

(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12月14日(14.12.2023)



(10) 国際公開番号

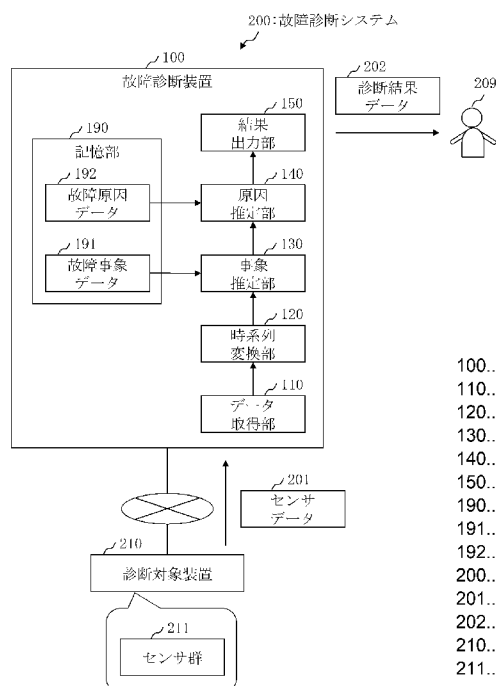
WO 2023/238366 A1

- (51) 国際特許分類:  
G06Q 10/00 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/023414
- (22) 国際出願日: 2022年6月10日(10.06.2022)
- (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:安井 亮太(YASUI, Ryota); 〒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). 伊藤 仁美(ITO, Hitomi); 〒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). 菊澤 隆司(KIKUZAWA, Takashi); 〒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,

(54) Title: FAILURE DIAGNOSIS DEVICE, FAILURE DIAGNOSIS METHOD, AND FAILURE DIAGNOSIS PROGRAM

(54) 発明の名称: 故障診断装置、故障診断方法および故障診断プログラム

図1



- 100... Failure diagnosis device
- 110... Data acquisition unit
- 120... Time series conversion unit
- 130... Event estimation unit
- 140... Reason estimation unit
- 150... Result output unit
- 190... Storage unit
- 191... Failure event data
- 192... Failure reason data
- 200... Failure diagnosis system
- 201... Sensor data
- 202... Diagnosis result data
- 210... Subject-to-be-diagnosed device
- 211... Sensor group

(57) Abstract: According to the present invention, a time series conversion unit (120) uses sensor data (201) to convert, into feature information, a time series of sensor values for each sensor. An event estimation unit (130) selects, as an estimated event from failure event data (191), a failure event associated with a feature information group that is similar to an obtained feature information group. A reason estimation unit (140) extracts, as an estimated reason group from failure reason data (192), a failure reason group that is associated with the same failure event as the estimated event. A result



WO 2023/238366 A1

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, 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, 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, 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))

---

output unit (150) outputs diagnosis result data (202) that indicates the estimated event and the estimated reason group.

(57) 要約: 時系列変換部 (120) は、センサデータ (201) を用いてセンサごとにセンサ値の時系列を特徴情報に変換する。事象推定部 (130) は、故障事象データ (191) から、得られた特徴情報群と類似する特徴情報群に対応付けられた故障事象を、推定事象として選択する。原因推定部 (140) は、故障原因データ (192) から、前記推定事象と同じ故障事象に対応付けられた故障原因群を、推定原因群として抽出する。結果出力部 (150) は、前記推定事象と前記推定原因群を示す診断結果データ (202) を出力する。

## 明 細 書

発明の名称：

故障診断装置、故障診断方法および故障診断プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、機器の故障診断を行う技術に関するものである。

背景技術

[0002] 近年、様々な機器がインターネットに接続されるIoTが普及してきている。

IOTの普及により、従来はインターネットに接続されていなかった機器からもネットワークを通じて情報を収集することができるようになった。例えば、機器に設置された多種多様なセンサデータをリアルタイムで取得することが可能になっている。

IOTは、Internet of thingsの略称である。

[0003] 一方、機器の運用時には、継続的に利用可能な状態を保つために、機器の保守を実施する必要がある。

機器に故障が発生すると、保守員は故障診断を行い、診断結果に応じて修理または部品交換などの対処を行う。故障診断では、発生している故障の種類及び故障の原因が特定される。

多数の部品から構成される機器の故障診断を行うには、高度な専門的知見が必要となる。そこで、故障診断を容易にする手法として故障木が用いられる。しかし、一般的な故障木を用いる従来手法では、故障事象と故障原因の間に複雑な中間事象を設定する必要がある。そのため、ユーザの負担が大きくなる。

[0004] 特許文献1は故障診断方法を開示している。

この方法では、事象入力用ユーザインタフェースと複数の故障木が、容易に構築可能な記憶部に登録される。そして、ユーザが各故障木に関連する事象について事象の発生有無を入力する。これにより、複雑な中間事象の設定

を要することなく、効率的な故障原因の診断が可能になる。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2015-162090号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1の方法は、故障木を用いて故障原因を絞り込む際に、ユーザからのインタラクティブな情報入力を必要とする。つまり、人手がかかる。

[0007] 本開示は、ユーザからのインタラクティブな情報入力を必要とせずに故障診断を行え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

[0008] 本開示の故障診断装置は、故障が発生した診断対象装置を診断する。

前記故障診断装置は、

前記診断対象装置のセンサ群によって得られセンサごとにセンサ値の時系列を示すセンサデータを取得するデータ取得部と、

取得されたセンサデータを用いて前記センサごとに前記センサ値の前記時系列を前記時系列の特徴を示す特徴情報に変換することによって、前記センサ群に対応する特徴情報群を得る時系列変換部と、

複数の故障事象のそれぞれに対応付けて特徴情報群を示す故障事象データから、得られた特徴情報群と類似する特徴情報群に対応付けられた故障事象を、推定事象として選択する事象推定部と、

前記複数の故障事象のそれぞれに対応付けて故障原因群を示す故障原因データから、前記推定事象と同じ故障事象に対応付けられた故障原因群を、推定原因群として抽出する原因推定部と、

前記推定事象と前記推定原因群を示す診断結果データを出力する結果出力部と、

を備える故障診断装置。

## 発明の効果

[0009] 本開示によれば、ユーザからのインタラクティブな情報入力を必要とせず  
に故障診断を行うことができる。

## 図面の簡単な説明

- [0010] [図1]実施の形態1における故障診断システム200の構成図。  
[図2]実施の形態1における故障診断装置100の構成図。  
[図3]実施の形態1における故障診断方法のフローチャート。  
[図4]実施の形態1における故障事象データ191の一例を示す図。  
[図5]実施の形態1におけるステップS130のフローチャート。  
[図6]実施の形態1におけるステップS130の概要図。  
[図7]実施の形態1における故障原因データ192の一例を示す図。  
[図8]実施の形態1におけるステップS140のフローチャート。  
[図9]実施の形態1におけるステップS140の概要図。  
[図10]実施の形態2における故障診断方法のフローチャート。  
[図11]実施の形態2におけるステップS220のフローチャート。  
[図12]実施の形態2におけるステップS220の概要図。  
[図13]実施の形態2における故障事象データ191の一例を示す図。  
[図14]実施の形態2におけるステップS230のフローチャート。  
[図15]実施の形態2におけるステップS230の概要図。  
[図16]実施の形態における故障診断装置100のハードウェア構成図。

## 発明を実施するための形態

[0011] 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。

[0012] 実施の形態1.  
故障診断システム200について、図1から図9に基づいて説明する。

[0013] \*\*\*構成の説明\*\*\*

図 1 に基づいて、故障診断システム 200 の構成を説明する。

故障診断システム 200 は、診断対象装置 210 と、故障診断装置 100 と、を備える。

[0014] 診断対象装置 210 は、故障が発生した装置である。

診断対象装置 210 は、各種計測を行うセンサ群 211 を具備する。

センサ群 211 は、1 つ以上のセンサである。

センサは、診断対象装置 210 の状態（温度など）を計測する。計測によって得られる値を、センサ値と称する。

[0015] センサデータ 201 は、センサ群 211 によって得られるデータである。

センサデータ 201 は、センサごとにセンサ値の時系列を示す。つまり、センサデータ 201 は、センサごとに一定期間の各時刻のセンサ値を示す。一定期間には、故障の発生時刻および発生時刻の前後の時間帯が含まれる。

[0016] 故障診断装置 100 は、ネットワークを介して診断対象装置 210 に接続される。ネットワークの具体例はインターネットである。

故障診断装置 100 は、センサデータ 201 に基づいて診断対象装置 210 を診断し、ユーザ 209 に診断結果を提示する。例えば、ユーザ 209 は、故障の対応にあたる保守員である。

診断結果データ 202 は、診断結果を示すデータである。

[0017] 図 2 に基づいて、故障診断装置 100 の構成を説明する。

故障診断装置 100 は、プロセッサ 101 とメモリ 102 と補助記憶装置 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。

[0018] 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。

IC は、Integrated Circuit の略称である。

CPU は、Central Processing Unit の略称である。

[0019] メモリ 102 は揮発性または不揮発性の記憶装置である。メモリ 102 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 102 は RAM である。メモリ 102 に記憶されたデータは必要に応じて補助記憶装置 103 に保存される。

RAM は、Random Access Memory の略称である。

[0020] 補助記憶装置 103 は不揮発性の記憶装置である。例えば、補助記憶装置 103 は、ROM、HDD、フラッシュメモリまたはこれらの組み合わせである。補助記憶装置 103 に記憶されたデータは必要に応じてメモリ 102 にロードされる。

ROM は、Read Only Memory の略称である。

HDD は、Hard Disk Drive の略称である。

[0021] 通信装置 104 はレシーバ及びトランスミッタである。例えば、通信装置 104 は通信チップまたは NIC である。故障診断装置 100 の通信は通信装置 104 を用いて行われる。

NIC は、Network Interface Card の略称である。

[0022] 入出カインタフェース 105 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、入出カインタフェース 105 は USB 端子であり、入力装置はキーボードおよびマウスであり、出力装置はディスプレイである。故障診断装置 100 の入出力は入出カインタフェース 105 を用いて行われる。

USB は、Universal Serial Bus の略称である。

[0023] 故障診断装置 100 は、データ取得部 110 と時系列変換部 120 と事象推定部 130 と原因推定部 140 と結果出力部 150 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。

[0024] 補助記憶装置 103 には、データ取得部 110 と時系列変換部 120 と事象推定部 130 と原因推定部 140 と結果出力部 150 としてコンピュータを機能させるための故障診断プログラムが記憶されている。故障診断プログ

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。

補助記憶装置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、故障診断プログラムを実行する。

OSは、Operating Systemの略称である。

[0025] 故障診断プログラムの入出力データは記憶部190に記憶される。

メモリ102は記憶部190として機能する。但し、補助記憶装置103、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、メモリ102の代わりに、又は、メモリ102と共に、記憶部190として機能してもよい。

[0026] 故障診断装置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。

[0027] 故障診断プログラムは、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。

[0028] \*\*\*動作の説明\*\*\*

故障診断システム200の動作の手順は故障診断方法に相当する。また、故障診断システム200の動作の手順は故障診断プログラムによる処理の手順に相当する。

[0029] 図3に基づいて、故障診断方法を説明する。

ステップS110において、データ取得部110は、センサデータ201を取得する。

例えば、故障が発生すると診断対象装置210がセンサデータ201を故障診断装置100へ送信する。そして、データ取得部110は、センサデータ201を受信する。

[0030] ステップS120において、時系列変換部120は、取得されたセンサデ

ータ201を用いて、センサごとにセンサ値の時系列を特徴情報に変換する。特徴情報は、センサ値の時系列の特徴を示す。

具体的には、時系列変換部120は、センサごとにセンサ値の時系列を波形化して波形データを生成する。生成された波形データが特徴情報である。

波形データは、センサ値の時系列を表す波形を示す。

ステップS120により、センサ群211に対応する特徴情報群（波形データ群）が得られる。

[0031] ステップS130において、事象推定部130は、故障事象データ191と、ステップS120で得られた特徴情報群と、に基づいて診断対象装置210の故障事象を推定する。推定された故障事象を、推定事象と称する。

故障事象データ191は、複数の故障事象のそれぞれに対応付けて特徴情報群を示す。

[0032] 具体的には、事象推定部130は、ステップS120で得られた特徴情報群と類似する特徴情報群を故障事象データ191から選択する。そして、事象推定部130は、選択された特徴情報群に対応付けられた故障事象を故障事象データ191から選択する。選択された故障事象が推定事象である。

[0033] 図4に基づいて、故障事象データ191の詳細を説明する。

故障事象データ191は、複数の故障事象のそれぞれに対応付けて波形データ群（特徴情報群）を示す。

例えば、故障事象データ191は表形式のデータである。図4において、縦軸は、複数の故障事象を示している。縦軸において、診断対象装置210で発生する可能性がある故障事象が網羅され、故障事象の一覧が示されている。また、横軸は、センサ群211に対応する波形データ群を示している。横軸において、センサ群211を構成するセンサの一覧が示されている。

故障事象データ191は、診断対象装置210の設計情報を網羅的に分析して作成され、記憶部190に予め記憶される。

[0034] 図5に基づいて、ステップS130の詳細を説明する。

ステップS131において、事象推定部130は、故障事象データ191

の故障事象ごとに、故障事象に対応付けられた波形データ群を、ステップS 1 2 0 で得られた波形データ群と比較する。

[0035] ステップS 1 3 2 において、事象推定部 1 3 0 は、故障事象ごとに、比較結果に基づいて、故障事象に対応付けられた波形データ群とステップS 1 2 0 で得られた波形データ群の類似度を算出する。

例えば、波形データ群の類似度は次のように算出される。事象推定部 1 3 0 は、センサごとに、ステップS 1 2 0 で得られた波形データと故障事象データ 1 9 1 に示される波形データの類似度を算出し、算出された類似度の統計値（例えば平均）を算出する。算出された統計値が波形データ群の類似度となる。

[0036] ステップS 1 3 3 において、事象推定部 1 3 0 は、故障事象データ 1 9 1 の各波形データ群の類似度を順位付けする。類似度が高いほど順位が高い。

[0037] ステップS 1 3 4 において、事象推定部 1 3 0 は、類似度の順位が最も高い波形データ群を選択する。

[0038] ステップS 1 3 5 において、事象推定部 1 3 0 は、選択された波形データ群に対応付けられた故障事象を故障事象データ 1 9 1 から選択する。選択された故障事象が推定事象である。

[0039] 図 6 に、ステップS 1 3 0 の概要を示す。

波形データ群 1 8 1 は、ステップS 1 2 0 で得られた波形データ群である。

波形データ群 1 8 1 に対する故障（a）の波形データ群の類似度は、90パーセントであり、最も高い。

この場合、故障（a）が推定事象である。

[0040] 図 3 に戻り、ステップS 1 4 0 から説明を続ける。

ステップS 1 4 0 において、原因推定部 1 4 0 は、推定事象と故障原因データ 1 9 2 に基づいて、診断対象装置 2 1 0 の故障原因群を推定する。故障原因群は、1 つ以上の故障原因である。推定された故障原因群を、推定原因群と称する。

故障原因データ 192 は、複数の故障事象のそれぞれに対応付けて故障原因群を示す。

[0041] 具体的には、原因推定部 140 は、推定事象と同じ故障事象に対応付けられた故障原因群を故障原因データ 192 から抽出する。抽出された故障原因群が推定原因群である。

[0042] 図 7 に基づいて、故障原因データ 192 の詳細を説明する。

故障原因データ 192 は、木構造で構成された全体故障木を示すデータである。

全体故障木は、複数の故障事象のそれぞれの部分故障木を含む。全体故障木には、診断対象装置 210 で発生する可能性がある故障事象が網羅されている。

部分故障木は、故障事象を示す親ノードと、親ノードに関連付けられ故障原因群を示す子ノード群を有する。部分故障木には、故障事象を発生させる故障原因が網羅されている。

図 7 において、故障原因データ 192 の全体故障木は、故障 (a) と故障 (b) と故障 (c) のそれぞれの部分故障木を含んでいる。

故障 (a) の親ノードは、原因 (a1) の子ノードと原因 (a2) の子ノードに対応付けられている。

故障原因データ 192 は、診断対象装置 210 の設計情報を網羅的に分析して作成され、記憶部 190 に予め記憶される。

[0043] 図 8 に基づいて、ステップ S140 の詳細を説明する。

ステップ S141 において、原因推定部 140 は、推定事象と同じ故障事象を示す親ノードを全体故障木から選択する。

[0044] ステップ S142 において、原因推定部 140 は、選択された親ノードを有する部分故障木を全体故障木から抽出する。

抽出された部分故障木の子ノード群が示す故障原因群が推定原因群である。

[0045] 図 9 に、ステップ S140 の概要を示す。

推定事象 182 は、故障 (a) である。

故障 (a) の親ノードが全体故障木から選択される。そして、故障 (a) の親ノードを有する部分故障木が抽出される。

抽出された部分故障木の子ノード群は、原因 (a1) の子ノードと原因 (a2) の子ノードである。

この場合、原因 (a1) および原因 (a2) が推定原因群である。

[0046] 図3に戻り、ステップS150を説明する。

ステップS150において、結果出力部150は、診断結果データ202を出力する。

診断結果データ202は、推定事象と推定原因群を示す。

例えば、結果出力部150は、推定事象と推定原因群をディスプレイに表示する。

[0047] \*\*\*実施の形態1の効果\*\*\*

実施の形態1は、IoTによって機器から取得されるセンサデータを用いることで人手を要せずに自動で機器の故障原因を診断するための形態である。

実施の形態1では、診断対象装置210の設計に基づき、故障-センサ値対応表(191)があらかじめ作成され保持される。故障診断装置100は、故障発生時に診断対象装置210から収集したセンサデータ波形を故障-センサ値対応表と突き合わせる。これにより、人手による情報入力の工程が削減され、診断に要する時間の短縮および故障診断の省力化が可能となる。

[0048] 実施の形態2.

推定事象をより容易に求める形態について、主に実施の形態1と異なる点を図10から図16に基づいて説明する。

[0049] \*\*\*構成の説明\*\*\*

故障診断装置100の構成は、実施の形態1における構成と同じである。

但し、故障事象データ191の構成が、実施の形態1における構成と異なる。

[0050] \*\*\*動作の説明\*\*\*

図10に基づいて、故障診断方法を説明する。

ステップS210において、データ取得部110は、センサデータ201を取得する。

ステップS210は、実施の形態1のステップS110と同じである。

[0051] ステップS220において、時系列変換部120は、取得されたセンサデータ201を用いて、センサごとにセンサ値の時系列を特徴情報に変換する。

具体的には、時系列変換部120は、センサごとにセンサ値の時系列の挙動パターンを判定する。判定された挙動パターンが特徴情報である。

挙動パターンは、時間の経過に伴うセンサ値の変化の傾向を示す。

ステップS220により、センサ群211に対応する特徴情報群（挙動パターン群）が得られる。

[0052] 図11に基づいて、ステップS220の詳細を説明する。

センサデータ201は、開始時刻から終了時刻までのセンサ値の時系列を示す。

開始時刻は、故障の発生時刻より前の時刻である。開始時刻から故障の発生時刻までの時間帯を、正常時間帯と称する。

終了時刻は、故障の発生時刻より後の時刻である。故障の発生時刻から終了時刻までの時間帯を、故障時間帯と称する。

[0053] ステップS221において、時系列変換部120は、センサごとに故障時間帯のセンサ値を正常時間帯のセンサ値と比較する。

[0054] ステップS222において、時系列変換部120は、センサごとに比較結果に基づいて正常時間帯のセンサ値に対する故障時間帯のセンサ値の変化の傾向を判定する。判定された傾向が挙動パターンである。

[0055] 挙動パターンは、以下のように判定される。なお、センサごとに誤差範囲が予め定義される。但し、共通の誤差範囲が定義されてもよい。

故障時間帯のセンサ値の多くが誤差範囲を超えて増加している場合、時系

列変換部120は、挙動パターンが「増加」と判定する。

故障時間帯のセンサ値の多くが誤差範囲を超えて減少している場合、時系列変換部120は、挙動パターンが「減少」と判定する。

故障時間帯のセンサ値の多くが誤差範囲を超えて変化していない場合、時系列変換部120は、挙動パターンが「不変」と判定する。

[0056] 図12に、ステップS220の概要を示す。

センサ(A)について、故障時間帯のセンサ値(A)の多くは誤差範囲(A)を超えて増加している。この場合、センサ(A)の挙動パターンは「増加」である。

センサ(B)について、故障時間帯のセンサ値(B)の多くは誤差範囲(B)を超えて減少している。この場合、センサ(B)の挙動パターンは「減少」である。

センサ(C)について、故障時間帯のセンサ値(C)の多くは誤差範囲(C)を超えて変化していない。この場合、センサ(C)の挙動パターンは「不変」である。

[0057] 挙動パターンの判定について補足する。挙動パターンは、例えば、以下の条件で判定される。

誤差範囲の上限値を「 $m+$ 」と記し、誤差範囲の下限値を「 $m-$ 」と記す。故障時間帯にN個のセンサ値( $x_1 \sim x_N$ )がある。

時系列変換部120は、 $x_n > m+$ を満たすセンサ値 $x_n$ の個数(a)と、 $m- > x_n$ を満たすセンサ値 $x_n$ の個数(b)と、 $m+ > x_n > m-$ を満たすセンサ値 $x_n$ の個数(c)と、を数える。そして、時系列変換部120は、個数(a)と個数(b)と個数(c)を比較する。

個数(a)が最も多い場合、時系列変換部120は、挙動パターンが「増加」と判定する。

個数(b)が最も多い場合、時系列変換部120は、挙動パターンが「減少」と判定する。

個数(c)が最も多い場合、時系列変換部120は、挙動パターンが「不

変」であると判定する。

[0058] 図10に戻り、ステップS230から説明を続ける。

ステップS230において、事象推定部130は、故障事象データ191と、ステップS120で得られた特徴情報群と、に基づいて診断対象装置210の故障事象を推定する。

[0059] 図13に基づいて、故障事象データ191の詳細を説明する。

故障事象データ191は、複数の故障事象のそれぞれに対応付けて挙動パターン群（特徴情報群）を示す。

例えば、故障事象データ191は表形式のデータである。図13において、縦軸は、複数の故障事象を示している。縦軸において、診断対象装置210で発生する可能性がある故障事象が網羅され、故障事象の一覧が示されている。また、横軸は、センサ群211に対応する挙動パターン群を示している。横軸において、センサ群211を構成するセンサの一覧が示されている。

故障事象データ191は、診断対象装置210の設計情報を網羅的に分析して作成され、記憶部190に予め記憶される。

[0060] 図14に基づいて、ステップS230の詳細を説明する。

ステップS231において、事象推定部130は、故障事象データ191の故障事象ごとに、故障事象に対応付けられた挙動パターン群を、ステップS220で得られた挙動パターン群と比較する。

[0061] ステップS232において、事象推定部130は、故障事象ごとに、比較結果に基づいて、故障事象に対応付けられた挙動パターン群とステップS220で得られた挙動パターン群の一致度を算出する。

例えば、挙動パターン群の一致度は、一致する挙動パターンの個数である。

[0062] ステップS233において、事象推定部130は、故障事象データ191の各挙動パターン群の一致度を順位付けする。一致度が高いほど順位が高い。

[0063] ステップS 2 3 4において、事象推定部 1 3 0は、一致度の順位が最も高い挙動パターン群を選択する。

[0064] ステップS 2 3 5において、事象推定部 1 3 0は、選択された挙動パターン群に対応付けられた故障事象を故障事象データ 1 9 1から選択する。選択された故障事象が推定事象である。

[0065] 図 1 5に、ステップS 2 3 0の概要を示す。

挙動パターン群 1 8 3は、ステップS 2 2 0で得られた挙動パターン群である。

挙動パターン群 1 8 3に対する故障 (a) の挙動パターンの一致度が最も高い。

この場合、故障 (a) が推定事象である。

[0066] 図 1 0に戻り、ステップS 2 4 0から説明を続ける。

ステップS 2 4 0において、原因推定部 1 4 0は、推定事象と故障原因データ 1 9 2に基づいて、診断対象装置 2 1 0の故障原因群を推定する。

ステップS 2 4 0は、実施の形態 1のステップS 1 4 0と同じである。

[0067] ステップS 2 5 0において、結果出力部 1 5 0は、診断結果データ 2 0 2を出力する。

ステップS 2 5 0は、実施の形態 1のステップS 1 5 0と同じである。

[0068] \*\*\*実施の形態 2の効果\*\*\*

故障診断装置 1 0 0は、診断対象装置 2 1 0から得られたセンサデータをセンサデータ挙動パターンに変換する。その後、故障診断装置 1 0 0は、センサデータ挙動パターンと故障-センサ値対応表 (1 9 1)を比較し、一致度の算出を行う。

センサデータ挙動パターンの形式は、実施の形態 1で用いられるセンサデータ波形の形式よりも単純である。そのため、比較時の計算資源を低減できる。

故障診断装置 1 0 0は、比較時に各センサデータのパターン変換閾値 (誤差範囲)を用いる。これにより、故障とは無関係な要因 (例えばノイズ)に

よる値の変動を無視することができる。

[0069] \*\*\*実施の形態の補足\*\*\*

図16に基づいて、故障診断装置100のハードウェア構成を説明する。

故障診断装置100は処理回路109を備える。

処理回路109は、データ取得部110と時系列変換部120と事象推定部130と原因推定部140と結果出力部150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プロセッサ101であってもよい。

[0070] 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。

[0071] 故障診断装置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。

[0072] 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。

[0073] このように、故障診断装置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。

[0074] 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。

[0075] 故障診断装置100の各要素の「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

[0076] 100 故障診断装置、101 プロセッサ、102 メモリ、103 補助記憶装置、104 通信装置、105 入出力インタフェース、109 処理回路、110 データ取得部、120 時系列変換部、130 事象推定部、140 原因推定部、150 結果出力部、181 波形データ群、182 推定事象、183 挙動パターン群、190 記憶部、191 故障事象データ、192 故障原因データ、200 故障診断システム、201 センサデータ、202 診断結果データ、209 ユーザ、210 診断対象装置、211 センサ群。

## 請求の範囲

### [請求項1]

故障が発生した診断対象装置を診断する故障診断装置であり、  
前記診断対象装置のセンサ群によって得られセンサごとにセンサ値の時系列を示すセンサデータを取得するデータ取得部と、  
取得されたセンサデータを用いて前記センサごとに前記センサ値の前記時系列を前記時系列の特徴を示す特徴情報に変換することによって、前記センサ群に対応する特徴情報群を得る時系列変換部と、  
複数の故障事象のそれぞれに対応付けて特徴情報群を示す故障事象データから、得られた特徴情報群と類似する特徴情報群に対応付けられた故障事象を、推定事象として選択する事象推定部と、  
前記複数の故障事象のそれぞれに対応付けて故障原因群を示す故障原因データから、前記推定事象と同じ故障事象に対応付けられた故障原因群を、推定原因群として抽出する原因推定部と、  
前記推定事象と前記推定原因群を示す診断結果データを出力する結果出力部と、  
を備える故障診断装置。

### [請求項2]

前記故障事象データは、前記複数の故障事象のそれぞれに対応付けて波形データ群を前記特徴情報群として示し、  
前記時系列変換部は、前記センサごとに前記時系列を波形化して波形データを前記特徴情報として生成することによって、前記センサ群に対応する波形データ群を前記特徴情報群として得て、  
前記事象推定部は、  
前記故障事象データの前記故障事象ごとに、前記故障事象に対応付けられた波形データ群を、得られた波形データ群と比較し、  
前記故障事象データの前記故障事象ごとに、前記故障事象に対応付けられた波形データ群と得られた波形データ群の類似度を算出し、  
前記故障事象データの各波形データ群の類似度を順位付けし、  
前記故障事象データから、類似度の順位が最も高い波形データ群を

選択し、

選択された波形データ群に対応付けられた故障事象を前記推定事象として選択する

請求項 1 に記載の故障診断装置。

[請求項3]

前記故障事象データは、前記複数の故障事象のそれぞれに対応付けて挙動パターン群を前記特徴情報群として示し、

前記時系列変換部は、前記センサごとに前記時系列の挙動パターンを前記特徴情報として判定することによって、前記センサ群に対応する挙動パターン群を前記特徴情報群として得て、

前記事象推定部は、

前記故障事象データの前記故障事象ごとに、前記故障事象に対応付けられた挙動パターン群を、得られた挙動パターン群と比較し、

前記故障事象データの前記故障事象ごとに、前記故障事象に対応付けられた挙動パターン群と得られた挙動パターン群の一致度を算出し、

前記故障事象データの各挙動パターン群の一致度を順位付けし、

前記故障事象データから、一致度の順位が最も高い挙動パターン群を選択し、

選択された挙動パターン群に対応付けられた故障事象を前記推定事象として選択する

請求項 1 に記載の故障診断装置。

[請求項4]

前記センサデータは、前記故障の発生時刻より前の開始時刻から前記故障の前記発生時刻より後の終了時刻までの前記センサ値を前記時系列として示し、

前記時系列変換部は、前記発生時刻から前記終了時刻までの故障時間帯の前記センサ値を前記開始時刻から前記発生時刻までの正常時間帯の前記センサ値と比較し、前記正常時間帯の前記センサ値に対する前記故障時間帯の前記センサ値の変化の傾向を前記挙動パターンとし

て判定する

請求項3に記載の故障診断装置。

[請求項5]

前記時系列変換部は、

前記故障時間帯の前記センサ値の多くが誤差範囲を超えて増加している場合、前記挙動パターンが増加であると判定し、

前記故障時間帯の前記センサ値の多くが前記誤差範囲を超えて減少している場合、前記挙動パターンが減少であると判定し、

前記故障時間帯の前記センサ値の多くが前記誤差範囲を超えて変化していない場合、前記挙動パターンが不変であると判定する

請求項4に記載の故障診断装置。

[請求項6]

前記時系列変換部は、前記センサごとに定義された前記誤差範囲を用いて前記センサごとに前記挙動パターンを判定する

請求項5に記載の故障診断装置。

[請求項7]

前記故障原因データは、木構造で構成された全体故障木を示すデータであり、

前記全体故障木は、前記複数の故障事象のそれぞれの部分故障木を含み、

前記部分故障木は、前記故障事象を示す親ノードと、前記親ノードに関連付けられ前記故障原因群を示す子ノード群を有し、

前記原因推定部は、

前記推定事象と同じ故障事象を示す親ノードを前記全体故障木から選択し、

前記全体故障木から、選択された親ノードを有する部分故障木を前記推定事象と前記推定原因群を示す部分故障木として抽出する

請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の故障診断装置。

[請求項8]

故障が発生した診断対象装置を診断する故障診断方法であり、

前記診断対象装置のセンサ群によって得られセンサごとにセンサ値の時系列を示すセンサデータを取得し、

取得されたセンサデータを用いて前記センサごとに前記センサ値の前記時系列を前記時系列の特徴を示す特徴情報に変換することによって、前記センサ群に対応する特徴情報群を得て、

複数の故障事象のそれぞれに対応付けて特徴情報群を示す故障事象データから、得られた特徴情報群と類似する特徴情報群に対応付けられた故障事象を、推定事象として選択し、

前記複数の故障事象のそれぞれに対応付けて故障原因群を示す故障原因データから、前記推定事象と同じ故障事象に対応付けられた故障原因群を、推定原因群として抽出し、

前記推定事象と前記推定原因群を示す診断結果データを出力する故障診断方法。

[請求項9]

故障が発生した診断対象装置を診断するための故障診断プログラムであり、

前記診断対象装置のセンサ群によって得られセンサごとにセンサ値の時系列を示すセンサデータを取得するデータ取得処理と、

取得されたセンサデータを用いて前記センサごとに前記センサ値の前記時系列を前記時系列の特徴を示す特徴情報に変換することによって、前記センサ群に対応する特徴情報群を得る時系列変換処理と、

複数の故障事象のそれぞれに対応付けて特徴情報群を示す故障事象データから、得られた特徴情報群と類似する特徴情報群に対応付けられた故障事象を、推定事象として選択する事象推定処理と、

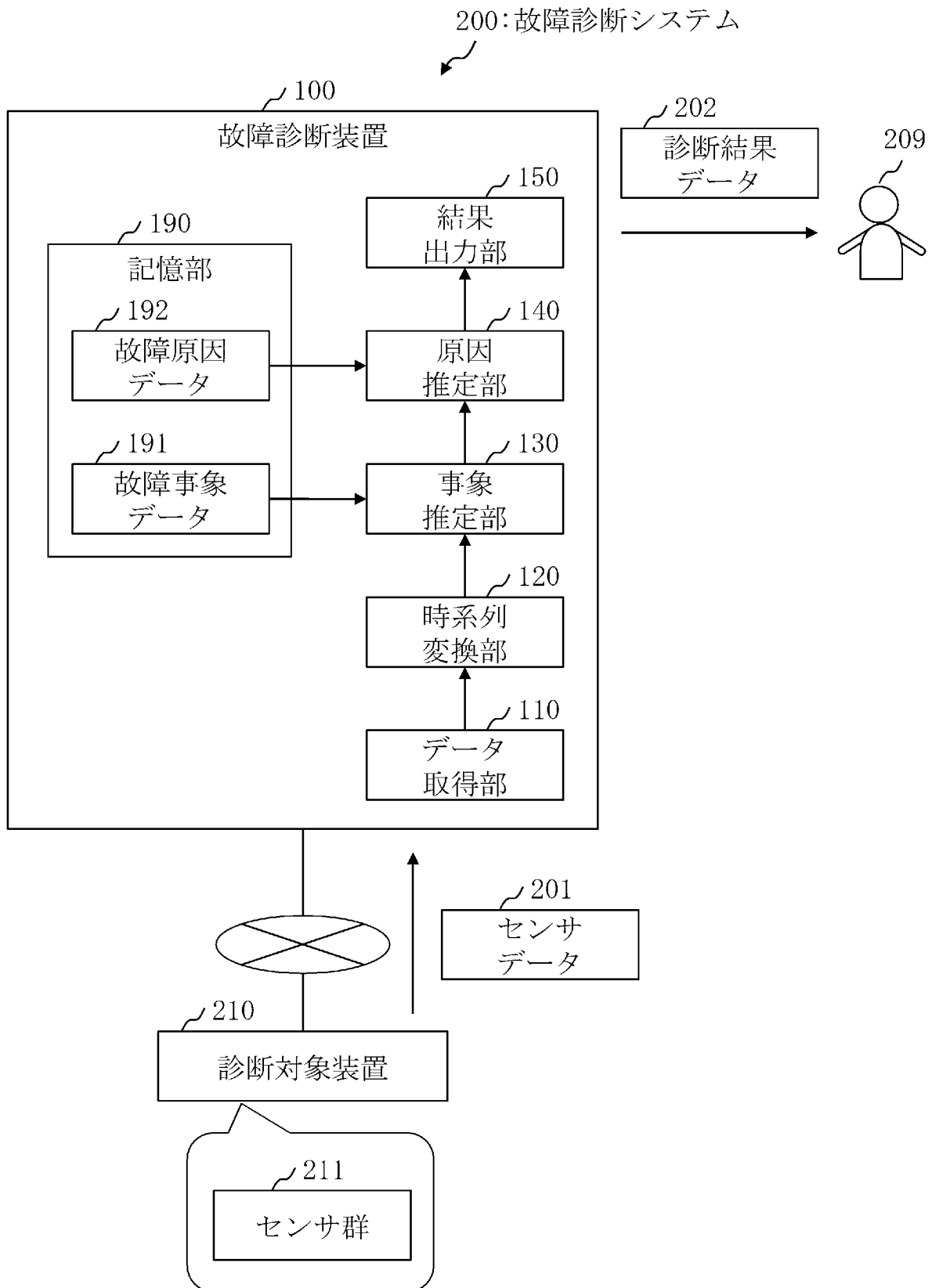
前記複数の故障事象のそれぞれに対応付けて故障原因群を示す故障原因データから、前記推定事象と同じ故障事象に対応付けられた故障原因群を、推定原因群として抽出する原因推定処理と、

前記推定事象と前記推定原因群を示す診断結果データを出力する結果出力処理と、

をコンピュータに実行させるための故障診断プログラム。

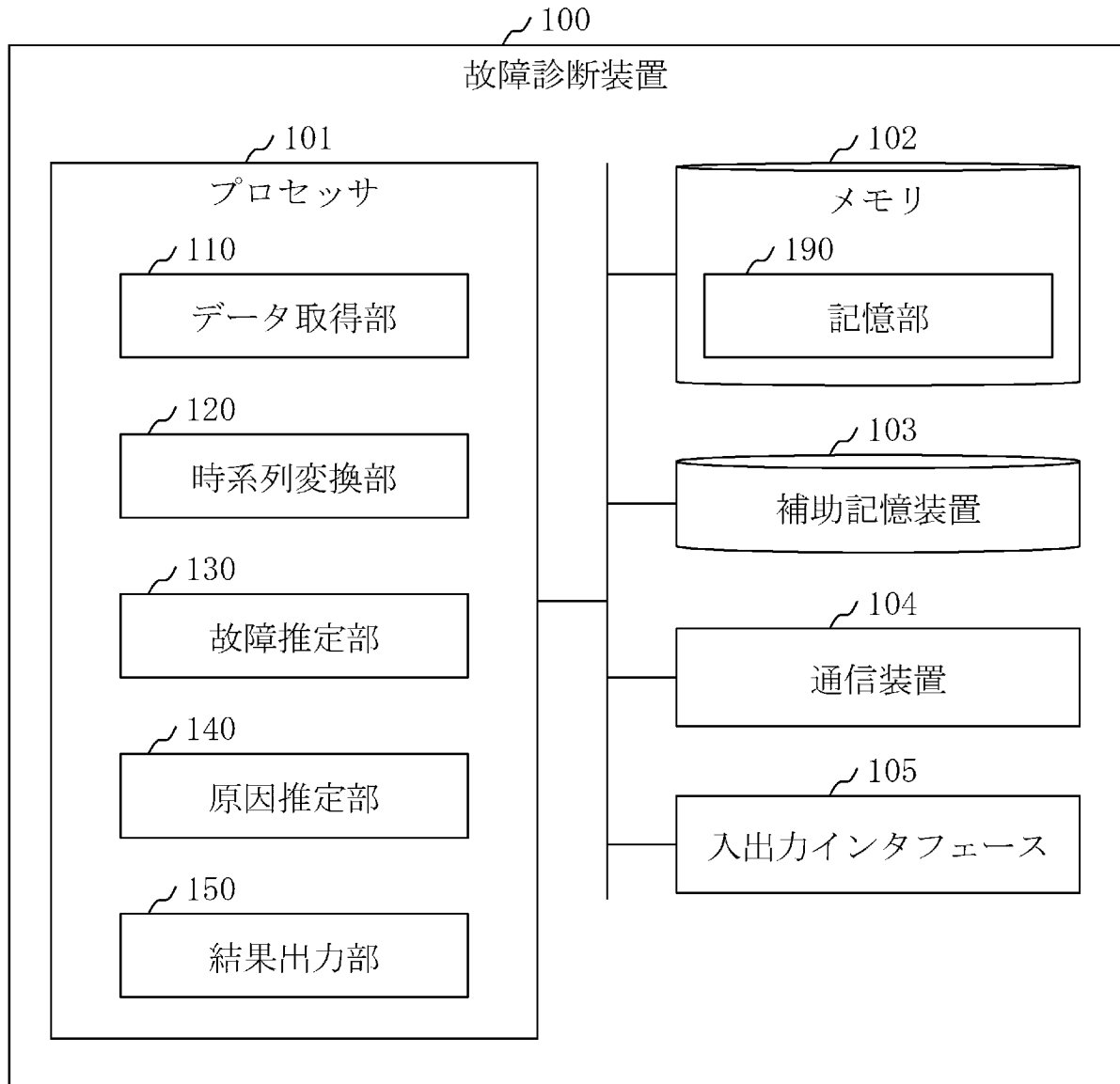
[図1]

図1



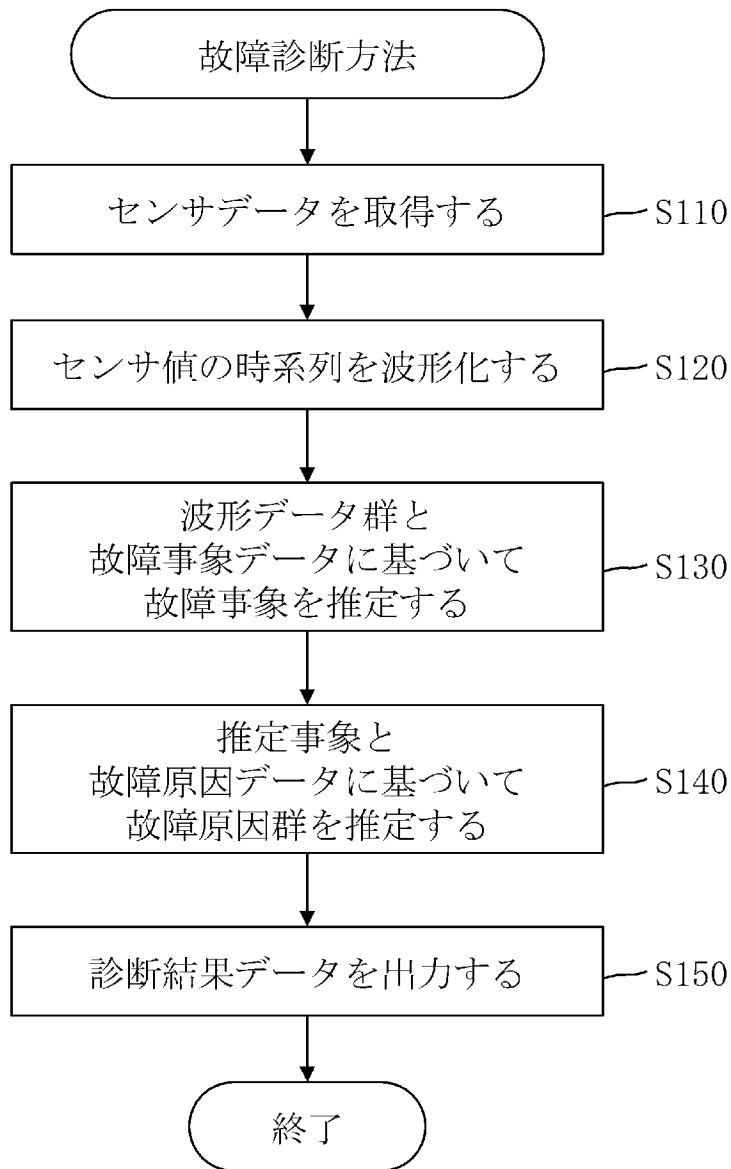
[図2]

図2



[図3]

図3



[図4]

図4

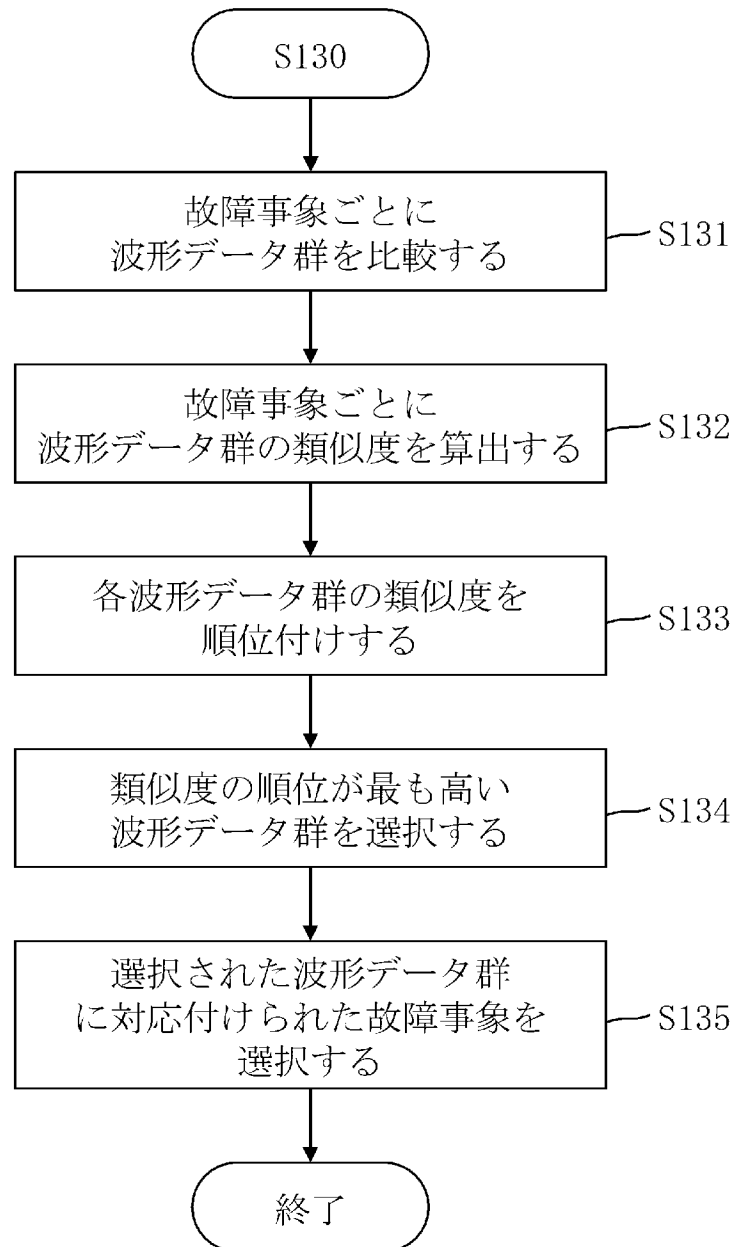
191:故障事象データ



		波形データ群			...
		センサ(A)	センサ(B)	センサ(C)	
故障 事象	故障 (a)				...
	故障 (b)				...
	故障 (c)				...
	:	:	:	:	..

[図5]

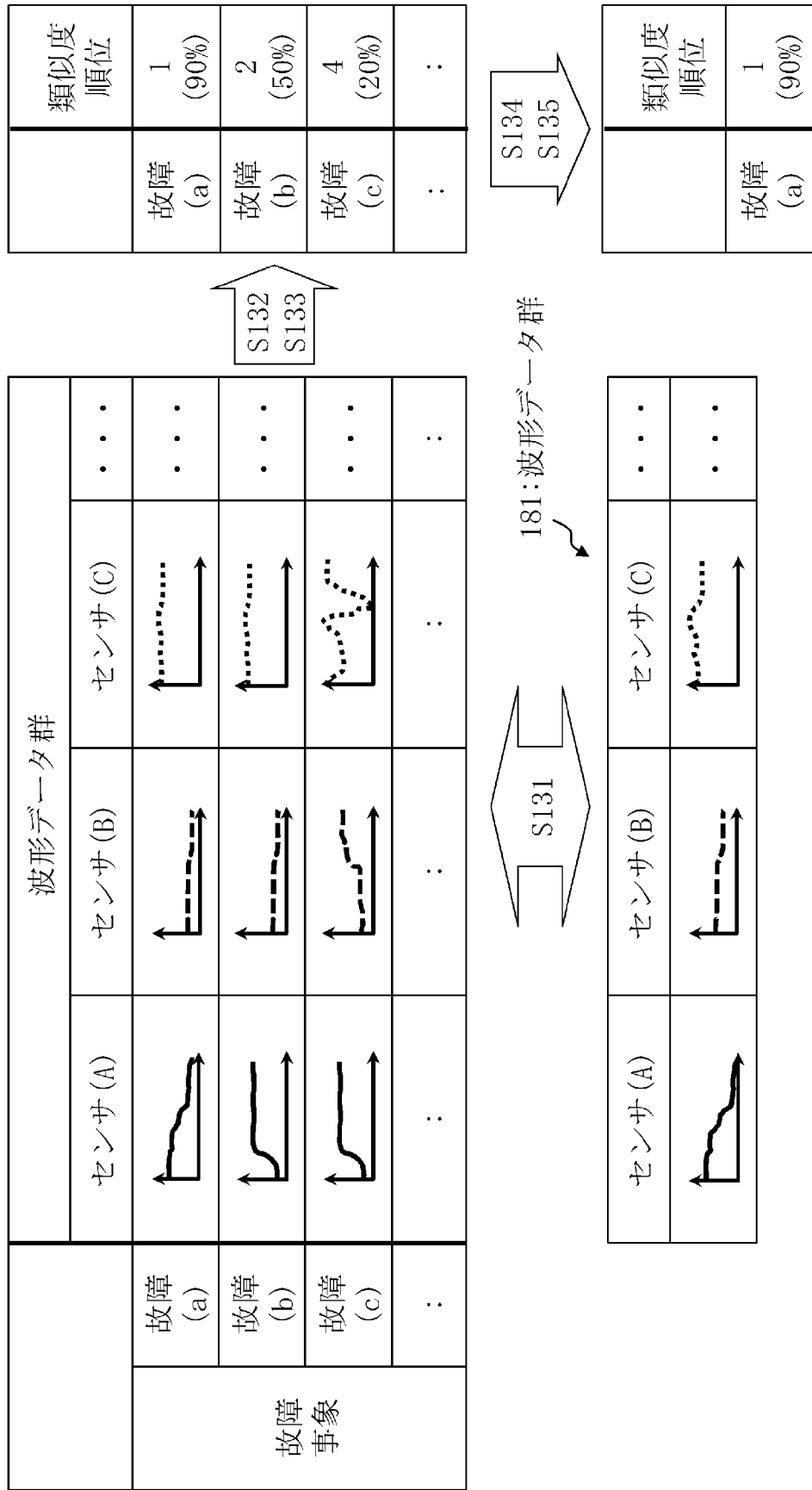
図5



[図6]

図6

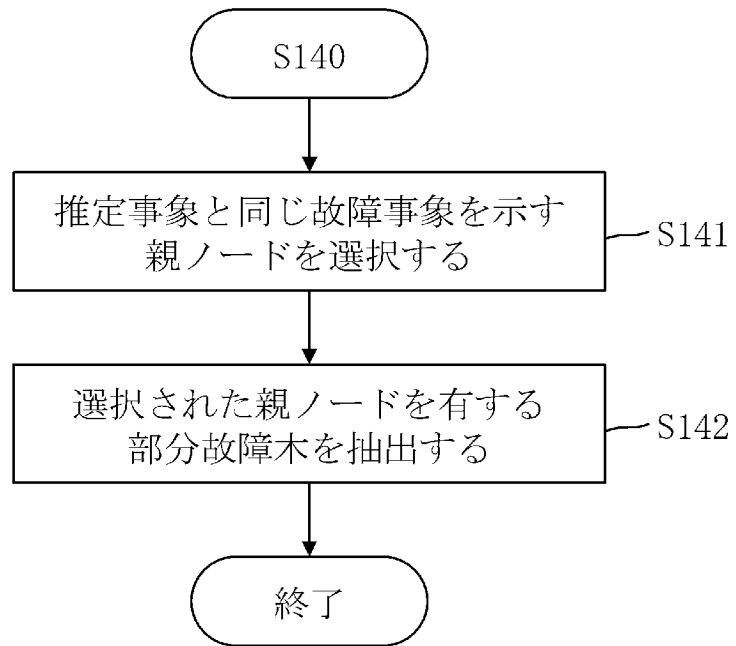
191:対応関係データ





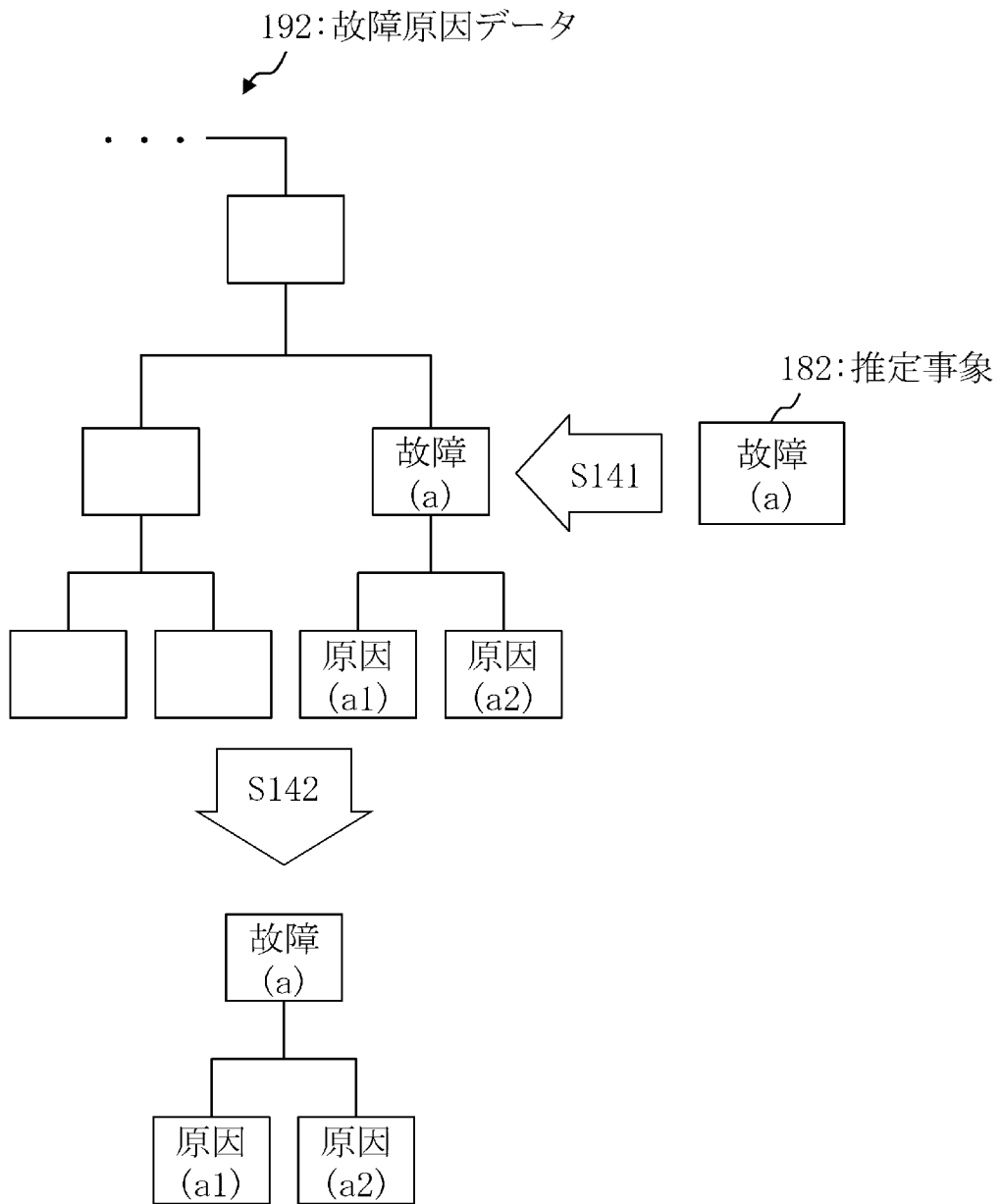
[図8]

図8



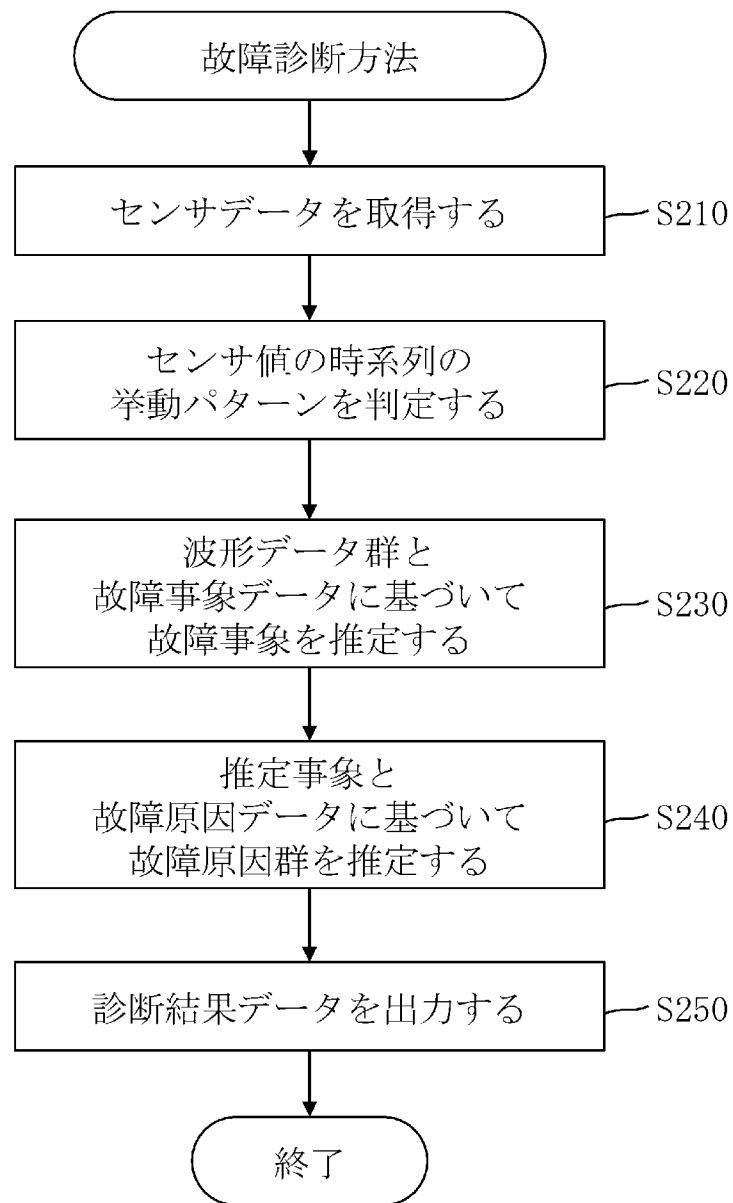
[図9]

図9



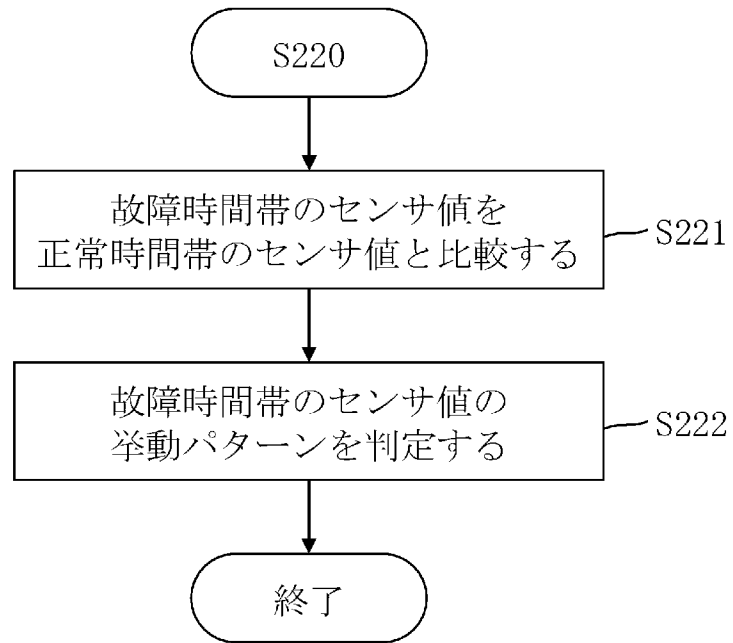
[図10]

図10



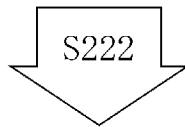
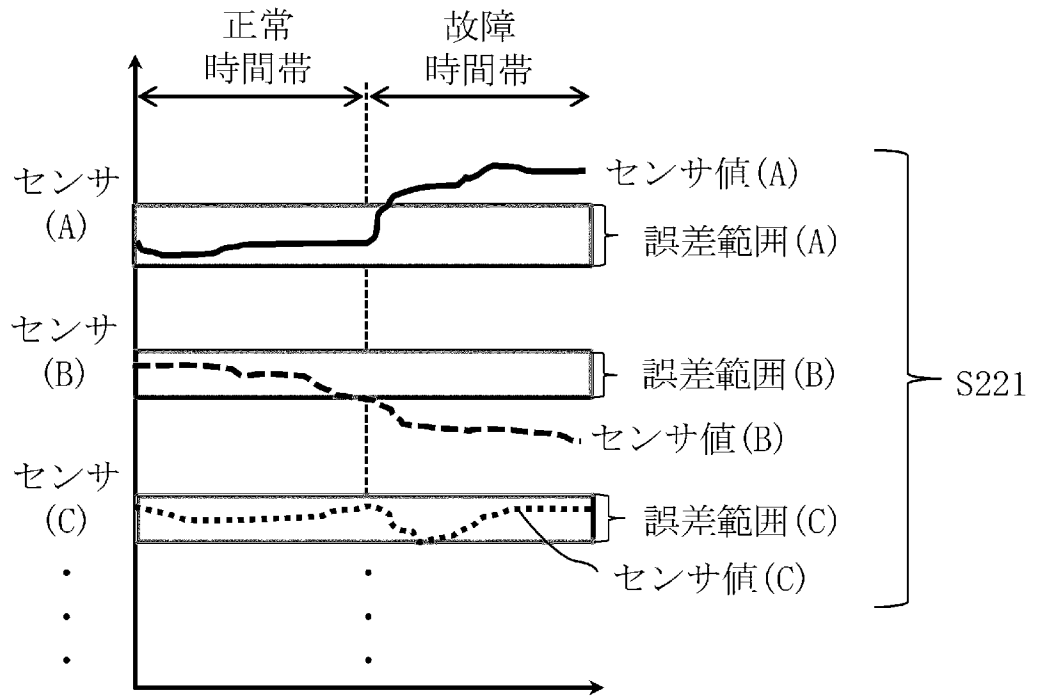
[図11]

図11



[図12]

図12



センサ(A)	センサ(B)	センサ(C)	...
増加	減少	不変	...

[図13]

図13

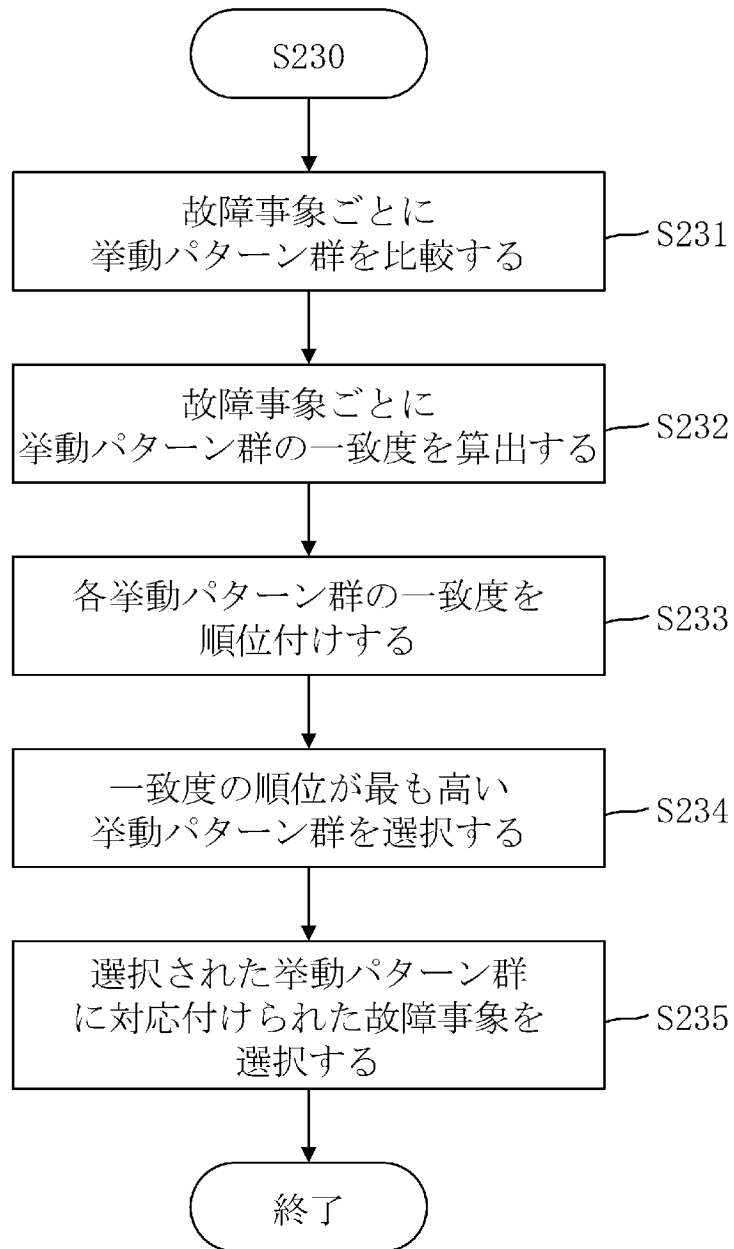
191:故障事象データ



		挙動パターン群			
		センサ(A)	センサ(B)	センサ(C)	
故障 事象	故障 (a)	増加	減少	不変	
	故障 (b)	不変	不変	増加	
	故障 (c)	不変	減少	不変	
	:	:	:	:	
					...

[図14]

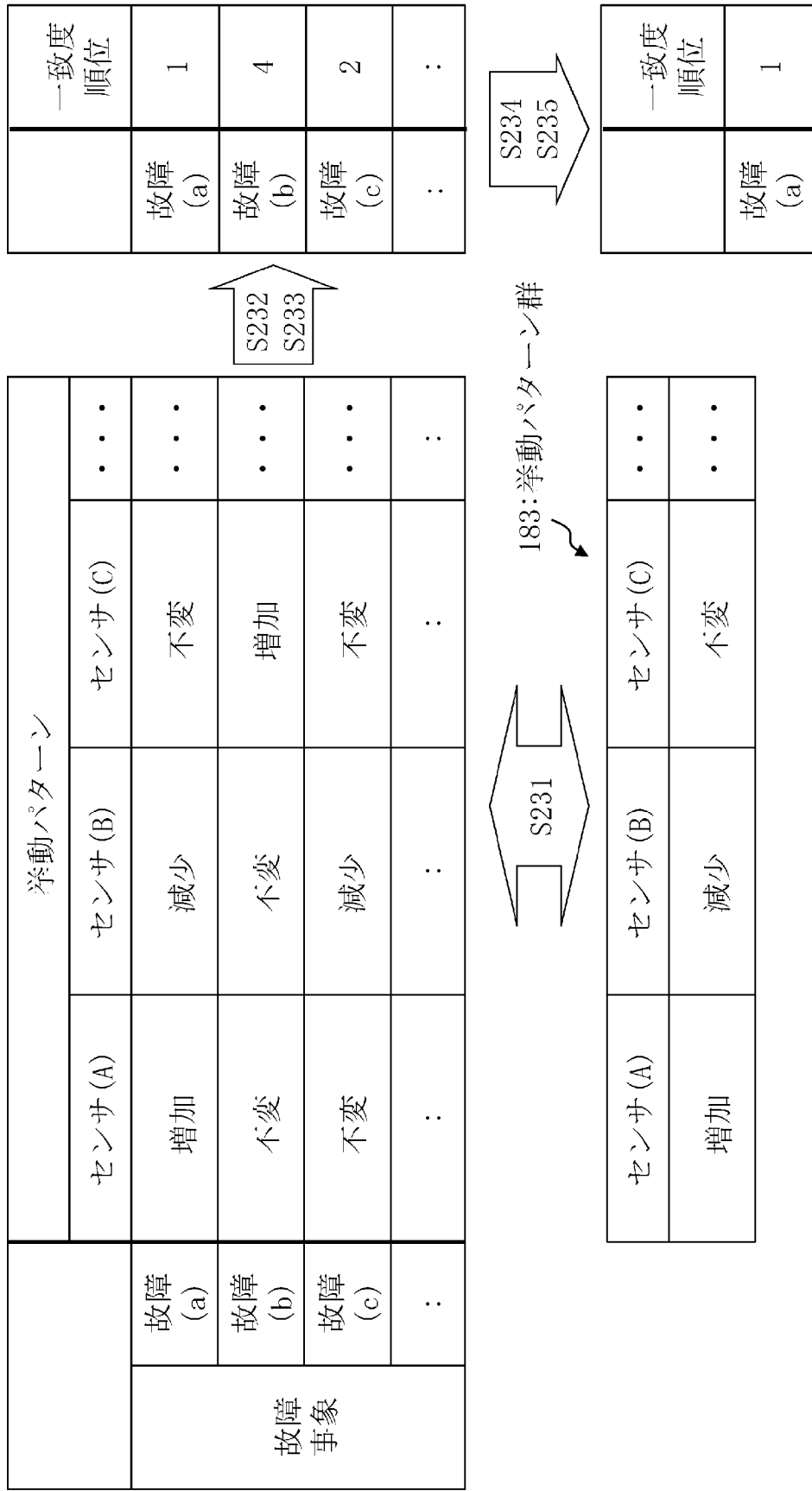
図14



[図15]

図15

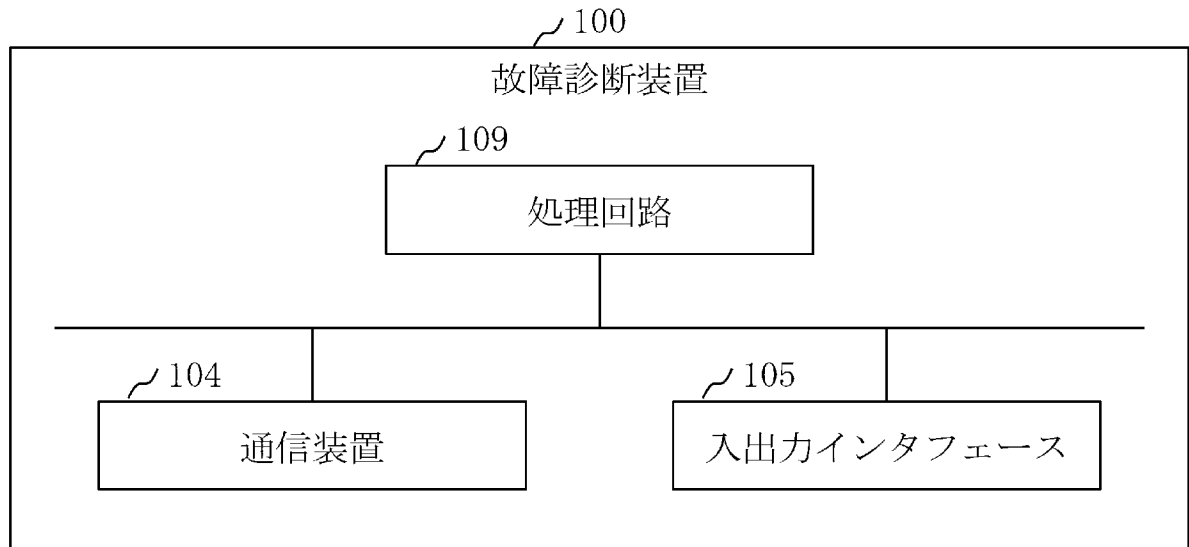
191:対応関係データ



..

[図16]

図16



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/023414

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
G06Q 10/00(2012.01)i FI: G06Q10/00 300		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06Q10/00		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2019-191852 A (HITACHI LTD) 31 October 2019 (2019-10-31) paragraphs [0020], [0024]-[0026], [0038]	1-9
Y	JP 2015-108375 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 11 June 2015 (2015-06-11) abstract, paragraph [0007]	1-9
Y	JP 2015-176514 A (HITACHI LTD) 05 October 2015 (2015-10-05) paragraphs [0005]-[0007]	3-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>29 August 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>06 September 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/JP2022/023414</b>
-----------------------------------------------------------

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2019-191852 A	31 October 2019	US 2021/0041863 A1 paragraphs [0024], [0028]- [0030], [0042]	
JP 2015-108375 A	11 June 2015	US 2015/0160096 A1 abstract, paragraph [0006] DE 102014117270 A1	
JP 2015-176514 A	05 October 2015	US 2015/0269505 A1 paragraphs [0006]-[0008]	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06Q 10/00(2012.01)i FI: G06Q10/00 300		
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）） G06Q10/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2022年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2022年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2022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 2019-191852 A (株式会社日立製作所) 31.10.2019 (2019 - 10 - 31) 段落0020, 0024-0026, 0038	1-9
Y	JP 2015-108375 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 11.06.2015 (2015 - 06 - 11) 要約, 段落0007	1-9
Y	JP 2015-176514 A (株式会社日立製作所) 05.10.2015 (2015 - 10 - 05) 段落0005-0007	3-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 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	
29.08.2022	06.09.2022	
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）  原 忠 5L 5880  電話番号 03-3581-1101 内線 3502	

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/JP2022/023414

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2019-191852	A	31.10.2019	US	2021/0041863	A1	
				段落0024, 0028-0030, 0042			
JP	2015-108375	A	11.06.2015	US	2015/0160096	A1	
				要約, 段落0006			
				DE	102014117270	A1	
JP	2015-176514	A	05.10.2015	US	2015/0269505	A1	
				段落0006-0008			