

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年8月2日(02.08.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/157352 A1

(51) 国際特許分類:
G01M 99/00 (2011.01)

都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/002080

(22) 国際出願日: 2023年1月24日(24.01.2023)

(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 3 5 8 0 番地 Yamanashi (JP).

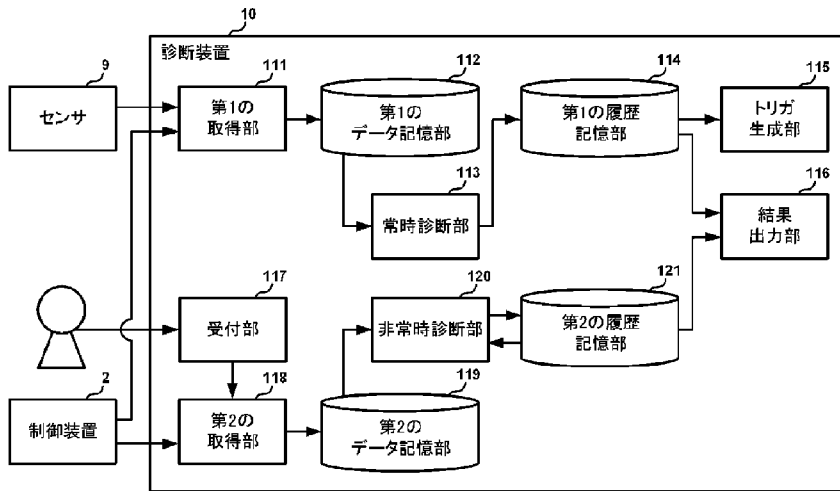
(72) 発明者: 胡 蓮成 (HU Liancheng); 〒4010597 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファナック株式会社内 Yamanashi (JP). 佐藤 和宏 (SATO Kazuhiro); 〒4010597 山梨県南

(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 1 2 番 2 2 号 コンビル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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: DIAGNOSIS DEVICE

(54) 発明の名称: 診断装置



2 Control device
9 Sensor
10 Diagnosis device
111 First acquisition unit
112 First data storage unit
113 Normal diagnosis unit
114 First history storage unit
115 Trigger generating unit
116 Result output unit
117 Reception unit
118 Second acquisition unit
119 Second data storage unit
120 Emergency diagnosis unit
121 Second history storage unit

(57) Abstract: This diagnosis device comprises a first acquisition unit that acquires first state data indicating the state of a diagnosis subject, a normal diagnosis unit that diagnoses an abnormality in the diagnosis subject on the basis of the first state data acquired by the first acquisition unit, a second acquisition unit that acquires second state data different from the first state data on the basis of a diagnosis result obtained by the normal diagnosis unit, and an emergency diagnosis unit that diagnoses a case of an abnormality that has occurred in the diagnosis subject on the basis of the second state data acquired by the second acquisition unit.

(57) 要約: 診断装置が、診断対象の状態を示す第 1 の状態データを取得する第 1 の取得部と、第 1 の取得部によって取得された第 1 の状態データに基づいて診断対象の異常を診断する常時診断部と、常時診断部による診断結果に基づいて、第 1 の状態データとは異なる第 2 の状態データを取得する第 2 の取得部と、第 2 の取得部によって取得された第 2 の状態データに基づいて、診断対象に発生した異常の原因を診断する非常時診断部と、を備える。

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：診断装置

技術分野

[0001] 本開示は、異常を診断する診断装置に関する。

背景技術

[0002] 電流、振動などの多くの物理量データを収集して解析することによって、産業機械に発生する異常の予兆を診断する技術が知られている（例えば、特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０２０－１２６９１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、多くの物理量データを収集して解析すると、データの管理コストが増大する。例えば、多くの物理量データの解析処理の負荷が増大してしまう。また、異常診断の精度に大きく寄与しない多くの物理量データが蓄積されてしまう。一方、収集されるデータ量が少ないと、異常診断が高精度に行われないおそれがある。そのため、異常診断に係るコストを削減でき、かつ、異常診断の信頼性を確保することが可能な診断装置が求められている。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示の診断装置は、診断対象の状態を示す第１の状態データを取得する第１の取得部と、第１の取得部によって取得された第１の状態データに基づいて診断対象の異常を診断する常時診断部と、常時診断部による診断結果に基づいて、第１の状態データとは異なる第２の状態データを取得する第２の取得部と、第２の取得部によって取得された第２の状態データに基づいて、診断対象に発生した異常の原因を診断する非常時診断部と、を備える。

図面の簡単な説明

- [0006] [図1]診断装置を含むシステムの一例を示す図である。
- [図2]産業機械のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。
- [図3]診断装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。
- [図4]診断装置の機能の一例を示すブロック図である。
- [図5]診断結果の一例を示す図である。
- [図6]トリガ生成部が生成する情報を表示する表示画面の一例である。
- [図7]受付画面の一例である。
- [図8]表示装置に表示される診断結果の一例を示す図である。
- [図9]診断装置が実行する処理の流れの一例を示すフローチャートである。
- [図10]診断装置の機能の一例を示すブロック図である。
- [図11]クラスタリングを説明するための図である。
- [図12]診断結果の一例を示す図である。
- [図13]トリガ生成部が生成する情報を表示する表示画面の一例である。

発明を実施するための形態

- [0007] 以下、本開示の実施形態に係る診断装置について図面を参照して説明する。なお、以下の説明では、同一または類似の機能を有する構成に同一の符号を付す。そして、それら構成の重複する説明は、省略する場合がある。
- [0008] 本願でいう「XXに基づく」とは、「少なくともXXに基づく」ことを意味し、XXに加えて別の要素に基づく場合も含む。また、「XXに基づく」とは、XXを直接に用いる場合に限定されず、XXに対して演算や加工が行われたものに基づく場合も含む。「XX」は、任意の要素（例えば、任意の情報）である。
- [0009] 〈第1の実施形態〉

図1は、診断装置を含むシステムの一例を示す図である。このシステムは、例えば、産業機械1と、診断装置10とを含む。産業機械1は、産業現場で稼働する機械である。産業機械1は、例えば、工作機械、射出成形機、レーザ加工機、3次元プリンタ、および、ロボットである。産業機械1は、制

御装置 2 によって制御される。

[0010] 診断装置 10 は、産業機械 1 の異常を診断する装置である。診断装置 10 は、制御装置 2 に有線接続、または無線接続される。診断装置 10 は、制御装置 2 に実装されてもよい。

[0011] 図 2 は、産業機械 1 のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。産業機械 1 は、制御装置 2 と、入出力装置 3 と、サーボアンプ 4 と、サーボモータ 5 と、スピンドルアンプ 6 と、スピンドルモータ 7 と、補助機器 8 と、センサ 9 とを備える。

[0012] 制御装置 2 は、例えば、産業機械 1 を制御する数値制御装置である。制御装置 2 は、例えば、ハードウェアプロセッサ 201 と、バス 202 と、ROM (Read Only Memory) 203 と、RAM (Random Access Memory) 204 と、不揮発性メモリ 205 とを備える。

[0013] ハードウェアプロセッサ 201 は、システムプログラムに従って制御装置 2 全体を制御するプロセッサである。ハードウェアプロセッサ 201 は、バス 202 を介して ROM 203 に格納されたシステムプログラムなどを読み出す。ハードウェアプロセッサ 201 は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、または電子回路である。

[0014] バス 202 は、制御装置 2 の各ハードウェアを互いに接続する通信路である。制御装置 2 の各ハードウェアはバス 202 を介してデータをやり取りする。

[0015] ROM 203 は、システムプログラムなどを記憶する記憶装置である。ROM 203 は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体である。

[0016] RAM 204 は、各種データを一時的に格納する記憶装置である。RAM 204 は、ハードウェアプロセッサ 201 が各種データを処理するための作業領域として機能する。

[0017] 不揮発性メモリ 205 は、制御装置 2 の電源が切られた状態でもデータを保持する記憶装置である。不揮発性メモリ 205 は、例えば、産業機械 1 の動作プログラムを記憶する。不揮発性メモリ 205 は、コンピュータ読み取

り可能な記憶媒体である。不揮発性メモリ 205 は、例えば、バッテリーでバックアップされたメモリ、または、SSD (Solid State Drive) で構成される。

[0018] 制御装置 2 は、さらに、第 1 のインタフェース 206 と、軸制御回路 207 と、スピンドル制御回路 208 と、PLC (Programmable Logic Controller) 209 と、I/O ユニット 210 と、第 2 のインタフェース 211 と、第 3 のインタフェース 212 とを備える。

[0019] 第 1 のインタフェース 206 は、バス 202 と入出力装置 3 とを接続する。第 1 のインタフェース 206 は、例えば、ハードウェアプロセッサ 201 によって処理された各種データを入出力装置 3 に送る。

[0020] 入出力装置 3 は、第 1 のインタフェース 206 を介して各種データを受け、各種データをディスプレイに表示する。また、入出力装置 3 は、各種データの入力を受けて、各種データを第 1 のインタフェース 206 を介して、例えば、ハードウェアプロセッサ 201 に送る。

[0021] 入出力装置 3 は、例えば、タッチパネルである。入出力装置 3 がタッチパネルである場合、入出力装置 3 は、例えば、静電容量方式のタッチパネルである。タッチパネルは、静電容量方式に限らず、他の方式のタッチパネルであってもよい。入出力装置 3 は、制御装置 2 が格納される操作盤 (不図示) に設置される。

[0022] 軸制御回路 207 は、サーボモータ 5 を制御するための回路である。軸制御回路 207 は、ハードウェアプロセッサ 201 からの制御指令を受けてサーボモータ 5 を駆動させるための各種指令をサーボアンプ 4 に送る。軸制御回路 207 は、例えば、サーボモータ 5 のトルクを制御するトルクコマンドをサーボアンプ 4 に送る。

[0023] サーボアンプ 4 は、軸制御回路 207 からの指令を受けて、サーボモータ 5 に電流を供給する。

[0024] サーボモータ 5 は、サーボアンプ 4 から電流の供給を受けて駆動する。サーボモータ 5 は、産業機械 1 の各制御軸に設けられる。産業機械 1 が 5 軸を

有する工作機械である場合、サーボモータ 5 は、例えば、X 軸用サーボモータ、Y 軸用サーボモータ、Z 軸用サーボモータ、A 軸用サーボモータ、および C 軸用サーボモータを含む。この場合、軸制御回路 207、およびサーボアンプ 4 は、各サーボモータ 5 に対してそれぞれ設けられる。

[0025] サーボモータ 5 は、例えば、刃物台を駆動させるボールねじに連結される。サーボモータ 5 が駆動することにより、刃物台などの産業機械 1 の構造物が所定の制御軸に沿って移動する。

[0026] サーボモータ 5 は、制御軸の位置、および送り速度を検出するエンコーダ（不図示）を内蔵する。エンコーダによって検出される制御軸の位置、および制御軸の送り速度をそれぞれ示す位置フィードバック情報、および速度フィードバック情報は、軸制御回路 207 にフィードバックされる。これにより、軸制御回路 207 は、各制御軸のフィードバック制御を行う。

[0027] スピンドル制御回路 208 は、スピンドルモータ 7 を制御するための回路である。スピンドル制御回路 208 は、ハードウェアプロセッサ 201 からの制御指令を受けてスピンドルモータ 7 を駆動させるための指令をスピンドルアンプ 6 に送る。スピンドル制御回路 208 は、例えば、スピンドルモータ 7 の回転速度を制御するスピンドル速度コマンドをスピンドルアンプ 6 に送る。

[0028] スピンドルアンプ 6 は、スピンドル制御回路 208 からの指令を受けて、スピンドルモータ 7 に電流を供給する。

[0029] スピンドルモータ 7 は、スピンドルアンプ 6 から電流の供給を受けて駆動する。スピンドルモータ 7 は、主軸に連結され、主軸を回転させる。

[0030] PLC 209 は、ラダープログラムを実行して補助機器 8 を制御する装置である。PLC 209 は、I/O ユニット 210 を介して補助機器 8 に対して指令を送る。

[0031] I/O ユニット 210 は、PLC 209 と補助機器 8 とを接続するインタフェースである。I/O ユニット 210 は、PLC 209 から受けた指令を補助機器 8 に送る。

- [0032] 補助機器 8 は、産業機械 1 に設置され、産業機械 1 において補助的な動作を行う機器である。補助機器 8 は、I/O ユニット 210 から受けた指令に基づいて動作する。補助機器 8 は、産業機械 1 の周辺に設置される機器であってもよい。補助機器 8 は、例えば、工具交換装置、切削液噴射装置、または開閉ドア駆動装置である。
- [0033] 第 2 のインタフェース 211 は、バス 202 とセンサ 9 とを接続する。第 2 のインタフェース 211 は、例えば、センサ 9 によって取得された情報を、バス 202 を介してハードウェアプロセッサ 201 に送る。
- [0034] センサ 9 は、産業機械 1 の各部に設置され各種物理量を検出する。センサ 9 は、例えば、温度センサ、加速度センサ、電流計、液量計である。
- [0035] 第 3 のインタフェース 212 は、バス 202 と診断装置 10 とを接続する。第 3 のインタフェース 212 は、例えば、ハードウェアプロセッサ 201 によって処理された情報を、バス 202 を介して診断装置 10 に送る。
- [0036] 図 3 は、診断装置 10 のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。診断装置 10 は、例えば、ハードウェアプロセッサ 101 と、バス 102 と、ROM 103 と、RAM 104 と、不揮発性メモリ 105 と、第 1 のインタフェース 106 と、第 2 のインタフェース 107 とを備える。
- [0037] ハードウェアプロセッサ 101 は、システムプログラムに従って診断装置 10 全体を制御するプロセッサである。ハードウェアプロセッサ 101 は、バス 102 を介して ROM 103 に格納されたシステムプログラムなどを読み出す。ハードウェアプロセッサ 101 は、例えば、CPU、または電子回路である。
- [0038] バス 102 は、診断装置 10 の各ハードウェアを互いに接続する通信路である。診断装置 10 の各ハードウェアはバス 102 を介してデータをやり取りする。
- [0039] ROM 103 は、システムプログラムなどを記憶する記憶装置である。ROM 103 は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体である。
- [0040] RAM 104 は、各種データを一時的に格納する記憶装置である。RAM 104

は、ハードウェアプロセッサ 101 が各種データを処理するための作業領域として機能する。

[0041] 不揮発性メモリ 105 は、診断装置 10 の電源が切られた状態でもデータを保持する記憶装置である。不揮発性メモリ 105 は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体である。不揮発性メモリ 105 は、例えば、バッテリーでバックアップされたメモリ、または、SSD で構成される。

[0042] 第 1 のインタフェース 106 は、バス 102 と入出力装置 11 とを接続する。第 1 のインタフェース 106 は、例えば、ハードウェアプロセッサ 101 によって処理された各種データを入出力装置 11 に送る。

[0043] 入出力装置 11 は、第 1 のインタフェース 106 を介して各種データを受け、各種データをディスプレイに表示する。また、入出力装置 11 は、各種データの入力を受けて、各種データを第 1 のインタフェース 106 を介して、例えば、ハードウェアプロセッサ 101 に送る。入出力装置 11 は、例えば、タッチパネルである。

[0044] 第 2 のインタフェース 107 は、バス 102 と制御装置 2 とを接続する。第 2 のインタフェース 107 は、例えば、制御装置 2 から各種データを受けてハードウェアプロセッサ 101 に送る。

[0045] 図 4 は、診断装置 10 の機能の一例を示すブロック図である。診断装置 10 は、例えば、第 1 の取得部 111 と、第 1 のデータ記憶部 112 と、常時診断部 113 と、第 1 の履歴記憶部 114 と、トリガ生成部 115 と、結果出力部 116 と、受付部 117 と、第 2 の取得部 118 と、第 2 のデータ記憶部 119 と、非常時診断部 120 と、第 2 の履歴記憶部 121 とを備える。

[0046] 第 1 の取得部 111、常時診断部 113、トリガ生成部 115、結果出力部 116、受付部 117、第 2 の取得部 118、および非常時診断部 120 は、例えば、ハードウェアプロセッサ 101 が、ROM 103 に記憶されたシステムプログラム、および不揮発性メモリ 105 に記憶された各種データを用いて演算処理をすることにより実現される。

- [0047] 第1のデータ記憶部112、第1の履歴記憶部114、第2のデータ記憶部119、および第2の履歴記憶部121は、例えば、各種情報がRAM104または不揮発性メモリ105に記憶されることにより実現される。
- [0048] 第1の取得部111は、診断対象の状態を示す第1の状態データを取得する。診断対象は、例えば、産業機械1を構成する装置、および部品である。産業機械1を構成する装置、および部品は、例えば、ベアリング、サーボモータ5、スピンドルモータ7、リニアガイド、工具、主軸である。診断対象は、工場内に設置される設備のコンプレッサ、モータなどであってもよい。
- [0049] 第1の取得部111は、診断対象の稼働中に所定の周期で第1の状態データを取得する。診断対象の稼働中とは、例えば、産業機械1が動作プログラムに基づいて動作している期間である。
- [0050] 所定の周期は、例えば、診断装置10の制御周期である。第1の取得部111は、第1の状態データを取得する周期を変更してもよい。例えば、第1の取得部111は、後で説明する受付部117が受け付けた周期を指定する情報に基づいて、第1の状態データを取得してもよい。すなわち、第1の取得部111は、オペレータによって指定された周期で第1の状態データを取得してもよい。
- [0051] 第1の状態データは、例えば、トルクコマンド、ならびに、電流値、振動、温度、音、弾性波、速度、および回転速度をそれぞれ示すデータである。データは、信号を含む。第1の取得部111は、例えば、スピンドルモータ7のトルクを指定するトルクコマンドを取得する。
- [0052] 第1の取得部111は、診断対象に設置されたセンサ9から、または、制御装置2から第1の状態データを取得する。
- [0053] 第1のデータ記憶部112は、第1の取得部111によって取得された第1の状態データを記憶する。第1のデータ記憶部112は、第1の状態データと、第1の状態データが取得された時刻を示す時刻情報とを関連付けて記憶する。すなわち、第1のデータ記憶部112が記憶する第1の状態データは、時系列データである。第1の取得部111がスピンドルモータ7のトル

クを指定するトルクコマンドを取得する場合、第1のデータ記憶部112に記憶されるデータは、スピンドルモータ7のトルクを指定する値の時系列データである。

[0054] 常時診断部113は、第1のデータ記憶部112に記憶された第1の状態データに基づいて診断対象の異常を診断する。すなわち、常時診断部113は、第1の取得部111によって取得された第1の状態データに基づいて診断対象の異常を診断する。

[0055] 常時診断部113は、例えば、診断対象に異常が発生したか否かを診断する。常時診断部113は、あらかじめ定められた異常検出モデルを用いて、診断対象の異常を診断する。

[0056] 異常検出モデルは、例えば、第1の状態データの値があらかじめ設定されたしきい値を超えた場合に、診断対象に異常が発生したと診断するモデルである。異常検出モデルに設定されるしきい値は、複数であってもよい。

[0057] 例えば、異常検出モデルには、第1のしきい値と、第1のしきい値よりも大きい第2のしきい値と、第2のしきい値よりも大きい第3のしきい値が設定されていてもよい。この場合、異常検出モデルは異常度を算出する。

[0058] 例えば、第1の状態データの値が第1のしきい値以下である場合、異常度は「0」である。この場合、診断対象に異常は発生していない。第1の状態データの値が第1のしきい値を超え、第2のしきい値以下である場合、異常度は「1」である。この場合、診断対象には、重要度の低い異常が発生している。

[0059] 第1の状態データの値が第2のしきい値を超え、第3のしきい値以下である場合、異常度は「2」である。この場合、診断対象には、重要度が中程度の異常が発生している。第1の状態データの値が第3のしきい値を超える場合、異常度は「3」である。この場合、診断対象には、重要度の高い異常が発生している。

[0060] 図5は、常時診断部113による診断結果の一例を示す図である。期間T1およびT3では、第1の状態データの値が第1のしきい値以下である。そ

のため、常時診断部 113 は、診断対象は正常に動作していると判断する。

[0061] また、期間 T2 では、第 1 の状態データの値は、第 1 のしきい値を超え、第 2 のしきい値以下である。この場合、常時診断部 113 は、診断対象に異常度が「1」の異常が発生したと判断する。また、期間 T4 では、第 1 の状態データの値は、第 2 のしきい値を超える。この場合、常時診断部 113 は、診断対象に異常度が「2」の異常が発生したと判断する。

[0062] 常時診断部 113 は、異常度を算出する複数の異常検出モデルから選択された異常検出モデルを用いて、診断対象の異常を診断してもよい。すなわち、異常検出モデルは、複数の異常検出モデルのうち、診断対象に発生する異常度を最も適切に算出する異常検出モデルである。

[0063] 例えば、常時診断部 113 が用いる異常検出モデルによって算出される正常時の異常度と異常時の異常度と差は、複数の異常検出モデルのうちの他の異常検出モデルによってそれぞれ算出される正常時の異常度と異常時の異常度との差よりも大きい。

[0064] また、異常検出モデルは、診断対象を構成する部材、診断対象が設置される産業機械 1 の構造、産業機械 1 の設定状態、産業機械 1 を動作させる動作プログラム、および診断対象が設置される環境に応じて、複数の異常検出モデルから選択される。

[0065] 産業機械 1 の設定状態は、例えば、ベアリングの予圧である。また、産業機械 1 の設定状態は、制御装置 2 に設定されるパラメータの設定状態を含む。診断対象が設置される環境は、例えば、産業機械 1 が設置される工場内の温度である。ここで、図 4 の説明に戻る。

[0066] 第 1 の履歴記憶部 114 は、常時診断部 113 による診断結果を記憶する。診断結果とは、例えば、診断対象に異常が発生したか否かを示す情報である。診断結果は、異常度を示す情報を含んでいてもよい。診断結果は、異常が発生した時刻を示す情報を含んでいてもよい。

[0067] トリガ生成部 115 は、第 1 の履歴記憶部 114 に記憶された診断結果に基づいて、トリガを生成する。トリガ生成部 115 は、第 1 の履歴記憶部 1

14に、診断対象に異常が発生したことを示す診断結果が記憶されることに
応じてトリガを生成する。

[0068] トリガとは、第2の取得部118が第1の状態データとは異なる第2の状態データを取得する契機となる情報、または信号である。また、トリガ生成部115が生成する情報は、例えば、オペレータに診断動作の実行を促すための情報である。診断動作の実行を促す情報は、例えば、表示装置に表示される。

[0069] 図6は、トリガ生成部115が生成する情報を表示する表示画面の一例である。表示画面には、例えば、「異常が発生しています。診断動作を実行してください。」との文字列が表示される。また、この文字列の下には、「OK」ボタンが表示される。

[0070] 表示画面にトリガ生成部115によって生成された情報が表示されると、オペレータは、診断動作を実行する。例えば、第1の状態データがスピンドルモータ7に対するトルクコマンドであり、常時診断部113によって診断対象に異常が発生したと診断された場合、オペレータは、主軸の診断動作を実行する。

[0071] 診断動作は、例えば、主軸の振れの計測である。主軸の振れは、例えば、主軸に取り付けられた工具ホルダと渦電流式変位センサとの間の距離を、主軸を回転させながら測ることにより測定される。主軸の振れは、主軸に取り付けられた工具ホルダにダイヤルゲージを当てて計測されてもよい。

[0072] 診断動作は、診断対象の振動の計測であってもよい。診断対象の振動は、例えば、診断対象を周波数スイープ動作させたときに生じる振動、および、診断対象が加振されるときに生じる振動である。すなわち、第2の状態データは、診断対象を周波数スイープ動作させたときに取得される振動データ、または診断対象が加振されるときに取得される振動データであってもよい。

[0073] 周波数スイープ動作とは、サーボモータ5、スピンドルモータ7などのモータに入力される入力信号によってモータを振動させることである。周波数スイープ動作は、例えば、モータの入力信号の周波数を徐々に上げていくこ

とである。診断対象が加振されるとは、例えば、インパルスハンマなどによって診断対象に衝撃が与えられることである。

[0074] 結果出力部 116 は、常時診断部 113 による診断結果を出力する。第 1 の履歴記憶部 114 に診断対象が正常に動作していることを示す診断結果が記憶されることに応じて、結果出力部 116 は、診断対象が正常に動作していることを示す診断結果を、例えば、表示装置に表示させる。

[0075] 一方、第 1 の履歴記憶部 114 に診断対象に異常が発生したことを示す診断結果が記憶されることに応じて、結果出力部 116 は、診断対象に異常が発生したことを示す診断結果を、例えば、表示装置に表示させる。表示装置は、例えば、入出力装置 11 である。結果出力部 116 は、診断結果が記録された電子ファイルを、例えば、外部のサーバ（不図示）などに出力してもよい。ここで、図 4 の説明に戻る。

[0076] 受付部 117 は、オペレータによる診断動作の結果の入力を受け付ける。受付部 117 は、例えば、表示装置に受付画面を表示させ、受付画面から診断動作の結果の入力を受け付ける。

[0077] 図 7 は、受付画面の一例である。受付画面には、例えば、主軸の振れの計測値の入力を受け付ける領域、および主軸の振動の計測値の入力を受け付ける領域が含まれる。オペレータによってこれらの領域に計測値が入力されることにより、受付部 117 は、診断動作の結果の入力を受け付ける。ここで、図 4 の説明に戻る。

[0078] 第 2 の取得部 118 は、常時診断部 113 による診断結果に基づいて、第 1 の状態データとは異なる第 2 の状態データを取得する。第 2 の状態データは、例えば、受付部 117 が受け付けたオペレータによる診断動作の結果を示す情報である。すなわち、常時診断部 113 による診断結果に基づくトリガが生成された場合、第 2 の取得部 118 は、トリガに基づいて行われた診断動作の結果を示す情報を取得する。

[0079] 第 2 の取得部 118 は、例えば、主軸の振れを示す情報、および主軸の振動を示す情報を取得する。第 2 の状態データは、受付部 117 が受け付けた

情報に限らない。第2の状態データは、センサ9によって検出されるデータでもよい。この場合、第2の取得部118は、トリガ生成部115によってトリガが生成されたことに応じて、所定の周期で第2の状態データを取得することを開始する。

[0080] センサ9によって検出されるデータは、例えば、トルクコマンド、ならびに、電流値、振動、温度、音、弾性波、速度、および回転速度をそれぞれ示すデータである。データは、信号を含む。第2の状態データは、制御装置2から取得されるデータであってもよい。

[0081] 第2の取得部118は、例えば、切削加工時のワークと工具との間の電気抵抗を示す情報をセンサ9から取得してもよい。工具の摩耗の進行に伴って工具とワークとの間の電気抵抗が低下することが知られている。そのため、第2の取得部118が工具とワークとの間の電気抵抗を示す情報を取得することにより、後述する非常時診断部120は、この電気抵抗を示す情報に基づいて工具の摩耗を診断することができる。

[0082] また、第2の取得部118は、例えば、ベアリングの温度をセンサ9から取得してもよい。ベアリングが損傷するとベアリングの温度が上昇することが知られている。そのため、第2の取得部118がベアリングの温度を取得することにより、後述する非常時診断部120は、この温度に基づいてベアリングの損傷を診断することができる。

[0083] 第2のデータ記憶部119は、第2の取得部118によって取得された第2の状態データを記憶する。すなわち、第2のデータ記憶部119は、受付部117が受け付けた情報を記憶する。

[0084] また、第2のデータ記憶部119は、センサ9によって検出されるデータを記憶する。第2の状態データがセンサ9によって検出されるデータである場合、第2のデータ記憶部119は、第2の状態データと、第2の状態データが取得された時刻を示す時刻情報とを関連付けて記憶する。すなわち、第2のデータ記憶部119が記憶する第2の状態データは、時系列データであってもよい。

- [0085] 非常時診断部 120 は、第 2 の取得部 118 によって取得された第 2 の状態データに基づいて、診断対象に発生した異常の原因を診断する。すなわち、非常時診断部 120 は、第 2 のデータ記憶部 119 に記憶された第 2 の状態データに基づいて、診断対象に発生した異常の原因を診断する。
- [0086] 非常時診断部 120 は、あらかじめ定められた診断モデルを用いて、診断対象に発生した異常の原因を診断する。異常の原因とは、例えば、異常が発生した箇所、および、異常の状態である。
- [0087] 非常時診断部 120 は、例えば、異常の原因として、ベアリング、モータ、または工具に異常が発生したと診断する。また、非常時診断部 120 は、例えば、摩耗、欠損、折損が生じたと診断する。また、非常時診断部 120 は、部品が寿命に到達したと診断する。
- [0088] 診断モデルは、例えば、第 2 の状態データと診断対象に発生した異常の原因との相関を示すモデルである。診断モデルは、第 2 の状態データと異常の原因を示す情報とを教師データとして機械学習が行われることより生成される。
- [0089] 診断モデルは、例えば、主軸の振れの計測値が $\alpha 1$ [mm] 以上、 $\alpha 2$ [mm] 未満であり、かつ、主軸の回転に伴って特定の周波数帯の振動が現れた場合、主軸のベアリングに損傷が発生したことを示す情報を出力する。すなわち、非常時診断部 120 は、主軸のベアリングに損傷が発生したと診断する。ここで、特定の周波数帯の振動は、例えば、主軸の回転周波数を示す波の側帯波を含む振動である。
- [0090] 診断モデルは、例えば、主軸の振れの計測値が $\alpha 2$ [mm] 以上であり、主軸の回転に伴って特定の周波数帯の振動が現れた場合、主軸と工具ホルダとの間に異物の噛み込みが発生したことを示す情報を出力する。すなわち、非常時診断部 120 は、主軸と工具ホルダとの間に異物の噛み込みが発生したと診断する。ここで、特定の周波数帯の振動は、例えば、主軸の回転周波数を示す振動である。
- [0091] 第 2 の状態データが、複数種類のデータを含んでいる場合、非常時診断部

１２０は、複数種類のデータ間の相関に基づいて、診断対象に発生した異常の原因を診断してもよい。例えば、正常時のサーボモータ５の回転速度と、正常時のサーボモータ５の振動の周波数成分とに相関がある場合、異常時におけるサーボモータ５の回転速度と振動の周波数成分との相関は、正常時の相関とは異なる。したがって、非常時診断部１２０は、サーボモータ５の回転速度と振動の周波数成分の相関が、正常時のサーボモータ５の回転速度と振動の周波数成分の相関とは異なることに基づいて、診断対象の異常の原因を診断する。

[0092] 第２の履歴記憶部１２１は、非常時診断部１２０によって診断された診断対象の異常の原因を示す原因情報の履歴を記憶する。原因情報は、第２の状態データ、および第２の状態データの取得時刻と互いに関連付けて記憶される。

[0093] 非常時診断部１２０は、第２の履歴記憶部１２１に記録された原因情報に基づいて診断対象に発生した異常の原因を診断してもよい。すなわち、非常時診断部１２０は、第２の履歴記憶部１２１に記憶された過去の第２の状態データと第２のデータ記憶部１１９に記憶された第２の状態データとが一致するか否かを判定する。これらが互いに一致する場合、非常時診断部１２０は、第２の履歴記憶部１２１において第２の状態データに関連付けて記憶された原因情報が示す異常が診断対象に生じていると診断する。

[0094] なお、第２の履歴記憶部１２１に記憶された過去の第２の状態データと第２のデータ記憶部１１９に記憶された第２の状態データとは、必ずしも厳密に一致する必要はない。つまり、過去の第２の状態データと、新たに取得された第２の状態データとは、あらかじめ定められた程度に類似している場合に、非常時診断部１２０は、第２の状態データに関連付けて記憶された原因情報が示す異常が診断対象に生じていると診断すればよい。

[0095] 結果出力部１１６は、非常時診断部１２０による診断結果を出力する。結果出力部１１６は、異常の原因を示す診断結果が第２の履歴記憶部１２１に記憶されることに応じて、診断結果を、例えば、表示装置に表示させる。

- [0096] 図8は、表示装置に表示される診断結果の一例を示す図である。例えば、主軸のベアリングに異常が生じたことを示す診断結果が第2の履歴記憶部121に記憶されたことに応じて、結果出力部116は、表示画面に診断結果を示す「主軸ベアリング異常の可能性大」との文字列を表示させる。結果出力部116は、常時診断部113の診断結果とともに非常時診断部120による診断結果を表示装置に表示させてよい。結果出力部116は、診断結果が記録された電子ファイルを、例えば、外部のサーバ（不図示）などに出力してもよい。
- [0097] 図9は、診断装置10で実行される処理の流れの一例を示すフローチャートである。診断装置10では、まず、第1の取得部111が第1の状態データを取得する（ステップSA1）。
- [0098] 次に、第1のデータ記憶部112が、第1の取得部111によって取得された第1の状態データを記憶する（ステップSA2）。
- [0099] 次に、常時診断部113が、第1のデータ記憶部112に記憶された第1の状態データに基づいて、診断対象の異常を診断する（ステップSA3）。
- [0100] 診断対象に異常が発生していない場合（ステップSA4においてNoの場合）、第1の取得部111は、第1の状態データの取得を継続する（ステップSA1）。
- [0101] 診断対象に異常が発生している場合（ステップSA4においてYesの場合）、第1の履歴記憶部114は、常時診断部113による診断結果を記憶する（ステップSA5）。
- [0102] 第1の履歴記憶部114に診断結果が記憶されると、トリガ生成部115がトリガを生成するとともに、結果出力部116が診断結果を出力する（ステップSA6）。
- [0103] トリガ生成部115がトリガを生成すると、オペレータによって診断動作が実行され、受付部117が診断動作の結果の入力を受け付ける（ステップSA7）。
- [0104] 次に、第2の取得部118は、第2の状態データを取得する（ステップSA8）。

）。ここで、第２の状態データは、受付部１１７が受け付けた診断動作の結果を示す情報である。

[0105] 次に、第２のデータ記憶部１１９は、第２の取得部１１８によって取得された第２の状態データを記憶する（ステップSA9）。

[0106] 次に、非常時診断部１２０は、第２のデータ記憶部１１９に記憶された第２の状態データに基づいて、診断対象に発生した異常の原因を診断する（ステップSA10）。

[0107] 次に、第２の履歴記憶部１２１は、非常時診断部１２０によって診断された異常の原因を示す情報を記憶する（ステップSA11）。

[0108] 最後に、結果出力部１１６が第２の履歴記憶部１２１に記憶された異常の原因を示す情報を出力し（ステップSA12）、当該処理が終了する。

[0109] 〈第２の実施形態〉

図１０は、第２の実施形態の診断装置１０の機能の一例を示すブロック図である。以下では、主に第１の実施形態とは異なる機能について説明し、第１の実施形態と同じ機能の説明は省略する場合がある。

[0110] 本実施形態の診断装置１０は、主に、常時診断部１１３が、第１の診断部１１３Ａと、第２の診断部１１３Ｂとを含む点で、第１の実施形態の診断装置１０とは異なる。

[0111] 常時診断部１１３は、第１の診断部１１３Ａと、第２の診断部１１３Ｂとを含む。第１の診断部１１３Ａは、第１の状態データに基づいて、診断対象に異常が発生したか否かを診断する。第１の診断部１１３Ａは、あらかじめ定められた異常検出モデルを用いて、診断対象に異常が発生したか否かを診断する。

[0112] 異常検出モデルは、例えば、第１の状態データの値があらかじめ設定されたしきい値を超えた場合に異常が発生したと診断するモデルである。

[0113] 第２の診断部１１３Ｂは、第１の状態データに基づいて診断対象に発生した異常の種類を診断する。第２の診断部１１３Ｂは、第１の状態データをクラスタリングすることにより、異常の種類を診断する。

- [0114] 図 1 1 は、クラスタリングを説明するための図である。図 1 1 に図示されている各黒丸は、第 1 の状態データを分析して得られた分析データである。分析データは、例えば、第 1 の状態データを周波数分析することにより得られる多次元データである。
- [0115] 第 2 の診断部 1 1 3 B は、例えば、k-means 法などのクラスタリング手法を用いて分析データをグルーピングする。第 2 の診断部 1 1 3 B は、例えば、分析データを、第 1 のグループ G 1、第 2 のグループ G 2、および第 3 のグループ G 3 にグループ分けする。
- [0116] 各グループには、異常を示す情報がラベリングされる。例えば、既知の異常が発生したときに取得された第 1 の状態データの分析データが、あるグループに含まれる場合、当該グループは、当該既知の異常が発生したときに取得された第 1 の状態データの分析データの集まりであると推定される。すなわち、当該グループには、当該既知の異常を示す情報がラベリングされる。
- [0117] 分析データ D 1 は、診断対象が正常に動作しているときに取得された第 1 の状態データを分析することによって得られたデータであると仮定する。この場合、第 1 のグループに含まれる他の分析データは、診断対象が正常に動作しているときに取得された第 1 の状態データを分析することによって得られたデータであると推定される。したがって、第 1 のグループには、診断対象が正常であることを示す情報がラベリングされる。
- [0118] また、分析データ D 2 は、診断対象が摩耗した状態で動作しているときに取得された第 1 の状態データを分析することによって得られたデータであると仮定する。この場合、第 2 のグループに含まれる他の分析データは、診断対象が摩耗した状態で動作しているときに取得された第 1 の状態データを分析することによって得られたデータであると推定される。したがって、第 2 のグループには、診断対象が摩耗していることを示す情報がラベリングされる。
- [0119] また、分析データ D 3 は、診断対象が損傷した状態で動作しているときに取得された第 1 の状態データを分析することによって得られたデータである

と仮定する。この場合、第3のグループに含まれる他の分析データは、診断対象が損傷した状態で動作しているときに取得された第1の状態データを分析することによって得られたデータであると推定される。したがって、第3のグループには、診断対象が損傷していることを示す情報がラベリングされる。

[0120] 第2の診断部113Bは、第1の状態データを分析して得られた分析データが、どのグループに属するかを判断する。例えば、分析データが第1のグループG1に属する場合、第2の診断部113Bは、診断対象が正常に動作していると診断する。

[0121] 分析データが第2のグループG2に属する場合、第2の診断部113Bは、診断対象が摩耗した状態で動作していると診断する。つまり、第2の診断部113Bは、診断対象に発生した異常の種類が摩耗であると診断する。

[0122] 分析データが第3のグループG3に属する場合、第2の診断部113Bは、診断対象が損傷した状態で動作していると診断する。つまり、第2の診断部113Bは、診断対象に発生した異常の種類が損傷であると診断する。

[0123] 分析データがいずれのグループにも属しない場合、第2の診断部113Bは、診断対象に未知の異常が発生したと診断する。

[0124] 図12は、常時診断部113による診断結果の一例を示す図である。第1の診断部113Aは、第1の状態データの値があらかじめ定められたしきい値以下の場合、診断対象は正常に動作していると判断する。また、第1の診断部113Aは、第1の状態データの値があらかじめ定められたしきい値を超える場合、診断対象に異常が発生していると診断する。すなわち、第1の診断部113Aは、期間T2および期間T4において、診断対象に異常が発生していると診断する。

[0125] 第2の診断部113Bは、第1の状態データを分析して得られた分析データに基づいて、診断対象に発生した異常の種類を診断する。第2の診断部113Bは、例えば、期間T2において、診断対象が摩耗していると診断する。また、第2の診断部113Bは、期間T4において、診断対象が損傷して

いると診断する。

[0126] 第1の履歴記憶部114は、常時診断部113による診断結果を記憶する。トリガ生成部115は、第1の履歴記憶部114に記憶された診断結果に基づいて、トリガを生成する。トリガ生成部115は、第1の履歴記憶部114に、診断対象に異常が発生したことを示す診断結果が記憶されることに応じてトリガを生成する。

[0127] 図13は、トリガ生成部115が生成する情報を表示する表示画面の一例である。表示画面には、例えば、「未知の異常が発生しています。診断動作を実行してください。」との文字列が表示される。また、この文字列の下には、「OK」ボタンが表示される。

[0128] 表示画面にトリガ生成部115によって生成された情報が表示されると、オペレータは、診断動作を実行する。

[0129] 結果出力部116は、常時診断部113による診断結果を出力する。なお、受付部117、第2の取得部118、第2のデータ記憶部119、非常時診断部120、および第2の履歴記憶部121の各機能は、第1の実施形態における各機能と同じである。

[0130] 受付部117は、第1の状態データの種類を指定する情報を受け付けてもよい。この場合、オペレータは、常時診断部113において診断に用いられる第1の状態データの種類を指定することができる。また、受付部117は、異常検出モデルを指定する情報を受け付けてもよい。この場合、複数の異常検出モデルを、あらかじめ記憶部（不図示）に記憶させておけばよい。第1の診断部113Aは、指定された異常検出モデルを用いて診断対象の異常を診断すればよい。

[0131] 第2の取得部118は、常時診断部113による診断結果を取得してもよい。すなわち、第2の取得部118は、第1の履歴記憶部114に記憶された診断結果を取得してもよい。この場合、非常時診断部120は、常時診断部113による診断結果と、第2の状態データとに基づいて、診断対象に発生した異常の原因を診断する。

- [0132] 第2の取得部118は、常時診断部113による診断結果に応じて、取得する第2の状態データの種類を決定してもよい。例えば、第2の取得部118は、診断結果が摩耗か、損傷かに応じて、主軸の振れを示す情報、および主軸の振動を示す情報のいずれかを取得してもよい。
- [0133] 以上説明したように、診断装置10は、診断対象の状態を示す第1の状態データを取得する第1の取得部111と、第1の取得部111によって取得された第1の状態データに基づいて診断対象の異常を診断する常時診断部113と、常時診断部113による診断結果に基づいて、第1の状態データとは異なる第2の状態データを取得する第2の取得部118と、第2の取得部118によって取得された第2の状態データに基づいて、診断対象に発生した異常の原因を診断する非常時診断部120と、を備える。
- [0134] そのため、診断装置10は、診断対象の稼働時に常時取得が可能な第1の状態データに基づいて、診断対象を診断することができる。つまり、診断対象を診断する際に、診断装置10は診断対象の稼働に影響を与えることがない。
- [0135] また、常時診断部113が必要であると判断したときにのみ第2の取得部118が、第2の状態データを取得する。言い換えれば、第2の取得部118は、適切なタイミングで第2の状態データを取得する。したがって、診断装置10は、異常診断に係るコストを削減できる。
- [0136] また、診断装置10は、第1の状態データだけではなく、第2の状態データに基づいて診断対象の診断を行う。そのため、診断装置10は、診断結果の信頼性を確保することができる。
- [0137] また、常時診断部113は、異常度を算出する複数の異常検出モデルから選択された異常検出モデルを用いて、診断対象の異常を診断し、異常検出モデルが算出する正常時の異常度と異常時の異常度との差は、複数の異常検出モデルのうちの他の異常検出モデルがそれぞれ算出する正常時の異常度と異常時の異常度との差よりも大きい。したがって、常時診断部113は、診断対象の異常を適切に診断することができる。

- [0138] また、異常検出モデルは、診断対象を構成する部材、診断対象が設置される産業機械 1 の構造、産業機械 1 の設定状態、産業機械 1 を動作させる動作プログラム、および診断対象が設置される環境に応じて、複数の異常検出モデルから選択される。つまり、異常検出モデルは、異常を検出するための最適なモデルとなる。これにより、常時診断部 113 は、診断対象の異常を適切に診断することができる。
- [0139] また、診断装置 10 は、第 1 の状態データの種別を指定する情報および異常検出モデルの種別を指定する情報の少なくともいずれかを受け付ける受付部 117 をさらに備える。したがって、診断装置 10 は、診断対象に適した第 1 の状態データおよび異常検出モデルに基づいて、診断対象に発生した異常の原因を適切に診断することができる。
- [0140] また、第 1 の取得部 111 は、第 1 の状態データを取得する周期を変更する。したがって、オペレータは、診断装置 10 の処理能力に合わせて周期を設定することができる。
- [0141] また、第 2 の状態データは、診断対象を周波数スイープ動作させたときに取得される振動データ、または診断対象が加振されるときに取得される振動データである。したがって、診断装置 10 は、振動データに基づいて、診断対象に発生した異常の原因を診断することができる。
- [0142] また、非常時診断部 120 は、第 2 の状態データの周波数成分を分析することにより、異常の原因を診断する。そのため、異常診断部は、診断対象に発生した異常の原因を精度よく診断することができる。
- [0143] また、第 2 の状態データは、複数種類のデータを含み、非常時診断部 120 は、複数種類のデータ間の相関に基づいて、診断対象に発生した異常の原因を診断する。したがって、非常時診断部 120 は、診断対象に発生した異常の原因を精度よく診断することができる。
- [0144] また、診断装置 10 は、非常時診断部 120 によって診断された異常の原因を示す原因情報の履歴を記録する履歴記憶部をさらに備え、非常時診断部 120 は、履歴記憶部に記録された原因情報に基づいて原因を診断する。し

たがって、非常時診断部 1 2 0 は、過去の異常の履歴に基づいて診断対象に発生した異常の原因を診断する。その結果、診断装置 1 0 は、異常の診断に係る処理の負荷を低減することができる。なお、履歴記憶部は、例えば、第 2 の履歴記憶部 1 2 1 である。

[0145] また、常時診断部 1 1 3 は、第 1 の診断部 1 1 3 A、および第 2 の診断部 1 1 3 B を含み、第 1 の診断部 1 1 3 A は、診断対象に異常が発生したか否かを診断し、第 2 の診断部 1 1 3 B は、診断対象に発生した異常の種類を診断する。この場合、非常時診断部 1 2 0 は、第 2 の診断部 1 1 3 B によって診断された異常の種類に応じて、異常の原因の診断に用いられる第 2 の状態データを選択することができる。

[0146] 本開示について詳述したが、本開示は上述した個々の実施形態に限定されるものではない。これらの実施形態は、本開示の要旨を逸脱しない範囲で、または、請求の範囲に記載された内容とその均等物から導き出される本開示の要旨を逸脱しない範囲で、種々の追加、置き換え、変更、部分的削除等が可能である。また、これらの実施形態は、組み合わせて実施することもできる。

[0147] 以下に、本開示の実施形態に係る付記を示す。

付記 [1]

診断対象の状態を示す第 1 の状態データを取得する第 1 の取得部と、前記第 1 の取得部によって取得された前記第 1 の状態データに基づいて前記診断対象の異常を診断する常時診断部と、前記常時診断部による診断結果に基づいて、前記第 1 の状態データとは異なる第 2 の状態データを取得する第 2 の取得部と、前記第 2 の取得部によって取得された前記第 2 の状態データに基づいて、前記診断対象に発生した前記異常の原因を診断する非常時診断部と、を備える診断装置。

付記 [2]

前記常時診断部は、異常度を算出する複数の異常検出モデルから選択された異常検出モデルを用いて、前記診断対象の異常を診断し、前記異常検出モ

デルが算出する正常時の異常度と異常時の異常度との差は、前記複数の異常検出モデルのうちの他の異常検出モデルがそれぞれ算出する正常時の異常度と異常時の異常度との差よりも大きい付記〔１〕に記載の診断装置。

付記〔３〕

前記異常検出モデルは、前記診断対象を構成する部材、前記診断対象が設置される産業機械の構造、前記産業機械の設定状態、前記産業機械を動作させる動作プログラム、および前記診断対象が設置される環境に応じて、前記複数の異常検出モデルから選択される付記〔２〕に記載の診断装置。

付記〔４〕

前記第１の状態データの種別を指定する情報および前記異常検出モデルの種別を指定する情報の少なくともいずれかを受け付ける受付部をさらに備える付記〔２〕または〔３〕に記載の診断装置。

付記〔５〕

前記第１の取得部は、前記第１の状態データを取得する周期を変更する付記〔１〕～〔４〕のいずれかに記載の診断装置。

付記〔６〕

前記第２の状態データは、前記診断対象を周波数スイープ動作させたときに取得される振動データ、または前記診断対象が加振されるときに取得される振動データである付記〔１〕～〔５〕のいずれかに記載の診断装置。

付記〔７〕

前記非常時診断部は、前記第２の状態データの周波数成分を分析することにより、前記異常の前記原因を診断する付記〔１〕～〔６〕のいずれかに記載の診断装置。

付記〔８〕

前記第２の状態データは、複数種類のデータを含み、前記非常時診断部は、前記複数種類のデータ間の相関に基づいて、前記診断対象に発生した前記異常の前記原因を診断する付記〔１〕～〔７〕のいずれかに記載の診断装置。

付記〔 9 〕

前記非常時診断部によって診断された前記異常の前記原因を示す原因情報の履歴を記録する履歴記憶部をさらに備え、前記非常時診断部は、前記履歴記憶部に記録された前記原因情報に基づいて前記原因を診断する付記〔 1 〕～〔 8 〕のいずれかに記載の診断装置。

付記〔 1 0 〕

前記常時診断部は、第 1 の診断部、および第 2 の診断部を含み、前記第 1 の診断部は、前記診断対象に異常が発生したか否かを診断し、前記第 2 の診断部は、前記診断対象に発生した前記異常の種類を診断する付記〔 1 〕～〔 9 〕のいずれかに記載の診断装置。

符号の説明

[0148]	1	産業機械
	2	制御装置
	2 0 1	ハードウェアプロセッサ
	2 0 2	バス
	2 0 3	ROM
	2 0 4	RAM
	2 0 5	不揮発性メモリ
	2 0 6	第 1 のインタフェース
	2 0 7	軸制御回路
	2 0 8	スピンドル制御回路
	2 0 9	PLC
	2 1 0	I/Oユニット
	2 1 1	第 2 のインタフェース
	2 1 2	第 3 のインタフェース
	4	サーボアンプ
	5	サーボモータ
	6	スピンドルアンプ

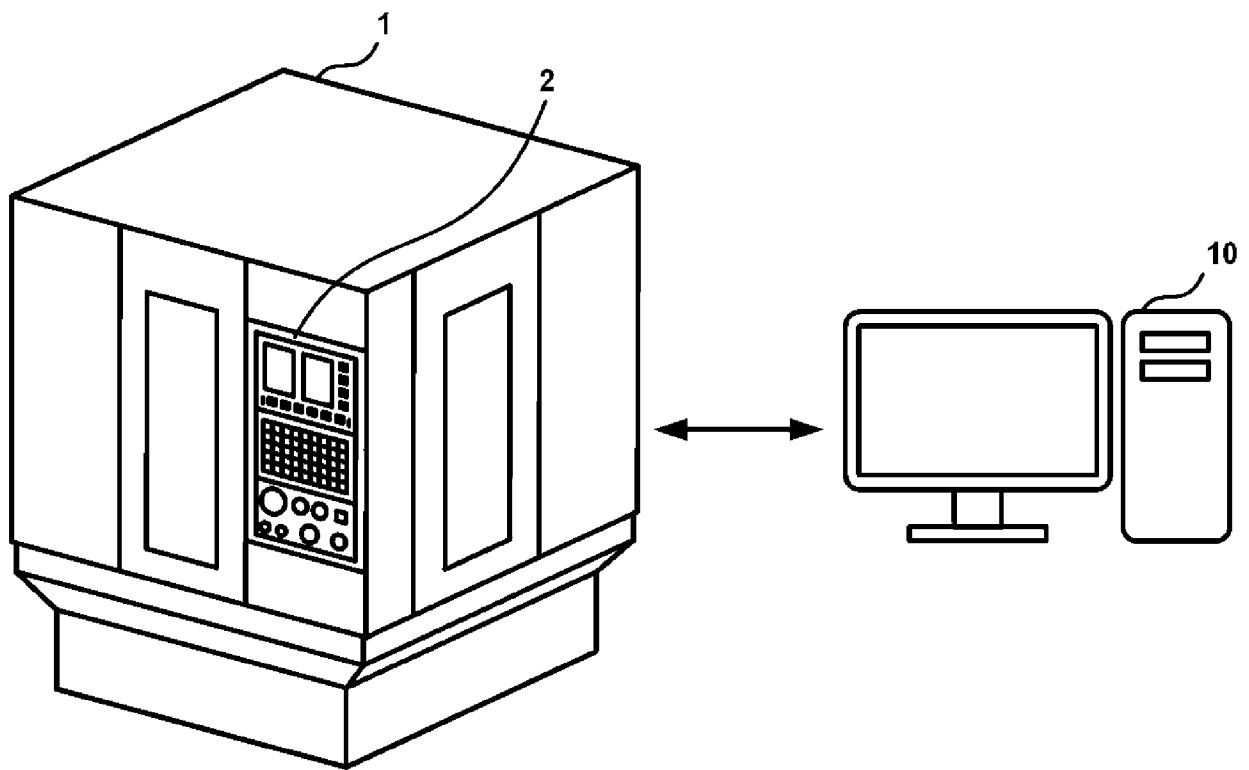
7	スピンドルモータ
8	補助機器
9	センサ
1 0	診断装置
1 0 1	ハードウェアプロセッサ
1 0 2	バス
1 0 3	ROM
1 0 4	RAM
1 0 5	不揮発性メモリ
1 0 6	第1のインタフェース
1 0 7	第2のインタフェース
1 1 1	第1の取得部
1 1 2	第1のデータ記憶部
1 1 3	常時診断部
1 1 3 A	第1の診断部
1 1 3 B	第2の診断部
1 1 4	第1の履歴記憶部
1 1 5	トリガ生成部
1 1 6	結果出力部
1 1 7	受付部
1 1 8	第2の取得部
1 1 9	第2のデータ記憶部
1 2 0	非常時診断部
1 2 1	第2の履歴記憶部
1 1	入出力装置

請求の範囲

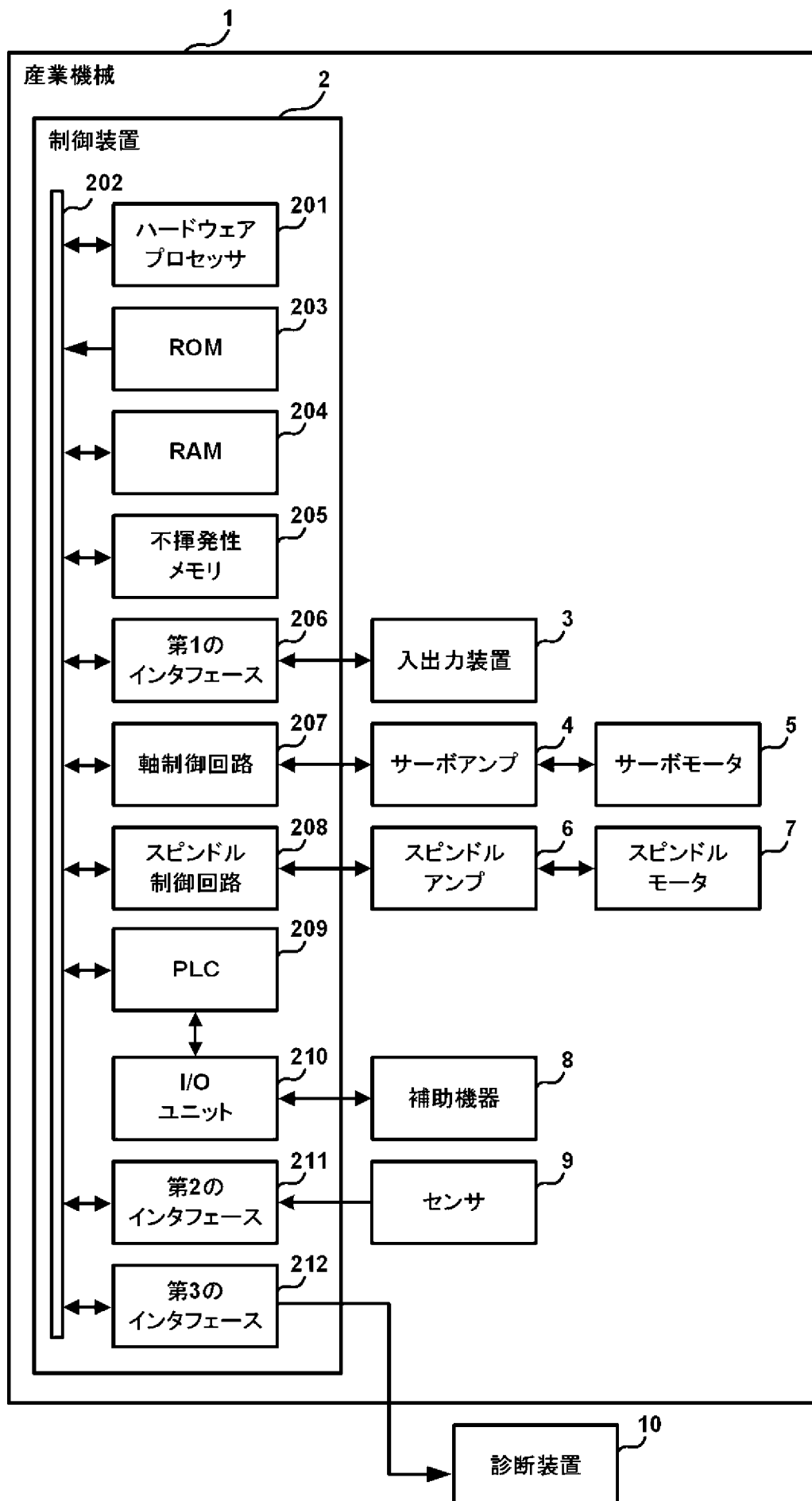
- [請求項1] 診断対象の状態を示す第1の状態データを取得する第1の取得部と、
、
 前記第1の取得部によって取得された前記第1の状態データに基づいて前記診断対象の異常を診断する常時診断部と、
 前記常時診断部による診断結果に基づいて、前記第1の状態データとは異なる第2の状態データを取得する第2の取得部と、
 前記第2の取得部によって取得された前記第2の状態データに基づいて、前記診断対象に発生した前記異常の原因を診断する非常時診断部と、
 を備える診断装置。
- [請求項2] 前記常時診断部は、異常度を算出する複数の異常検出モデルから選択された異常検出モデルを用いて、前記診断対象の前記異常を診断し、
、
 前記異常検出モデルが算出する正常時の異常度と異常時の異常度との差は、前記複数の異常検出モデルのうちの他の異常検出モデルがそれぞれ算出する正常時の異常度と異常時の異常度との差よりも大きい請求項1に記載の診断装置。
- [請求項3] 前記異常検出モデルは、前記診断対象を構成する部材、前記診断対象が設置される産業機械の構造、前記産業機械の設定状態、前記産業機械を動作させる動作プログラム、および前記診断対象が設置される環境に応じて、前記複数の異常検出モデルから選択される請求項2に記載の診断装置。
- [請求項4] 前記第1の状態データの種別を指定する情報および前記異常検出モデルの種別を指定する情報の少なくともいずれかを受け付ける受付部をさらに備える請求項2または3に記載の診断装置。
- [請求項5] 前記第1の取得部は、前記第1の状態データを取得する周期を変更する請求項1～4のいずれか1項に記載の診断装置。

- [請求項6] 前記第2の状態データは、前記診断対象を周波数スイープ動作させたときに取得される振動データ、または前記診断対象が加振されるときに取得される振動データである請求項1～5のいずれか1項に記載の診断装置。
- [請求項7] 前記非常時診断部は、前記第2の状態データの周波数成分を分析することにより、前記異常の前記原因を診断する請求項1～6のいずれか1項に記載の診断装置。
- [請求項8] 前記第2の状態データは、複数種類のデータを含み、
前記非常時診断部は、前記複数種類のデータ間の相関に基づいて、前記診断対象に発生した前記異常の前記原因を診断する請求項1～7のいずれか1項に記載の診断装置。
- [請求項9] 前記非常時診断部によって診断された前記異常の前記原因を示す原因情報の履歴を記録する履歴記憶部をさらに備え、
前記非常時診断部は、前記履歴記憶部に記録された前記原因情報に基づいて前記原因を診断する請求項1～8のいずれか1項に記載の診断装置。
- [請求項10] 前記常時診断部は、第1の診断部、および第2の診断部を含み、
前記第1の診断部は、前記診断対象に前記異常が発生したか否かを診断し、
前記第2の診断部は、前記診断対象に発生した前記異常の種類を診断する請求項1～9のいずれか1項に記載の診断装置。

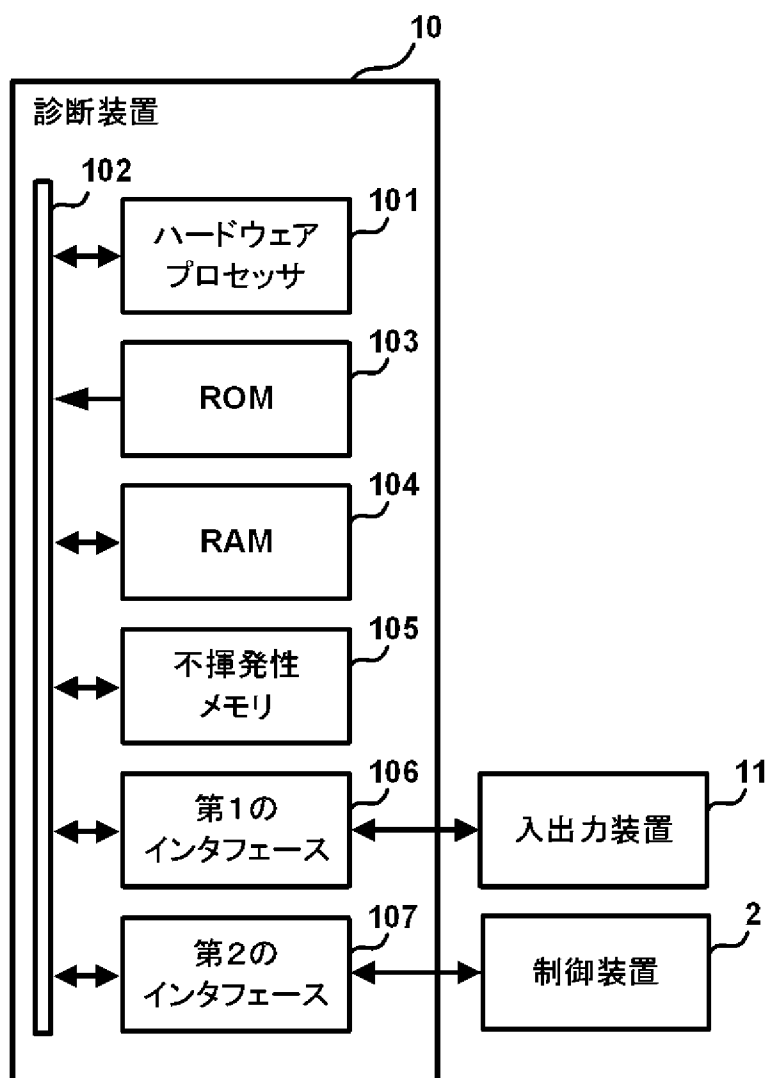
[図1]



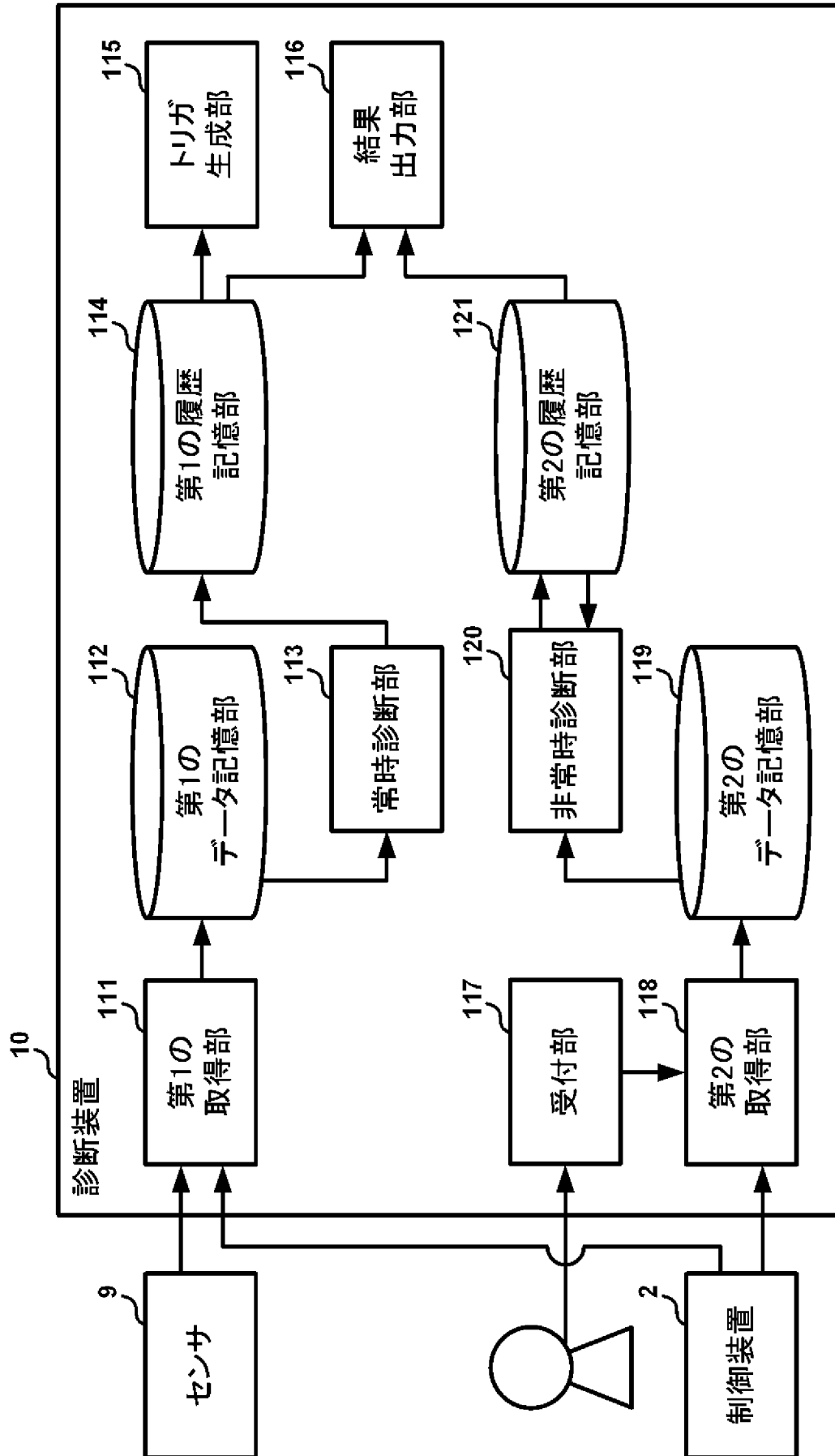
[図2]



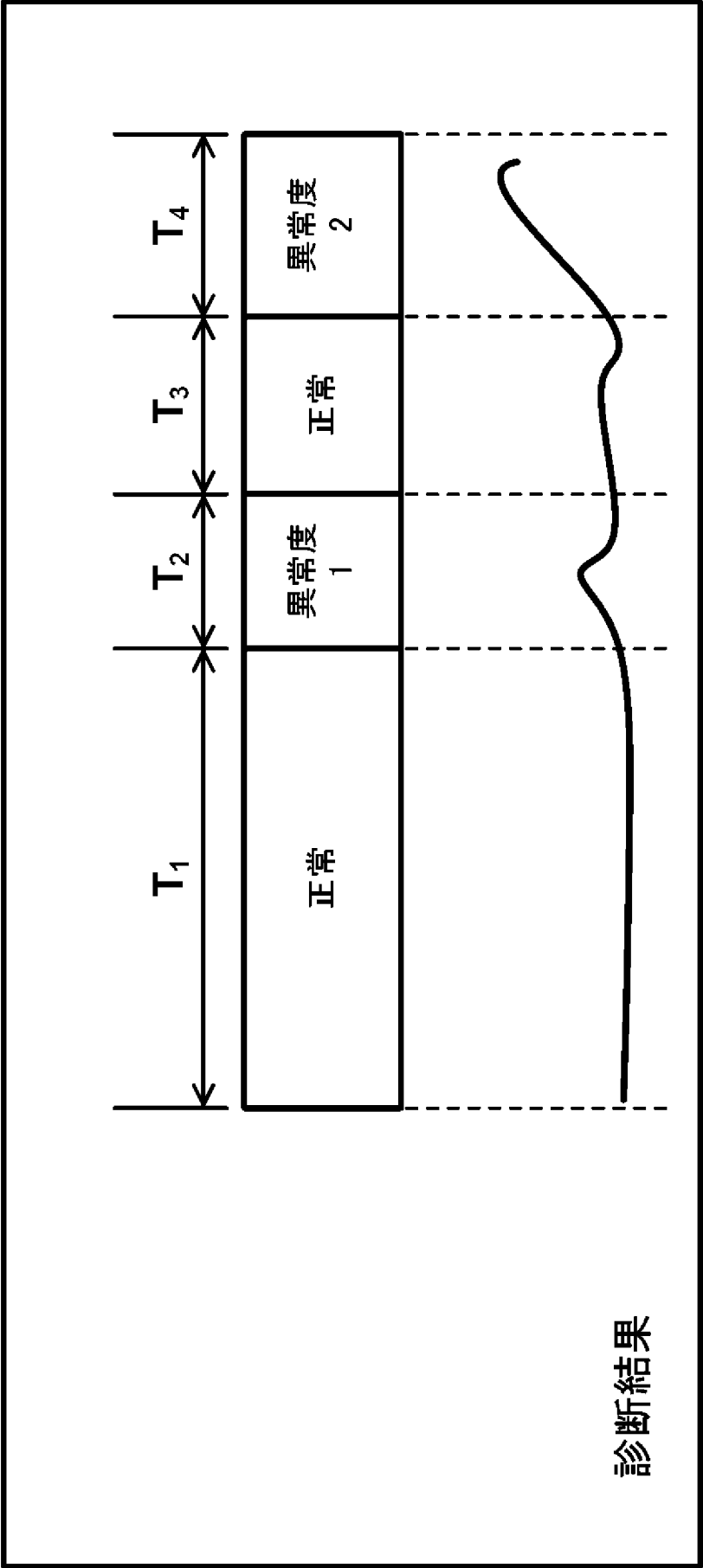
[図3]



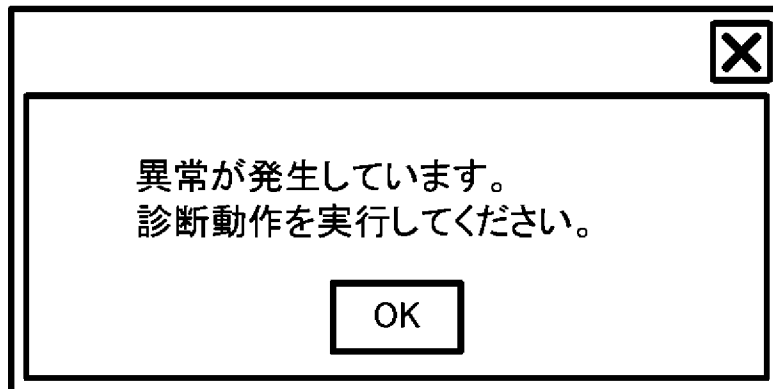
[図4]



[図5]



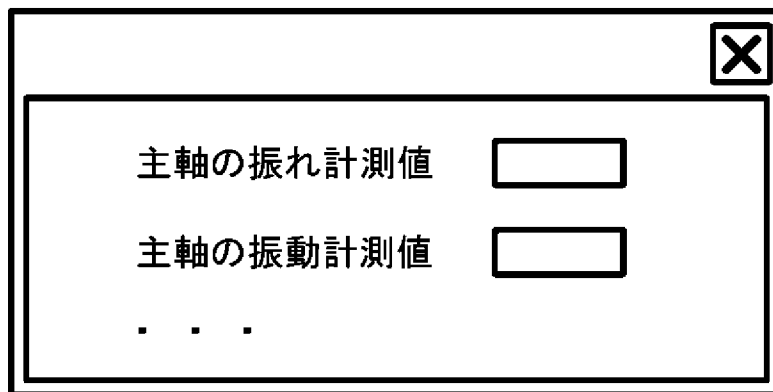
[図6]



異常が発生しています。
診断動作を実行してください。

OK

[図7]

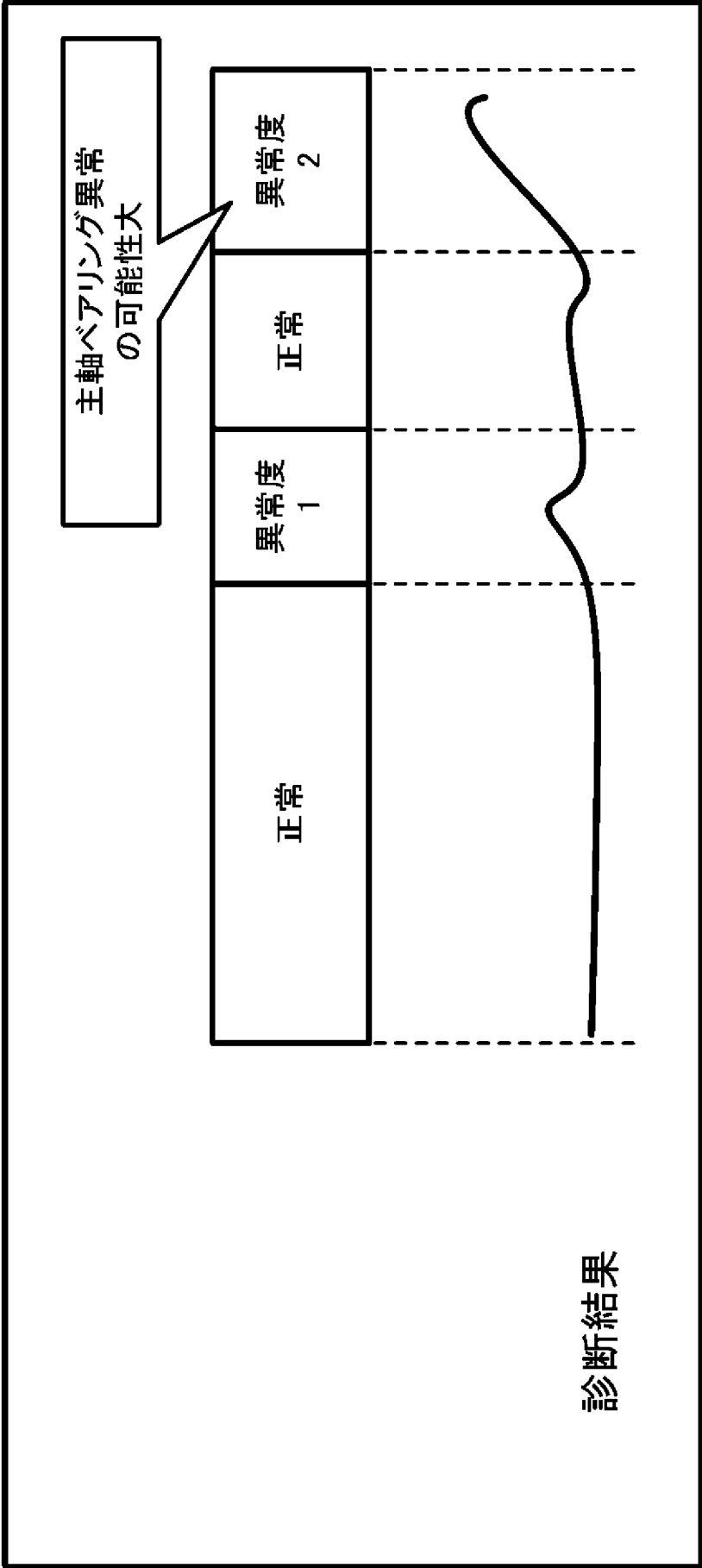


主軸の振れ計測値

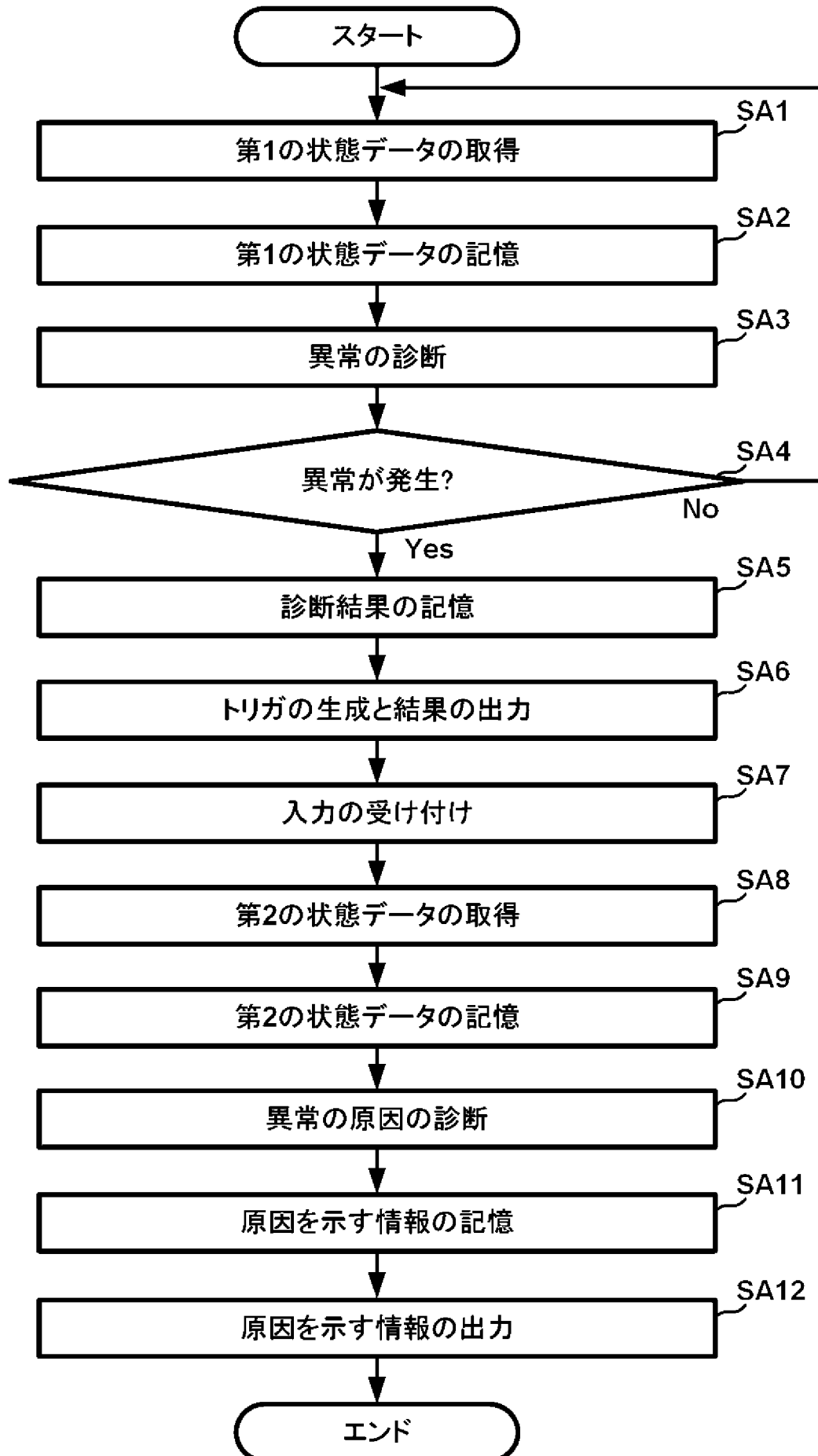
主軸の振動計測値

． ． ．

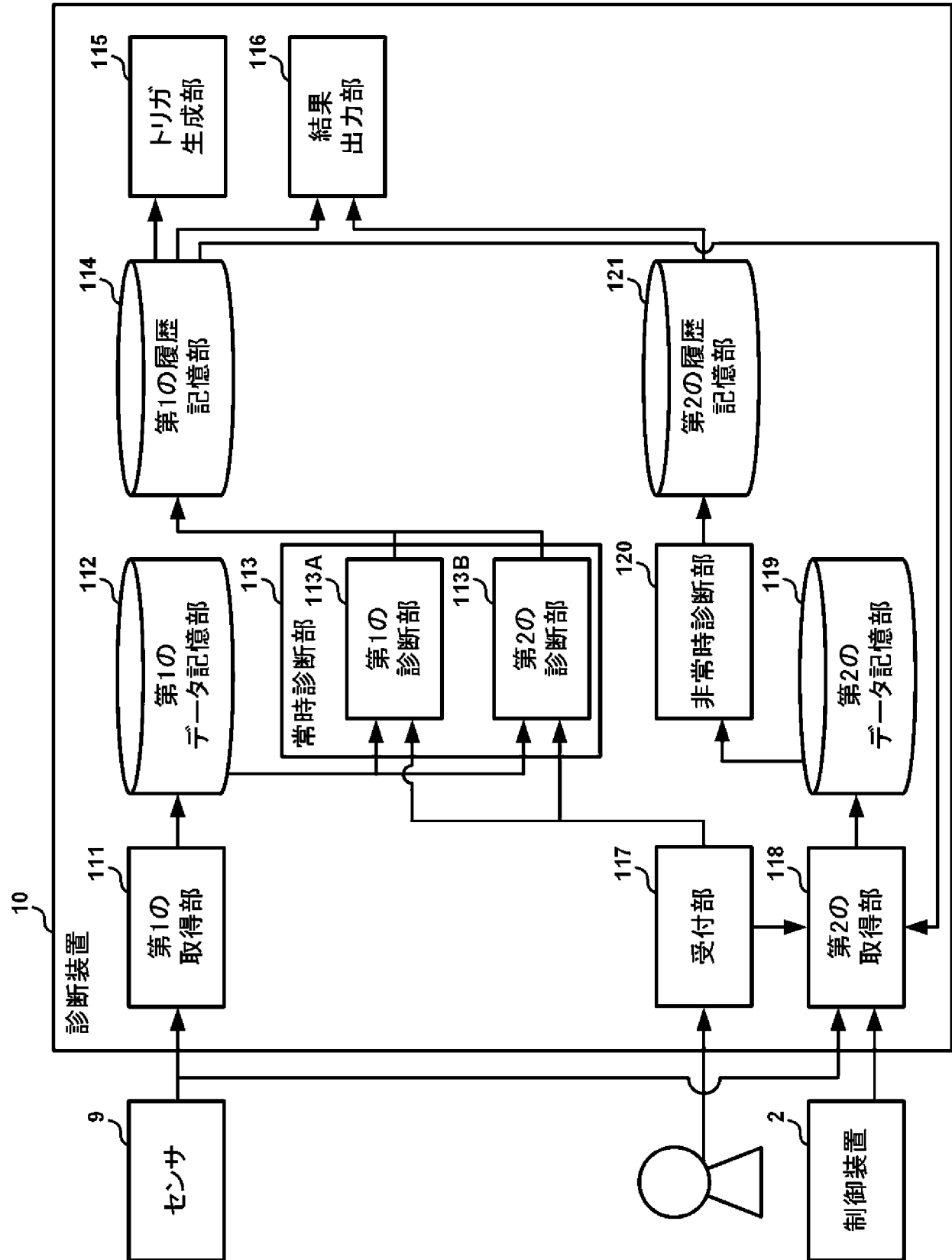
[図8]



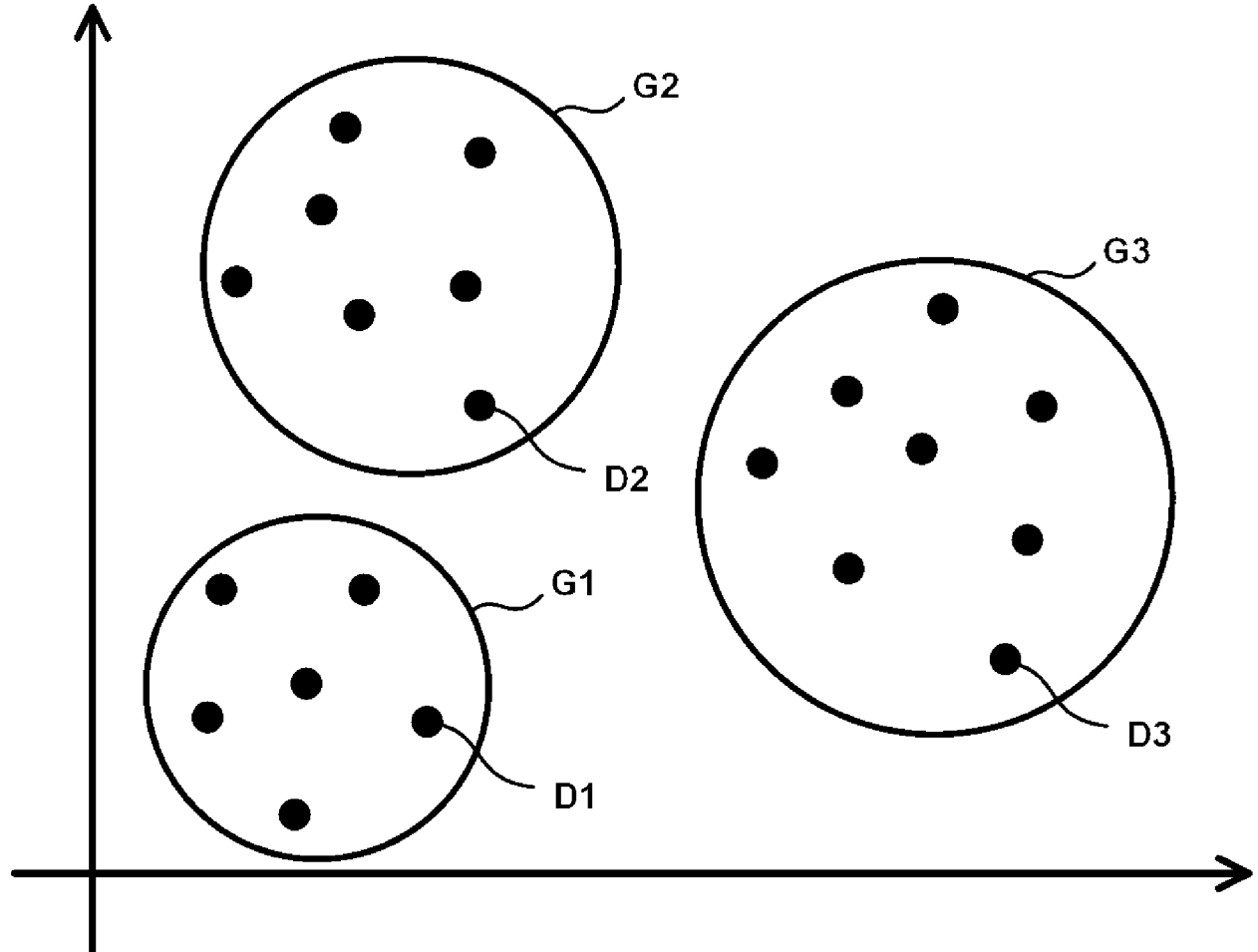
[図9]



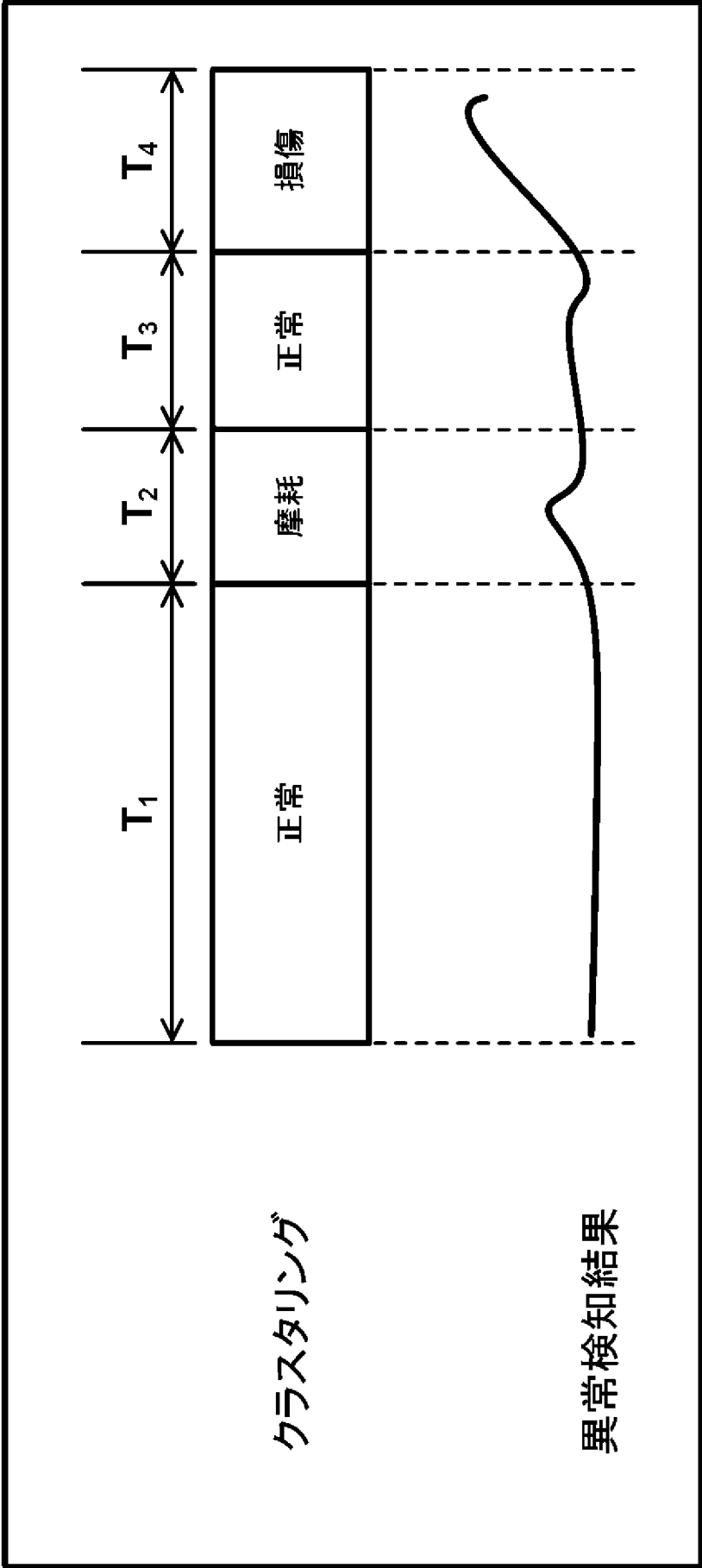
[図10]



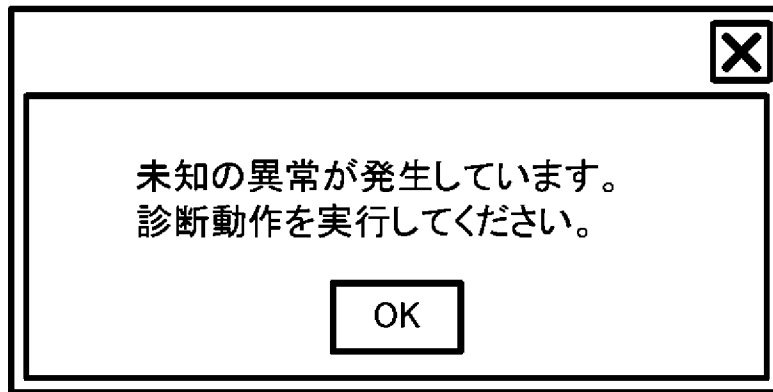
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/002080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01M 99/00**(2011.01)i

FI: G01M99/00 Z

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)

G01M99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2021-67614 A (HITACHI CONSTRUCTION MACHINERY CO., LTD.) 30 April 2021 (2021-04-30) fig. 1, 2	1, 5-10
Y		2-4
Y	WO 2019/186663 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 03 October 2019 (2019-10-03) paragraph [0053]	2-4
A	JP 2017-138150 A (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 10 August 2017 (2017-08-10) 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

22 February 2023

Date of mailing of the international search report

18 April 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/002080

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-67614	A	30 April 2021	(Family: none)	
WO	2019/186663	A1	03 October 2019	(Family: none)	
JP	2017-138150	A	10 August 2017	US 2017/0219421	A1
entire text, all drawings					

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01M 99/00(2011.01)i FI: G01M99/00 Z														
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）） G01M99/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年													
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												
X	JP 2021-67614 A（日立建機株式会社）30.04.2021（2021 - 04 - 30） [図1] [図2]	1, 5 - 10												
Y		2 - 4												
Y	WO 2019/186663 A1（三菱電機株式会社）03.10.2019（2019 - 10 - 03） [0053]	2 - 4												
A	JP 2017-138150 A（株式会社神戸製鋼所）10.08.2017（2017 - 08 - 10） 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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 22.02.2023	国際調査報告の発送日 18.04.2023													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 森口 正治 2J 9403 電話番号 03-3581-1101 内線 3252													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/002080

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-67614	A	30.04.2021	(ファミリーなし)	
WO	2019/186663	A1	03.10.2019	(ファミリーなし)	
JP	2017-138150	A	10.08.2017	US 2017/0219421 A1	
全文全図					