴は、異常検知や異常分析で使用するモデルやデータの種類を選択する際の参考となる。

[0034] 図１０のフローチャートを参照して第１の開示の異常診断装置１００の動作を説明する。

異常診断装置１００は、オペレータから異常検知条件を取得する（ステップＳ１）。異常診断装置１００は、例えば、異常検知条件の選択画面を表示し、オペレータの入力を受け付ける。選択画面では、異常検知のモード、異常検知に使用するデータの種類、異常検知に使用するモデルなどが選択できる。

[0035] 異常診断装置１００は、オペレータから異常分析条件を取得する（ステップＳ２）。異常診断装置１００は、例えば、異常分析条件選択画面を表示し、オペレータの入力を受け付ける。選択画面では、異常分析のモード、異常分析に使用するデータの種類、異常分析に使用するモデルなどが選択できる。なお、異常分析条件は、ステップＳ７の異常分析の前に選択してもよい。

[0036] 異常診断装置１００は、工場の設備や機械及び工場に配置されたセンサからデータを取得する。異常診断装置１００は、ステップＳ１で選択した条件で異常検知を行う（ステップＳ３）。ステップＳ３の異常検知では、異常分

析より少数のデータを用いリアルタイムに行う。

[0037] 異常の発生が検知されると（ステップＳ４；Ｙｅｓ）、異常診断装置１００は、異常の発生をオペレータに通知する（ステップＳ５）。異常診断装置１００は、例えば、異常通知画面を表示し、異常検知の対象となるデータの異常度、異常の発生した確率とを表示する。

[0038] 異常の発生が検知されない場合には（ステップＳ４；Ｎｏ）、ステップＳ３に処理を移行し、異常検知を継続する。

[0039] 異常が検知されると、異常診断装置１００は、異常の分析に使用するデータを切り出す（ステップＳ６）。異常分析に使用するデータの種類は、ステップＳ２で選択されている。データの切り出し範囲は、所定のルールによって決まるものとする。

[0040] 異常診断装置１００は、切り出したデータを使用し、ステップＳ２で選択した条件で異常分析を行う（ステップＳ７）。ステップＳ７の異常分析は、リアルタイムに実行する必要はない。ステップＳ３の異常検知より多数のデータを用いて、異常の発生箇所、異常原因などを推測する。

[0041] 異常診断装置１００は、異常分析の結果をオペレータに通知する（ステップＳ８）。異常診断装置１００は、例えば、異常分析の結果を表示画面に表示する。表示画面には、推定した異常原因と確率が表示される。オペレータは、異常分析の結果を参考として実際の異常原因を特定する。オペレータの確認結果は、真の異常原因として異常診断装置にフィードバックする。

[0042] 異常診断装置１００は、異常検知の条件、異常検知用のモデル、異常検知の結果、切り出したデータ、異常分析の条件、異常分析の結果、異常分析用のモデル、オペレータがフィードバックした真の異常原因など診断履歴記憶部に記録する（ステップＳ９）。

[0043] 以上説明したように、第１の開示の異常診断装置１００では、異常診断を異常検知と異常分析の２段階に分割する。異常検知に用いるモデルとして、異常分析に用いるモデルと比べて、利用するデータが少なく、計算負荷が低いモデルを用いる。これにより、異常検知におけるデータ取得の負荷や計算

負荷が低くなり、遅延なく異常検知を行うことができる。

第１及び第２の開示の異常診断装置１００は、異常要因を特定できるモデルを複数保持する。異常が発生した場合、異常が発生した時点を含む、異常が発生した前後の異常診断データを抽出し、それぞれ正常時のデータと乖離度を計算し、異常要因を特定する。

異常分析の条件は、オペレータが設定することができる。オペレータは、計算負荷、通信負荷、精度と速度のどちらを重視するかなどを考慮しながら、適切な診断方法を設定することができる。本開示によれば、計算コスト、通信コストなどを抑制しつつ、工場の生産性や信頼性を改善することができる。

[0044] 異常診断装置１００は、異常検知の結果である異常度をリアルタイムで表示する。オペレータは、異常度の変化を監視し異常の発生を予測することができる。

[0045] 異常診断装置１００は、異常検知の条件、異常検知の結果、異常検知の推定精度、異常分析の条件、異常分析の結果、異常分析の推定精度、切り出したデータを記録する。オペレータは、過去の異常診断の推定精度などを基に適切なモデルを選択することができる。

[0046] ［第２の開示］

第２の開示について説明する。第２の開示の異常診断システム２００は、第１の異常診断装置の構成要素を工場システムに分散的に配置したものである。図１１は、工場システムの一例である。図１１に示すように、工場システムは、エッジ、フォグ、クラウドから構成される。

エッジは、ネットワーク的にセンサや制御機器に近い領域である。エッジコンピューティングでは、工場内に多数配置されたセンサ、工場の設備や機械の制御装置から得られる大容量のデータに対し、リアルタイムな処理を行う。

クラウドは、内部のハードドライブやローカルサーバではなく、インターネットを介した外部システムである。クラウドコンピューティングは、エッ

ジで収集した大量のデータクラウドに保存に、データの分析及び解析を行う。

フォグは、ネットワーク的にクラウドとエッジとの間に位置する。フォグはクラウドで行うデータ処理を実行してもよい。インターネットを通じて送信する前に、データの処理を行うため環境の変化に素早く対応できる。

[0047] 第２の開示の異常診断システム２００では、エッジ又はフォグ上に異常検知データ取得部１１、異常検知部１３を実装する。具体的には、ネットワーク的にエッジに近い情報処理装置（例えば、数値制御装置（ＣＮＣ：Ｃｏｍｐｕｔｅｒｉｚｅｄ　Ｎｕｍｅｒｉｃａｌ　Ｃｏｎｔｒｏｌ）、ＰＬＣ、ローカルサーバ）、ネットワーク的にフォグに近い情報処理装置（例えば、ゲートウェイ）などに、異常検知データ取得部１１、異常通知部１５を実装する。

異常分析データ取得部１２、データ切り出し部１６、異常分析部１７は、クラウド上の情報処理装置、又はフォグに近い情報処理装置に実装する。診断履歴記憶部２０は、クラウド上の記憶装置に実装する。

異常検知条件選択部１４、異常分析条件選択部１９、分析結果通知部１８は、エッジ、フォグ、クラウドの何れに実装してもよい。

[0048] 第２の開示の異常診断システム２００では、エッジ又はフォグに近い情報処理装置で異常検知を行い、フォグに近い情報処理装置又はクラウドで異常分析を行う。異常診断システムでは、異常検知条件と異常分析条件を事前に選択して、計算負荷、通信負荷、精度と速度のどちらを重視するかなどを考慮しながら適切な異常診断方法を設定することができる。

異常診断システムでは、エッジ又はフォグでリアルタイムに異常検知を行い、異常が検知されたデータの分析をフォグ又はクラウドで行うことができる。

符号の説明

[0049] １００　異常診断装置

２００　異常診断システム

１１　異常検知データ取得部

１２　異常分析データ取得部

１３　異常検知部

１４　異常検知条件選択部

１５　異常通知部

１６　データ切り出し部

１７　異常分析部

１８　分析結果通知部

１９　異常分析条件選択部

２０　診断履歴記憶部

２１　診断履歴提示部

１１１　ＣＰＵ

１１２　ＲＯＭ

１１３　ＲＡＭ

１１４　不揮発性メモリ

請求の範囲

[請求項1] 工場で発生する異常を診断する異常診断装置であって、

異常検知に用いるデータを取得する異常検知データ取得部と、

前記異常検知データ取得部が取得したデータを使用し、診断対象の異常を検知する異常検知部と、

前記異常検知部が検知した異常を通知する異常通知部と、

異常分析に用いるデータを取得する異常分析データ取得部と、

前記異常が発生した時点を含む時間の前記異常分析に用いるデータ、ないしは、前記異常を検知した時点を含む時間の前記異常検知に用いるデータ及び前記異常分析に用いるデータを使用し、異常要因の候補を分析する異常分析部と、

を備える異常診断装置。

[請求項2] 前記異常検知部は、正常時と異常時のデータを基に、異常に関連するデータの特徴量を特定し、

前記異常通知部は、前記特徴量を通知する、請求項１記載の異常診断装置。

[請求項3] 前記異常検知部は、前記特徴量ごとに異常度を検出し、

前記異常通知部は、前記異常度が高い特徴量を通知する、請求項２記載の異常診断装置。

[請求項4] 前記異常検知に用いるデータ及び前記異常検知に用いる異常検知条件の選択を受け付ける異常検知条件選択部を備える請求項１記載の異常診断装置。

[請求項5] 前記異常分析に用いるデータ及び前記異常分析に用いる異常分析条件の選択を受け付ける異常分析条件選択部を備える請求項１記載の異常診断装置。

[請求項6] 前記異常検知条件選択部は、前記異常検知が精度重視であるか速度重視であるかの選択を受け付け、前記選択に基づき、前記異常検知に用いるデータ及び前記異常検知に用いるモデルを判断する、請求項３

記載の異常診断装置。

[請求項7] 前記異常通知部は、前記異常検知に用いるデータの異常度をリアルタイムで通知する、請求項１記載の異常診断装置。

[請求項8] 異常診断の結果を記憶する診断履歴記憶部と、

前記異常診断の結果を提示する診断履歴提示部と、

を備える請求項１記載の異常診断装置。

[請求項9] 工場で発生する異常を診断する異常診断システムであって、

異常検知に用いるデータを取得する異常検知データ取得部と、

前記異常検知データ取得部が取得したデータを使用し、診断対象の異常を検知する異常検知部と、

前記異常検知部が検知した異常を通知する異常通知部と、

異常分析に用いるデータを取得する異常分析データ取得部と、

前記異常が発生した時点を含む時間の前記異常分析に用いるデータ、ないしは、前記異常を検知した時点を含む時間の前記異常検知に用いるデータ及び前記異常分析に用いるデータを使用し、異常要因の候補を分析する異常分析部と、

を備える異常診断システム。

[請求項10] １つ又は複数のプロセッサが実行することにより、

工場で発生する異常の異常検知に用いるデータを取得し、

前記異常検知に用いるデータを使用し、診断対象の異常を検知し、

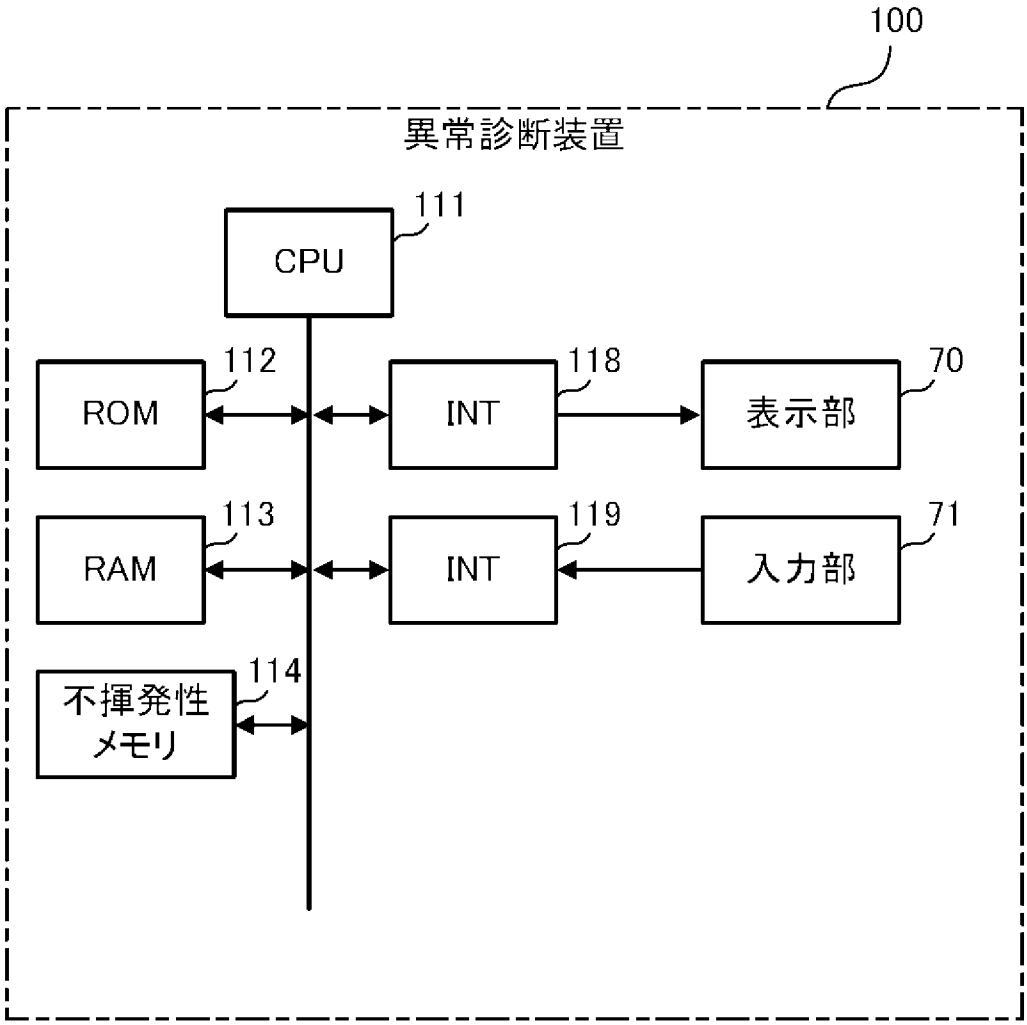
前記検知した異常を通知し、

異常分析に用いるデータを取得し、

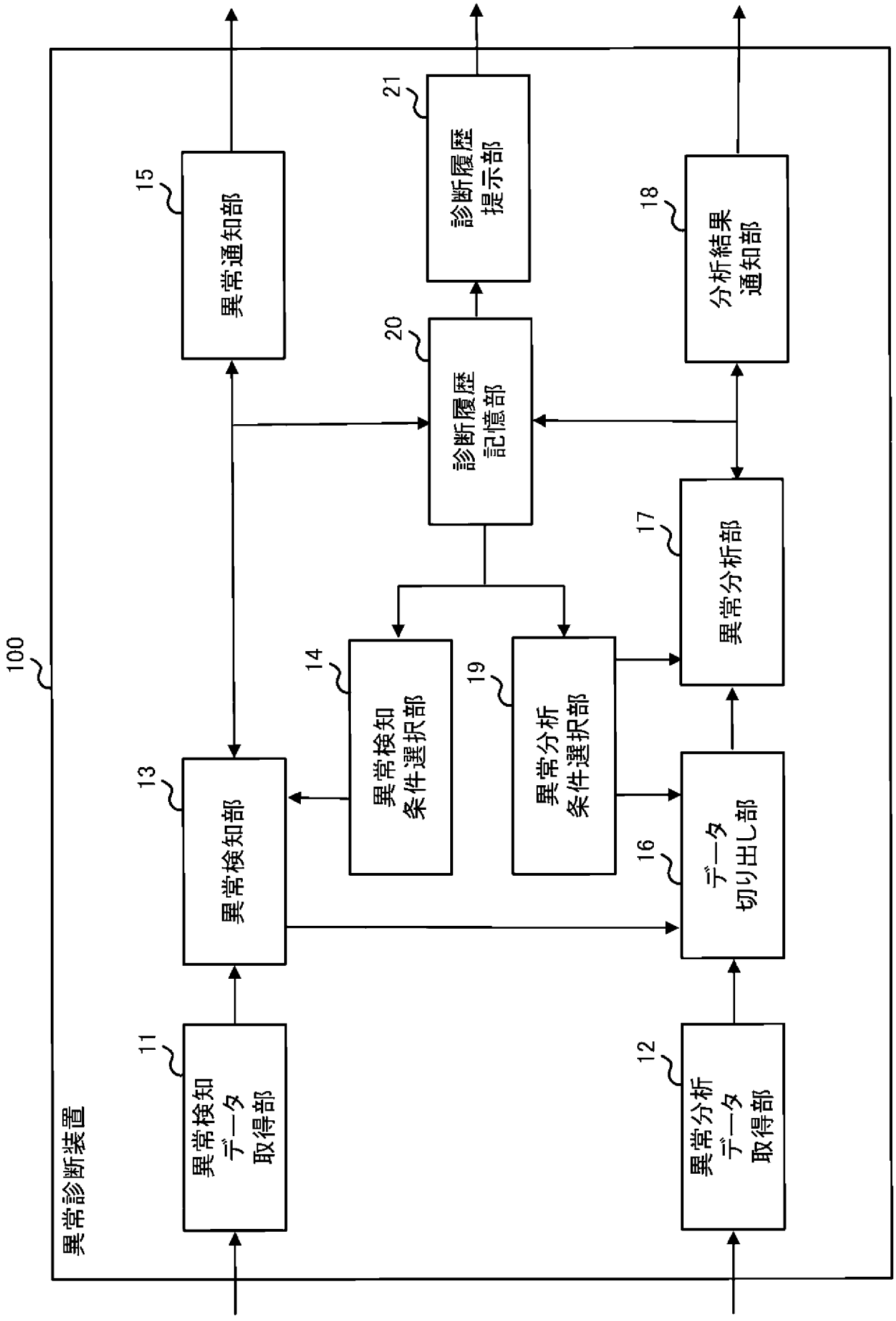
前記異常が発生した時点を含む時間の前記異常分析に用いるデータ、ないしは、前記異常を検知した時点を含む時間の前記異常検知に用いるデータ及び前記異常分析に用いるデータを使用し、異常要因の候補を分析する、

コンピュータが読み取り可能な命令を記憶する記憶媒体。

[図1]

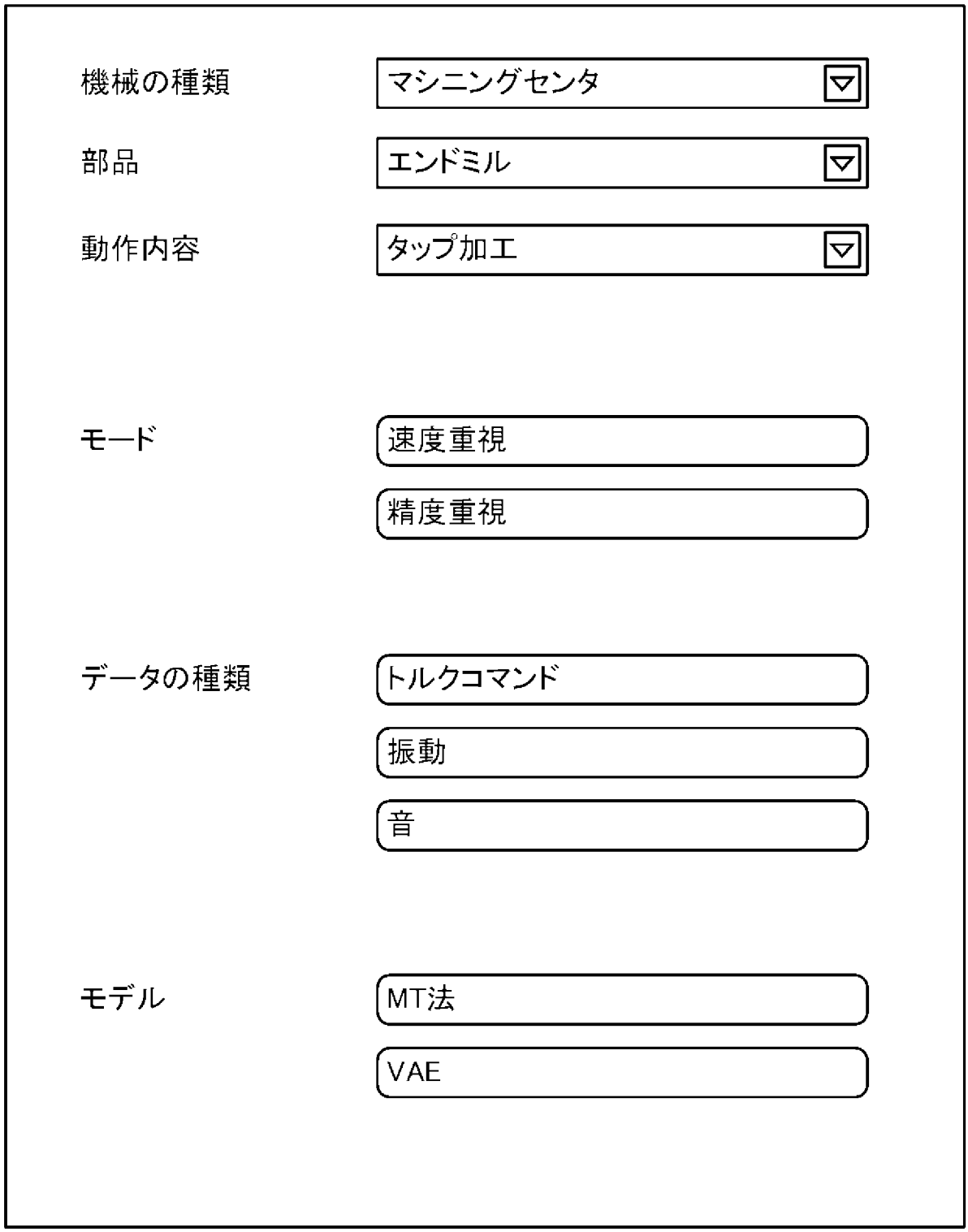

100
異常診断装置
CPU
111
ROM
112
INT
118
表示部
70
RAM
113
INT
119
入力部
71
不揮発性
メモリ
114

[図2]

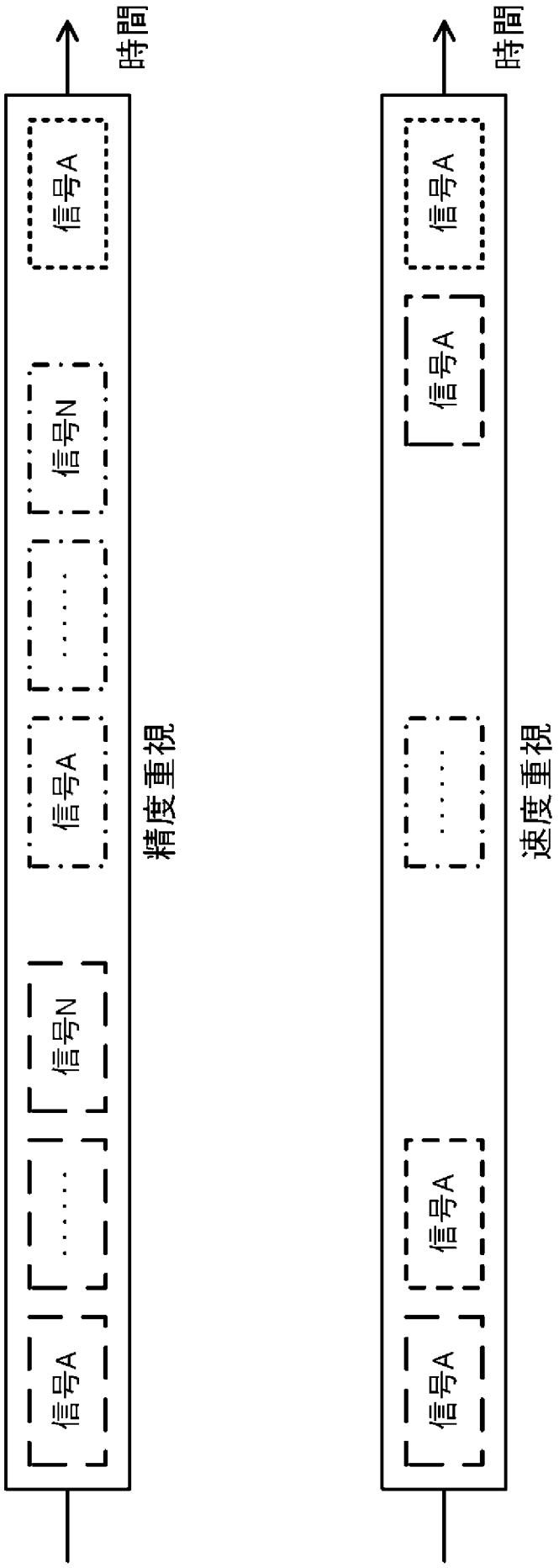

異常診断装置
100
異常検知データ取得部
11
異常検知部
13
異常検知条件選択部
14
異常通知部
15
データ切り出し部
16
異常分析データ取得部
12
異常分析部
17
分析結果通知部
18
異常分析条件選択部
19
診断履歴記憶部
20
診断履歴提示部
21

[図3]

異常検知条件選択画面

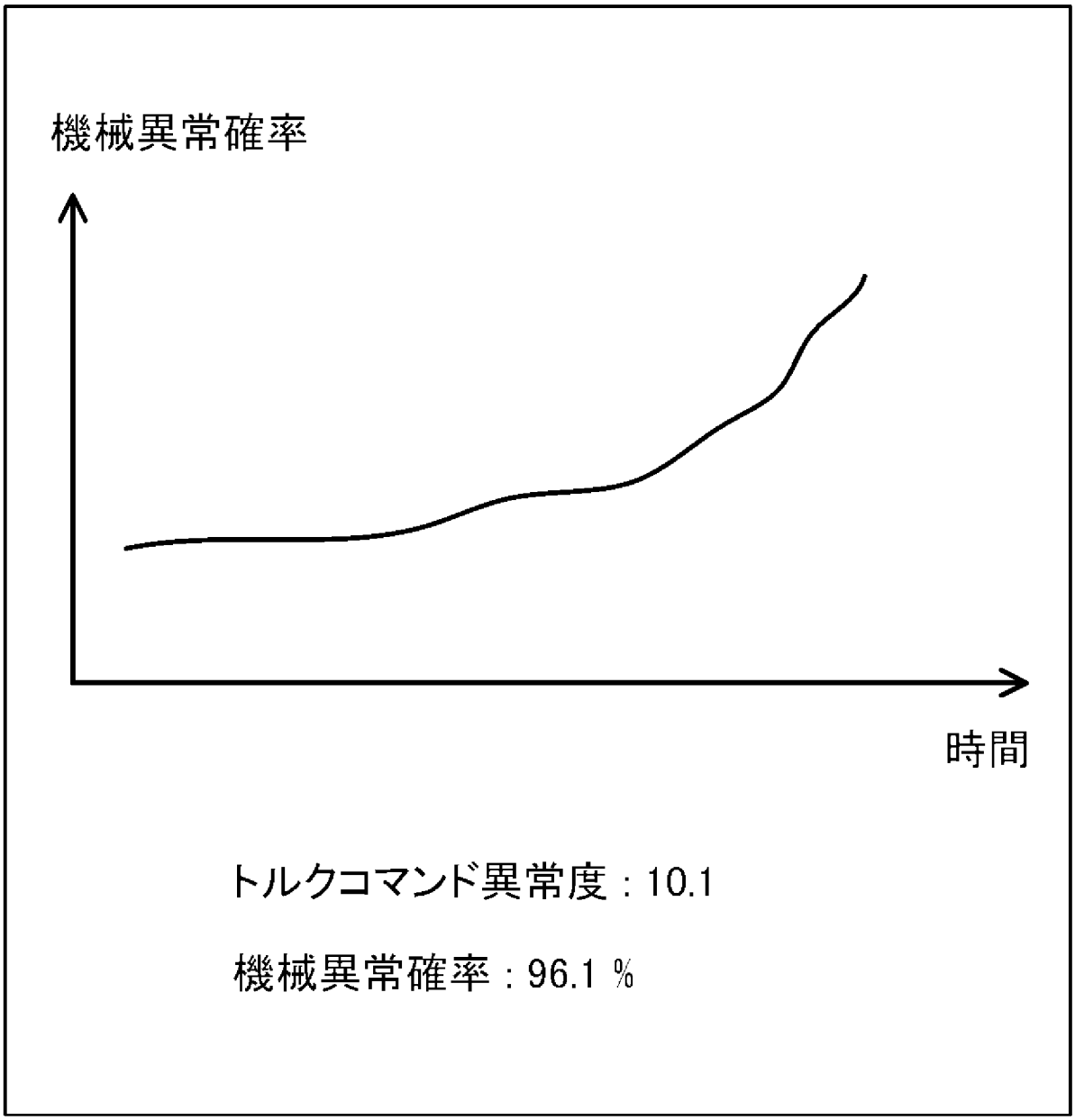


[図4]



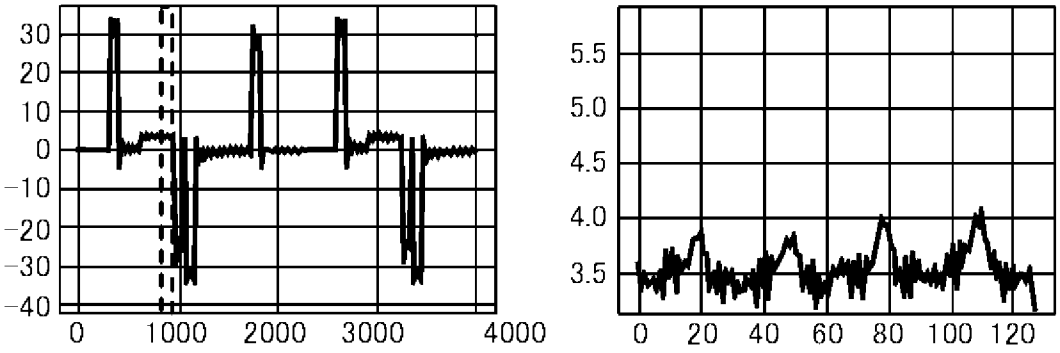
[図5]

異常通知画面



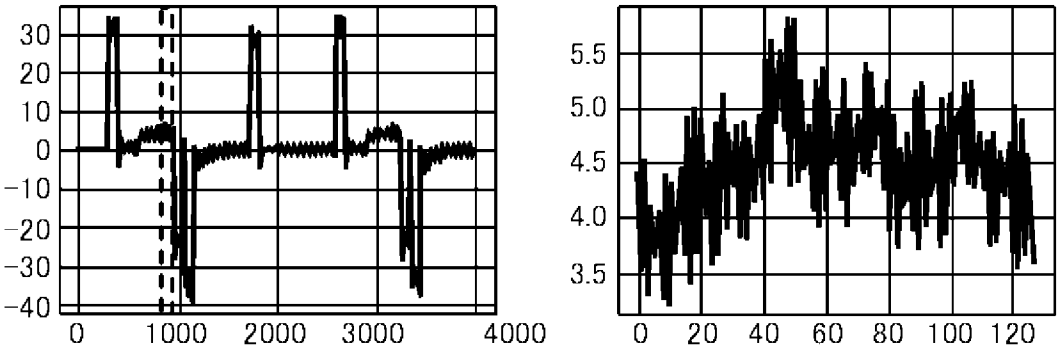
[図6]

正常時のトルクコマンド



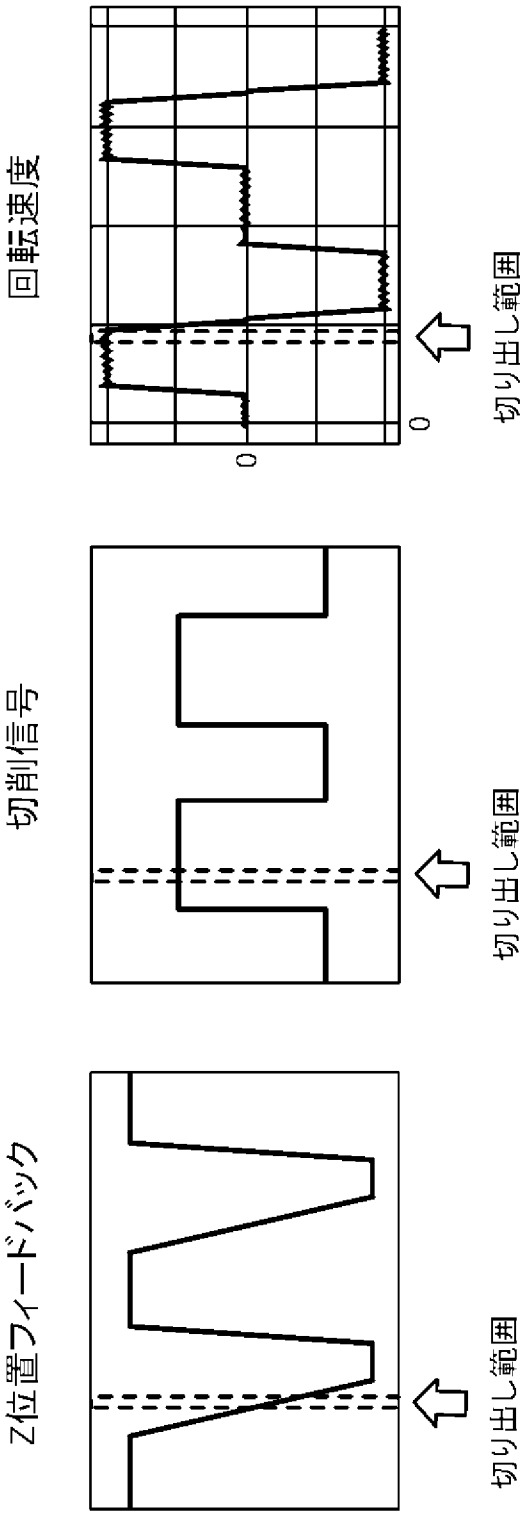
全体　　切り出したデータ

異常時のトルクコマンド



全体　　切り出したデータ

[図7]



[図8]

分析結果

異常原因の候補:

工具折れ確率：91.1 %

切粉詰まり確率：6 %

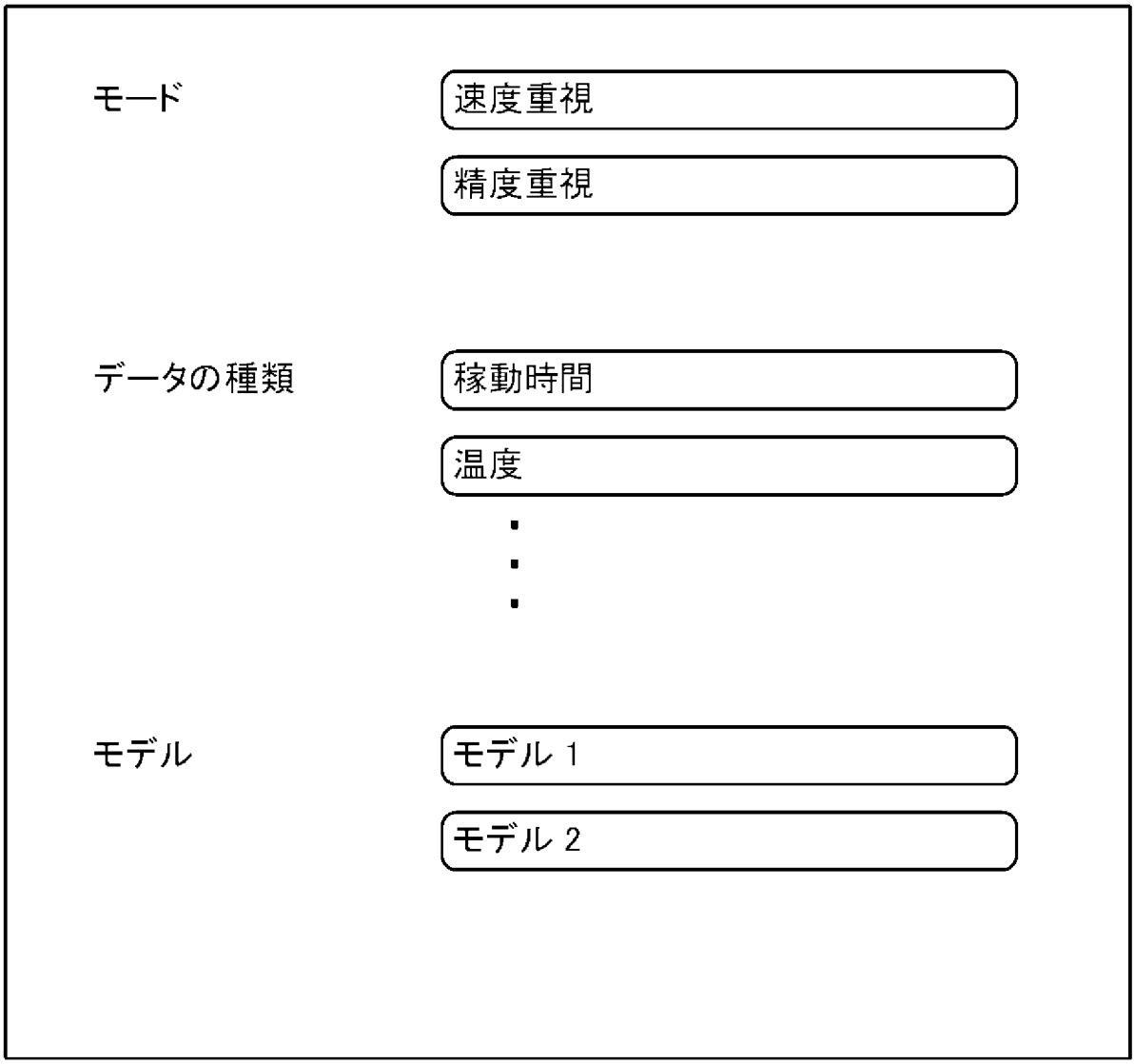
主軸グリス不足確率：2 %

主軸破損確率：0.1 %

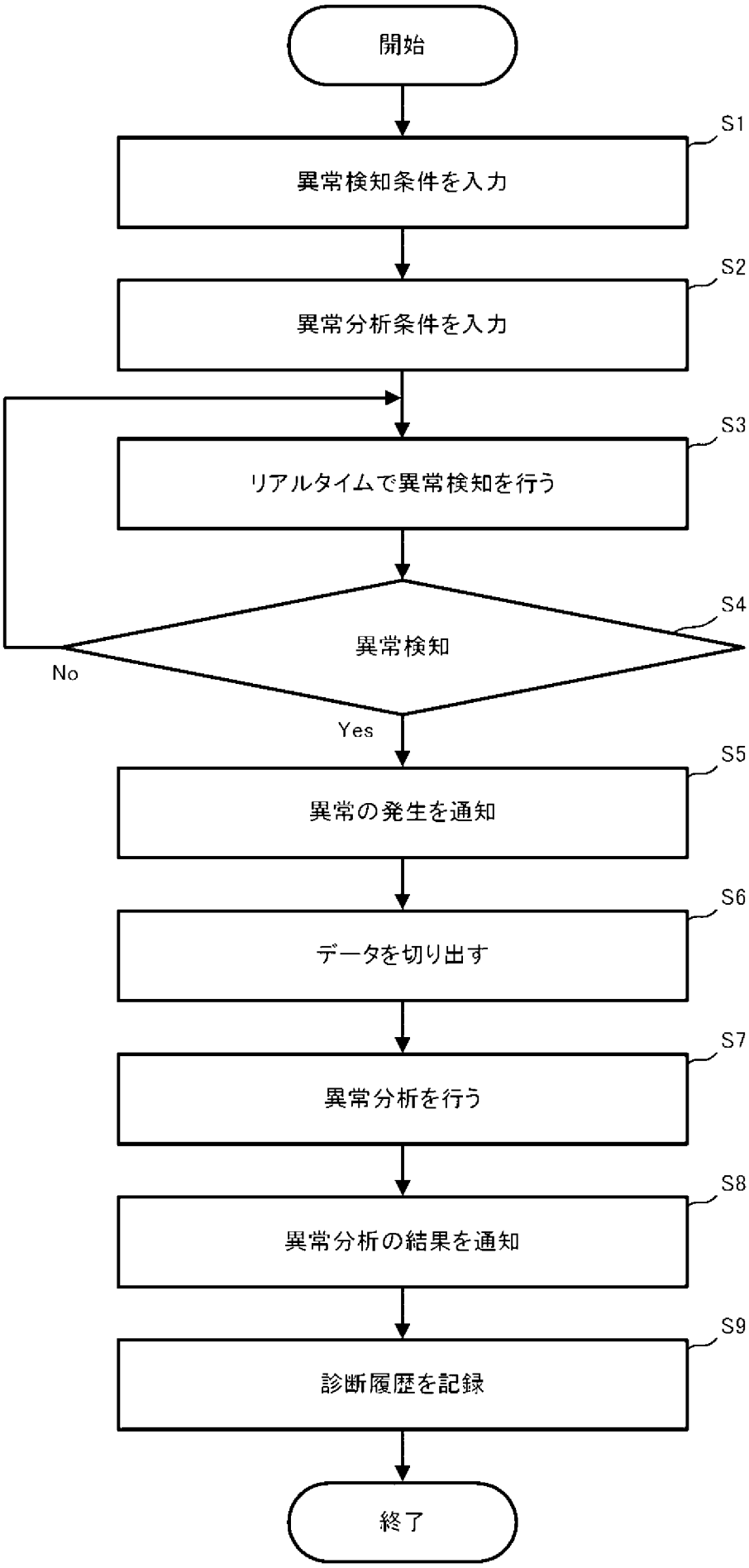
シーケンス番号相違確率：0.001 %

[図9]

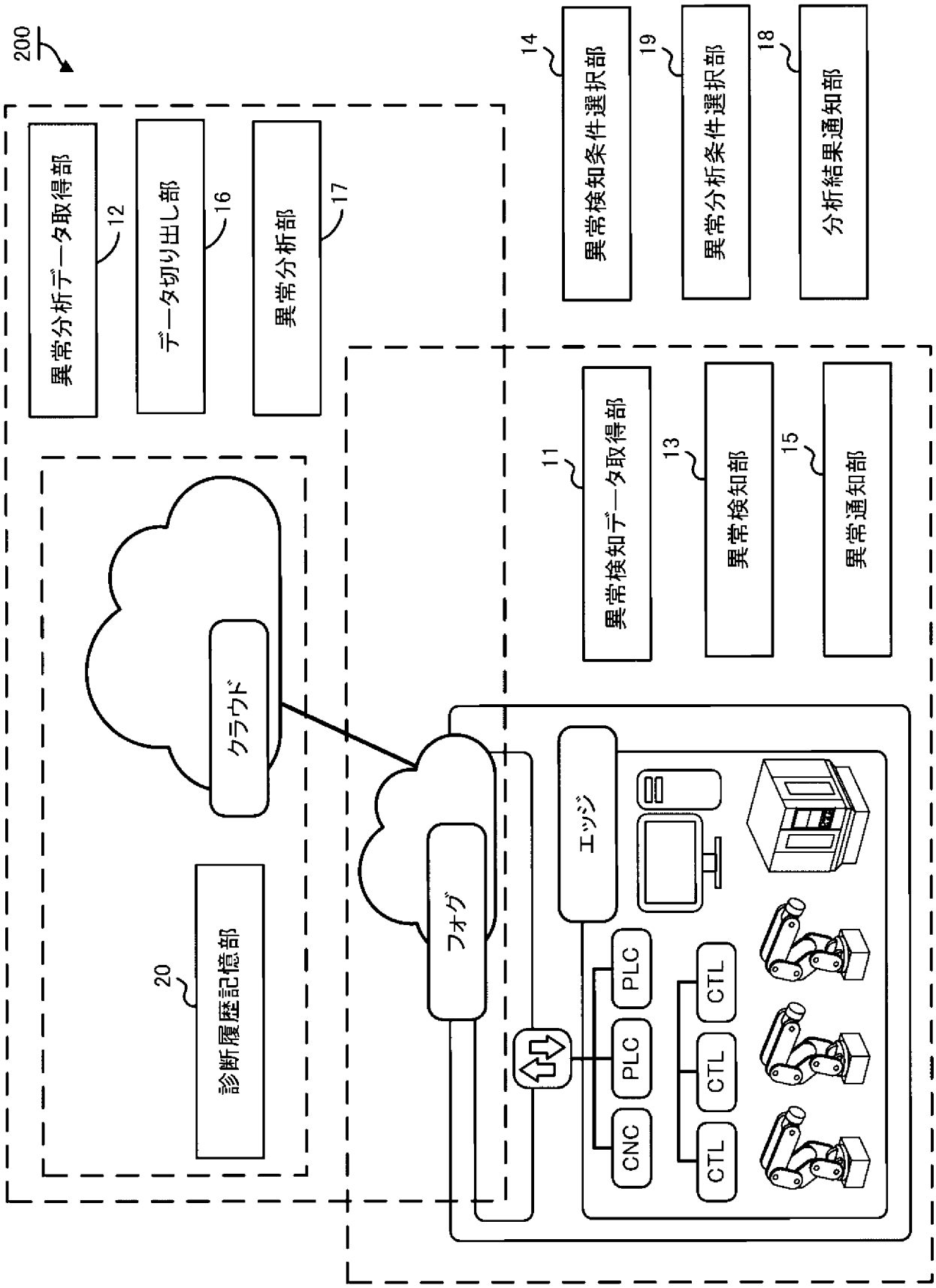
異常分析条件選択画面



[図10]


開始
S1
異常検知条件を入力
S2
異常分析条件を入力
S3
リアルタイムで異常検知を行う
S4
異常検知
No
Yes
S5
異常の発生を通知
S6
データを切り出す
S7
異常分析を行う
S8
異常分析の結果を通知
S9
診断履歴を記録
終了

[図11]


200
異常分析データ取得部
12
データ切り出し部
16
異常分析部
17
14
異常検知条件選択部
19
異常分析条件選択部
18
分析結果通知部
異常検知データ取得部
11
異常検知部
13
異常通知部
15
クラウド
フォグ
エッジ
診断履歴記憶部
20
CNC
PLC
PLC
CTL
CTL
CTL

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/042610

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05B 23/02(2006.01)i
FI: G05B23/02 302Y

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)

G05B23/00-23/02

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 2016-12240 A (HITACHI, LTD.) 21 January 2016 (2016-01-21) paragraphs [0019]-[0033], fig. 1, 4, 5	1-10
Y	JP 2007-165721 A (OMRON CORP.) 28 June 2007 (2007-06-28) abstract, paragraphs [0024]-[0036], [0040]-[0046], [0053], fig. 2-6	1-10
Y	JP 2012-138044 A (TOSHIBA CORP.) 19 July 2012 (2012-07-19) paragraphs [0028], [0029], [0034]-[0037]	7
A	JP 5-322603 A (TOSHIBA CORP.) 07 December 1993 (1993-12-07) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2019-61565 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY CORPORATION OF AMERICA) 18 April 2019 (2019-04-18) entire text, all drawings	1-10
A	JP 2018-109851 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYS) 12 July 2018 (2018-07-12) entire text, all drawings	1-10

☐ 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
28 December 2021	**11 January 2022**
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/JP2021/042610

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2016-12240 A	21 January 2016	(Family: none)	
JP 2007-165721 A	28 June 2007	US 2007/0180324 A1 abstract, paragraphs [0044]-[0057], [0063]-[0069], [0076], fig. 2-6 KR 10-2007-0064259 A	
JP 2012-138044 A	19 July 2012	WO 2012/090937 A1 CN 103562810 A	
JP 5-322603 A	07 December 1993	(Family: none)	
JP 2019-61565 A	18 April 2019	US 2019/0095300 A1 entire text, all drawings EP 3462267 A1 CN 109558293 A	
JP 2018-109851 A	12 July 2018	US 2019/0384275 A1 entire text, all drawings CN 110023862 A WO 2018/123144 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/042610

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 302Y

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））

G05B23/00-23/02

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 2016-12240 A (株式会社日立製作所) 21.01.2016 (2016-01-21) 段落0019-0033,図1,4-5	1-10
Y	JP 2007-165721 A (オムロン株式会社) 28.06.2007 (2007-06-28) 要約,段落0024-0036,0040-0046,0053,図2-6	1-10
Y	JP 2012-138044 A (株式会社東芝) 19.07.2012 (2012-07-19) 段落0028-0029,0034-0037	7
A	JP 5-322603 A (株式会社東芝) 07.12.1993 (1993-12-07) 全文,全図	1-10
A	JP 2019-61565 A (パナソニック　インテレクチュアル　プロパティ　コーポレーション　オブ　アメリカ) 18.04.2019 (2019-04-18) 全文,全図	1-10
A	JP 2018-109851 A (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 12.07.2018 (2018-07-12) 全文,全図	1-10

☐ 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
28.12.2021	11.01.2022

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）
牧　初 3U 2555
電話番号 03-3581-1101 内線 3324

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/JP2021/042610

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2016-12240 A	21.01.2016	（ファミリーなし）	
JP 2007-165721 A	28.06.2007	US 2007/0180324 A1 要約,段落0044-0057,0063-0069,0076,図2-6 KR 10-2007-0064259 A	
JP 2012-138044 A	19.07.2012	WO 2012/090937 A1 CN 103562810 A	
JP 5-322603 A	07.12.1993	（ファミリーなし）	
JP 2019-61565 A	18.04.2019	US 2019/0095300 A1 全文,全図 EP 3462267 A1 CN 109558293 A	
JP 2018-109851 A	12.07.2018	US 2019/0384275 A1 全文,全図 CN 110023862 A WO 2018/123144 A1	