(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
2018年8月30日(30.08.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/154703 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/007080

(22) 国際出願日： 2017年2月24日(24.02.2017)

(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: 株式会社日立製作所(**HITACHI, LTD.**) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 鵜沼 宗利 (**UNUMA Munetoshi**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

藤原 淳輔(**FUJIWARA Junsuke**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: ポレール特許業務法人 (**POLAIRE I.P.C.**); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目１３番１１号 Tokyo (JP).

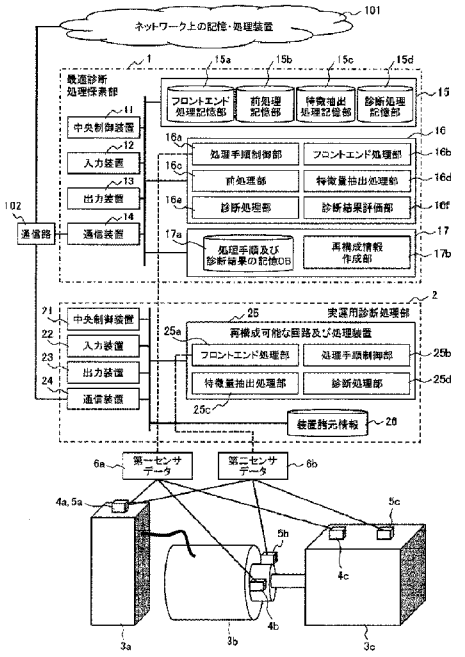
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,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

WO 2018/154703 A1

(54) **Title:** ABNORMALITY DIAGNOSIS SYSTEM

(54) 発明の名称： 異常診断システム

図 1



1 Optimal diagnosis process search unit
2 Actual operation diagnosis processing unit
6a First sensor data
6b Second sensor data
11, 21 Central control device
12, 22 Input device
13, 23 Output device
14, 24 Communication device
15a Front-end processing storage unit
15b Pre-processing storage unit
15c Feature extraction processing storage unit
15d Diagnosis processing storage unit
16a, 25b Processing procedure control unit
16b, 25a Front-end processing unit
16c Pre-processing unit
16d, 25c Feature quantity extraction processing unit
16e, 25d Diagnosis processing unit
16f Diagnosis results evaluation unit
17a Processing procedure and diagnosis results storage database
17b Reconfiguration information creation unit
25 Reconfigurable circuit and processing device
26 Device specification information
101 Storage and processing devices on the network
102 Communication path

(57) **Abstract:** With a conventional diagnostic device, the processing content was fixed, and if a diagnosis target or diagnosis sensor changed, it was necessary to recreate a diagnostic device for the new diagnosis target or diagnosis sensor. In addition, there was a problem in that, if a new diagnostic algorithm was developed, it was not possible to compare the superiority or the like against the algorithm being used up to that point. Thus, the present invention is configured as follows. Provided is an abnormality diagnosis system that detects a failure sign of a device to be diagnosed, the abnormality

[続葉有]

NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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))

diagnosis system comprising: a diagnosis process search unit which searches for a suitable diagnosis processing procedure by comparing a plurality of diagnosis processing procedures, and outputs reconfiguration information corresponding to the suitable diagnosis processing procedure; and a diagnosis processing unit which has a reconfigurable processing unit and which uses the suitable diagnosis processing procedure found by the diagnosis process search unit to detect a failure sign of the device to be diagnosed by reconfiguring the processing unit on the basis of the reconfiguration information.

(57) 要約:従来の診断装置では、処理内容が固定されており、診断対象や診断センサを変更した場合には、新たな診断対象や診断センサ向けに診断装置を作り直す必要があった。また、新たな診断アルゴリズムが開発された場合、これまで使っていたアルゴリズムとの優位性等を比較することができないという問題があった。そこで、本発明は次の構成とした。すなわち、診断対象機器の故障予兆を検出する異常診断システムであって、複数の診断処理手順を比較して好適な診断処理手順を探索するとともに、当該好適な診断処理手順に対応する再構成情報を出力する診断処理探索部と、再構成可能な処理部を有するとともに、前記再構成情報に基づいて前記処理部を再構成することで、前記診断処理探索部が探索した前記好適な診断処理手順を用いて前記診断対象機器の故障予兆を検出する診断処理部と、で構成される異常診断システム。

明　細　書

発明の名称 ： 異常診断システム

技術分野

[0001]　本発明は、駆動部分を有する機器の異常診断システム、及び、異常診断方法に関する。

背景技術

[0002]　本技術分野の関連技術として、特許文献１がある。例えば、同文献の要約書には、「異常予兆診断装置は、機械設備に設置された複数のセンサによって測定された多次元センサデータを取得するセンサデータ取得手段と、診断対象データについて、機械設備が正常に稼動しているときのセンサデータを用いた学習により生成される正常モデルからの乖離の度合いを示す異常度に基づいて異常予兆の有無を診断するデータマイニング部と、個別のセンサデータの値が、予め定められた所定の範囲内にあるか否かに基づいて、異常予兆の有無を診断するリモートモニタリング部とを備え、データマイニング部は、初期化指示手段による指示に従って、外部環境の状態が大きく変動した際に、初期化モードによる学習を実行して正常モデルの再構築を行う。」との記載がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１５－１８３８９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では、正常モデルからの乖離の度合いに基づいて機械設備の異常の予兆を診断する方法が述べられている。また、外部環境の変化に応じて正常モデルを再構築する方法も述べられている。

[0005]　しかし、この診断装置の処理内容は固定されており、診断対象や診断センサを変更した場合には、新たな診断対象や診断センサ向けに診断装置を作り

直す必要があった。

[0006] また、診断アルゴリズムの変更に関しては述べられておらず、新たな診断アルゴリズムが開発された場合、これまで使っていたアルゴリズムとの優位性等を比較する手段がないという問題があった。

課題を解決するための手段

[0007] 上記の課題を解決するため、本発明の異常診断システムは、診断対象機器の故障予兆を検出するものであって、複数の診断処理手順を比較して好適な診断処理手順を探索するとともに、当該好適な診断処理手順に対応する再構成情報を出力する診断処理探索部と、再構成可能な処理部を有するとともに、前記再構成情報に基づいて前記処理部を再構成することで、前記診断処理探索部が探索した前記好適な診断処理手順を用いて前記診断対象機器の故障予兆を検出する診断処理部と、で構成される。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、診断処理部を容易に再構成できるため、診断対象機器や診断対象項目が変更になった場合であっても、変更後の診断対象等に適した診断処理手順での故障予兆検出を簡易、迅速に実現することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]一実施例の異常診断システムの構成図

[図2]一実施例の異常診断システムの処理フロー

[図3]再構成可能な回路の概要

[図4]図２の各処理での処理内容

[図5]用意された診断処理手順の例

[図6]図５の診断処理手順から選択された最適診断処理手順の例

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施例を図面を用いて説明する。

[0011] 図１は、一実施例の異常診断システム１００の構成図である。この異常診断システム１００は診断対象機器の故障の予兆を検出するために用いられる

ものであり、ここに示すように、最適な診断処理手順を探索する最適診断処理探索部１（「診断処理探索部」とも称する）と、診断対象機器の故障の予兆を実際に検出するために用いる実運用診断処理部２（「診断処理部」とも称する）と、ネットワーク上の記憶・処理装置１０１と、それらを接続する通信路１０２と、から構成されている。なお、以下では、ネットワーク上の記憶・処理装置１０１を備えたシステムを前提に説明するが、これを省略した構成としても良い。なお、以下で用いる「最適診断処理」の表現は、あらゆる条件を考慮したうえでの「最適診断処理」を意味するものではなく、限られた条件下で確認できた「最適診断処理」を指すものであり、いわば、「好適な診断処理」とも言えるものである。

[0012] 図１では、異常診断システム１００の診断対象は、電源３ａ、回転機３ｂ、空気圧縮機本体３ｃからなる空気圧縮装置３である。電源３ａには、ある部位の電流を計る電流センサ４ａ、５ａが取り付けられ、回転機３ｂには、加速度センサ４ｂ、５ｂが取り付けられ、空気圧縮機本体３ｃには、加速度センサ４ｃ、５ｃが取り付けられている。なお、以下では、電流センサ４ａ、加速度センサ４ｂ、４ｃで得られたセンサデータを第一センサデータ６ａと称し、電流センサ５ａ、加速度センサ５ｂ、５ｃで得られたセンサデータを第二センサデータ６ｂと称する。

[0013] これらのうち、第一センサデータ６ａは最適診断処理探索部１に入力されるものであり、第二センサデータ６ｂは実運用診断処理部２に入力されるものである。図１では、加速度センサを、最適診断処理探索部１専用と実運用診断処理部２専用に分けて別個に設ける構成とし、電流センサを、一つのセンサを共用する構成としているが、本発明の適用対象はこの構成に限定されない。

[0014] 診断対象の測定レンジ等が未知の場合は、図１の加速度センサのように、センサを別個に設け、最適診断処理探索部１専用のセンサ（４ａ、４ｂ、４ｃ）を、検出帯域及び計測レンジは共に広いが高額なセンサとし、実運用診断処理部２専用のセンサ（５ａ、５ｂ、５ｃ）を、検出帯域及び計測レンジ

は共に狭いが安価なセンサとするのが好ましい。これは、最適診断処理探索部１専用のセンサを用いて異常診断に必要な帯域及び測定レンジが特定できれば、そのレンジを満足する安価な実運用診断処理部２専用のセンサを選択することで、実運用診断処理部２での適切な異常診断を安価に実現できるからである。

[0015] 一方、診断対象の測定レンジ等が既知の場合は、図１の電流センサのように、最適診断処理探索部１と実運用診断処理部２が一つのセンサを共用する構成とし、検出帯域及び計測レンジは共に狭いが安価なセンサを用いれば良い。

[0016] 最適診断処理探索部１は、最適な診断処理手順やアルゴリズムを探索する部分であり、図１に示すように、中央制御装置１１、入力装置１２、出力装置１３、通信装置１４、信号処理群記憶部１５、信号処理実行部１６、実運用処理再構成部１７からなる。これらは、パーソナルコンピュータ等を用いて実現しても良いし、専用機として製作してもかまわない。また、後述するが、処理手順やアルゴリズムを再構成可能な電子回路やＣＰＵを用いて、一部或いは全体を構成してもかまわない。

[0017] また、実運用診断処理部２は、最適診断処理探索部１で探索した最適処理手順やアルゴリズムを再構成可能な電子回路やＣＰＵを用いて全体あるいは一部を実現する処理部であり、図１に示すように、中央制御装置２１、入力装置２２、出力装置２３、通信装置２４、再構成可能な回路及び処理装置２５、装置諸元情報データベース２６からなる。

[0018] ここで、再構成可能な回路及び処理装置２５の概要を図３に示す。ここに示すように、再構成可能な回路及び処理装置２５は、電流センサ５ａ、加速度センサ５ｂ、５ｃなど実運用診断処理部２用のセンサから得られたセンサデータ３０を処理して、診断結果３４を出力するものであり、再構成可能なアナログ回路３１、再構成可能なデジタル回路３２、プログラム可能なＣＰＵ３３から構成される。これらは任意の順番で接続することができ、例えば、先ず、センサデータ３０を再構成可能なアナログ回路３１で処理し、再構

成可能なアナログ回路３１の出力を再構成可能なデジタル回路３２で処理し、再構成可能なデジタル回路３２の出力をプログラム可能なＣＰＵ３３で処理することで、診断結果３４を得る、等の使い方をすることができる。

[0019] なお、再構成可能なアナログ回路３１は、内部のオペアンプや抵抗、コンデンサなどの回路接続をスイッチ回路で切り替え様々な機能を持ったアナログ回路に再構成できる回路であり、Programmable System-on-Chipとも言われている。再構成可能なアナログ回路３１の内部の回路接続を変更することにより、アナログセンサデータをアナログ領域内でフィルタ処理や平均値・実効値処理するなどのアナログ信号処理を適切に実現することができる。

[0020] また、再構成可能なデジタル回路３２の一例としてＦＰＧＡ（field-programmable gate array）が挙げられる。再構成可能なデジタル回路３２でも、内部ロジック回路の再構成を行うことにより様々なデジタル信号処理を実現できる。

[0021] これらに加えて、プログラム可能なＣＰＵ３３を用いることにより、アナログ領域及びデジタル領域が混在した様々な信号処理を行う再構成可能な装置を実現できる。

[0022] 図１に示す、実運用診断処理部２の装置諸元情報データベース２６は、実運用診断処理部２自身の諸元や接続されるセンサ（電流センサ５ａ、加速度センサ５ｂ、５ｃ）の諸元情報が記録されており、最適診断処理探索部１が再構成指令情報を作成する場合や、実運用診断処理部２に接続するセンサの選定を行う場合などに利用する。なお、装置諸元情報データベース２６は、必ずしも実運用診断処理部２に配置する必要はなく、最適診断処理探索部１に配置しても良いし、ネットワーク上の記憶・処理装置１０１、或いは、センサ諸元に関してはセンサ自信に記憶させてもかまわない。

[0023] 次に、最適診断処理探索部１と、実運用診断処理部２の構成を更に詳しく説明する。

[0024] 図１に示すように、最適診断処理探索部１は、様々な信号処理手法が記憶されている信号処理群記憶部１５、様々な信号処理を実行する信号処理実行

部１６、実運用診断処理部２向けの再構成情報を作成するための実運用処理再構成部１７等より構成される。

[0025] 信号処理群記憶部１５は、フロントエンド処理記憶部１５ａ、前処理記憶部１５ｂ、特徴量抽出処理記憶部１５ｃ、診断処理記憶部１５ｄなどで構成されており、各処理ブロックでの処理アルゴリズムが格納されている。各処理ブロックは、実運用診断処理部２におけるアナログ／デジタル混在処理を考慮して、アナログ領域（シミュレーションも含む）及びデジタル領域それぞれで実行可能な処理ブロックを用意している。

[0026] 信号処理実行部１６は、信号処理群記憶部１５に記憶されている処理アルゴリズムを実行する部分であり、具体的には、処理手順制御部１６ａ、フロントエンド処理部１６ｂ、前処理部１６ｃ、特徴量抽出処理部１６ｄ、診断処理部１６ｅ、診断結果評価部１６ｆで構成される。

[0027] 実運用処理再構成部１７は、処理手順及び診断結果の記憶データベース１７ａ、再構成情報作成部１７ｂから構成される。処理手順及び診断結果の記憶データベース１７ａには、信号処理実行部１６の実行結果が複数格納されている。再構成情報作成部１７ｂは実運用診断処理部２の再構成情報の生成を行う。処理手順及び診断結果の記憶データベース１７ａに格納された複数の実行結果の中から、診断結果評価部１６ｆが最適診断処理手順と評価したものを選び出し、再構成情報作成部１７ｂで実運用診断処理部２の再構成情報の生成を行う。実運用診断処理部２は生成された再構成情報に基づいて、再構成可能な回路及び処理装置２５内の、再構成可能なアナログ回路３１、再構成可能なデジタル回路３２、プログラム可能なＣＰＵ３３を再構成する。

[0028] 次に、上述した構成からなる本実施例の異常診断システム１００の処理手順を、図２のフロー図を用いて説明する。

[0029] 最適診断処理探索が開始（Ｓ１）されると、先ず、最適診断処理探索部１の処理が行われ（Ｓ２～Ｓ１３）、その後、実運用診断処理部２の処理が行われる（Ｓ１４～Ｓ２５）。

[0030] 最適診断処理探索部１では、最初に、第一センサデータ６ａを取得し（Ｓ２）、その入力値に対して、フロントエンド処理Ｓ３、前処理Ｓ４、特徴量抽出処理Ｓ５、診断処理Ｓ６の順にブロック毎に複数の処理アルゴリズムでの処理が行われる。

[0031] ＳからＳ６で行われる、最適診断処理探索部１の処理内容の詳細を図４に示す。なお、各々の処理アルゴリズムは信号処理群記憶部１５に蓄積されているものである。

[0032] 第一センサデータ取得処理Ｓ２では、第一センサデータ６ａを取得する。処理ブロック４０に例示するように、ここでは、様々なタイプのセンサからのデータ取得に対応している。例えば、加速度の大きさに応じて電荷量が変化するセンサ、熱電対のように起電力が変化するセンサ、その他電流値・電圧値抵抗値等が変化するアナログ出力センサや、更に、センサ側でＡ／Ｄ変換行い、デジタル値で出力するセンサやパルス長で出力するデジタル出力センサなど様々なタイプのセンサである。

[0033] フロントエンド処理Ｓ３は、処理ブロック４１に例示するように、第一センサデータ６ａがアナログ出力であった場合は、アナログ領域で統一的に処理できる電圧値に変換し、第一センサデータ６ａがパルス長等で表現されるデジタル出力であった場合は、そのデジタル値を収集する処理である。複数の変換処理に対応するため、変換処理毎に処理モジュール作成し必要に応じてそれらを評価者が抜き差しして最適な変換処理を実現できるようにしても良いし、図３に例示したような、再構成可能なアナログ回路やデジタル回路を用いて所望の回路を再構成できるようにしても良い。

[0034] 前処理Ｓ４は、処理ブロック４２に例示するように、フロントエンド処理Ｓ３で収集したデータのフィルタリング処理やクレンジング処理を行い、信号処理に不要な信号成分やデータ値を取り除く前処理を行う部分である。

[0035] 特徴量抽出処理Ｓ５は、機器異常検出に有効な特徴量を抽出する処理である。図４では、処理ブロック４３に例示するように、実効値処理、平均値処理、スペクトル強度、位相などを用意しているが、その他の特徴量変換アル

ゴリズムを用いて特徴量へ変換しても良い。

[0036] 診断処理Ｓ６は、特徴量抽出処理Ｓ５で抽出された診断に必要な特徴量をもとに、異常診断処理を行う。図４では、処理ブロック４４に例示するように、異常診断の具体的手法として、閾値処理、トレンド分析、統計分析、ＡＩを用いた手法、機械学習を用いた手法を用意しているが、その他の診断アルゴリズムを用いて診断処理を行っても良い。

[0037] なお、図４に示すように、処理ブロック４１、４３、４４にはＡ／Ｄ変換処理が用意されている。これは、フロントエンド処理Ｓ３、特徴量抽出処理Ｓ５、診断処理Ｓ６以降の処理を、アナログ信号処理領域からデジタル信号処理領域へ移管できるようにするためである。例えば、特徴量抽出処理Ｓ５の最後でＡ／Ｄ変換を行う場合、特徴量変換処理Ｓ５までをアナログ処理、診断処理Ｓ６以降をデジタル処理で行うこととなり、診断処理Ｓ６では、ＦＰＧＡやＣＰＵによる信号処理手法を利用することができる。

[0038] また、各処理毎に処理結果の可視化４５を行っても良い。処理結果の可視化４５は、処理結果に基づいて描画データを作成し、それを、最適診断処理探索部１が備える出力装置１３に表示するなどして実現することができる。

[0039] 次に、図５を用いて、電荷出力型の加速度センサを用いる本実施例の異常診断システム１００における、最適診断処理探索部１での診断処理手順の一例を説明する。

[0040] ここに示すように、先ず、センサデータ取得処理Ｓ２で電荷出力型加速度センサ５０の電荷量を取得し、フロントエンド処理Ｓ３で電荷量から電圧値への変換処理５１を行う。変換後の電圧値が低い場合は、増幅器５２を用いて増幅を行う（増幅値のパラメータ等も後述する診断結果評価部の選択項目となる）。

[0041] 増幅器５２以降は、前処理Ｓ４と特徴量抽出Ｓ５をアナログ領域で行う、図５上側の処理ブロックと、それらの処理をデジタル領域で行う、図５下側の処理ブロックに分けて処理することができる。

[0042] このように分けたのは、デジタル信号処理に比べ、アナログ信号処理の自

由度が低く（コンデンサなどの素子選択の自由度やオペアンプの特性による制約など）、その制約により診断結果に差が出る場合があるからである。また、アナログ信号処理は実時間での処理が可能であるがデジタル信号処理はＣＰＵの処理能力等により診断処理結果に差が出る場合がある。これらの理由により、図５では、Ｓ４からＳ６の処理を分けて表示している。もちろん、処理手順を分離せずに表示し、アナログとデジタルの優劣を内部処理により判断して、優れているものを診断結果として出力してもかまわない。

[0043] 本実施例では、前処理Ｓ４以降の処理項目はアナログ及びデジタル信号処理領域共に同じであるため、以下では、重複する説明は適宜省略する。

[0044] 前処理Ｓ４には、２種類のフィルタ（第一フィルタ、第二フィルタ）が用意されており、これらを選択して使用できるようになっている。なお、ここで用いられるフィルタは周知技術であるため、詳細説明は省略する。

[0045] 特徴量抽出処理Ｓ５には、スペクトル解析（デジタル信号処理の場合はＦＦＴ、アナログの場合はＢＰＦを多数配置しそれぞれの実効値を出力）からの特徴量抽出と、入力波形の実効値からの特徴量抽出が用意されており、これらを選択して使用できるようになっている。

[0046] 診断処理Ｓ６には、特徴量抽出処理Ｓ５で抽出した特徴量を評価する、図示した閾値処理、トレンド分析等の診断アルゴリズムが用意されており、これらを選択して使用できるようになっている。

[0047] 最適診断処理探索部１が実行する診断処理手順は、最適診断処理探索部１の処理手順制御部１６ａが設定したものでも良いし、特定の組み合わせの診断処理手順を作成者が手作業で設定したものでも良い。前者の場合には、全ての組み合わせについて網羅的に診断処理手順を設定できるようにしても良い。また、後者の場合には、例えば、液晶ディスプレイ等の出力装置１３に表示された画面イメージエディタを用いて作成者が所望の診断処理手順を対話的に選択したり、過去に製作した診断処理手順が表示されるようにしておき、それをそのまま再利用したり、一部を修正して利用できるようにしても良い。さらに、装置諸元情報データベース２６から得た緒元情報を考慮し、

実運用診断処理部２では実現できない処理がある場合は、各処理にて選択できる処理内容を制限したり、助言を表示したりしても良い。

[0048] また、新たな処理を追加したい場合には、入力装置１２や通信装置１４などを経由して、新たな処理内容を信号処理群記憶部１５に追加記憶すれば良い。

[0049] なお、各処理ブロックに共通することであるが、例えば、フロントエンド処理Ｓ２２の処理５１、５２を一つの連続処理として扱うように、各処理に複数の処理内容が登録されている場合は、複数の処理内容を一連の処理として扱っても良い。さらに、特徴量抽出処理Ｓ５の後に、再度、前処理Ｓ４を実行するなど、図５における右側から左側に戻る処理手順を設定できるようにしても良い。

[0050] Ｓ２からＳ６の処理を経て得られた処理手順と診断処理結果は、両者を関連付けて、処理手順及び診断結果の記憶データベース１７ａに記憶される（Ｓ７）。

[0051] 実際には、動作環境において機器の異常が発生するまで診断処理を継続させたり、装置を加工し作為的に異常状態を作り出したりして診断結果の評価が行える状態まで診断処理を継続する。そして、データベースに記憶された診断結果が、評価が行える程度に十分に蓄積されたと判断したら（Ｓ８）、診断結果の評価を行う（Ｓ９）。例えば、正常時と異常時の評価結果の値を比較して、その違いが最も大きな処理手順や雑音などの外乱成分が少ない処理手順を自動的に或いは手動で選択する。手動で行う場合には各処理手順の結果を出力装置１３を用いて表示し、選択等の指示は入力装置１２を用いることにより実現できる。

[0052] 最適処理手順の抽出処理（Ｓ１０）では、図５の診断処理手順の候補から、最適処理手順を選択する。最適処理手順の一例を図６に示す。この例では、加速度センサの出力である電荷量６０に対し、フロントエンド処理Ｓ３から特徴量抽出処理Ｓ５までをアナログ領域で処理し、診断処理Ｓ６をデジタル領域で処理する診断処理手順を選択している。

[0053] 再構成情報作成処理（Ｓ１１）は、選択された最適処理手順を実運用診断処理部２上で再構成するための再構成情報に変換する。図６の例では、処理６１から処理６２までがアナログ領域で行われるので、これらの処理を再構成可能なアナログ回路３１用の再構成情報に変換６４する。一方、トレンド分析処理６３はデジタル領域で行われるので、この処理をプログラム可能なＣＰＵ３３用のトレンド分析アルゴリズムに変換する。なお、ここでは、プログラム可能なＣＰＵ３３でトレンド分析を行う例を説明したが、再構成可能なデジタル回路３２でトレンド分析を行う構成としても良く、その場合は、トレンド分析処理６３を再構成可能なデジタル回路３２用の再構成情報に変換６４する。

[0054] そして、再構成情報は実運用診断処理部２に向けて出力され（Ｓ１２）、最適診断処理探索部１の処理は終了する（Ｓ１３）。

[0055] 次に、実運用診断処理部２での処理Ｓ１４からＳ２５を説明する。図２の右側に示すように、実運用診断処理部２は、診断処理（Ｓ１８～Ｓ２５）に先立ち、再構成可能な回路及び処理装置２５の再構成処理（Ｓ１４～Ｓ１７）を行う。

[0056] 再構成処理を開始すると（Ｓ１４）、先ず、最適診断処理探索部１が出力した再構成情報を受信する（Ｓ１５）。そして、この再構成情報を基に、再構成可能なアナログ回路３１や再構成可能なデジタル回路３２の再構成や、プログラム可能なＣＰＵ３３のプログラムの変更を行う（Ｓ１６）。これらの変更が反映された後、実運用診断処理部２は、図６に例示した最適処理手順と同じ処理手順を行う診断装置となる（Ｓ１７）。これにより、実運用診断処理部２が実運用時の診断処理を開始すると（Ｓ１８）、Ｓ１９からＳ２３までの処理を、図６と同じ最適な内容で実行し、診断結果の出力が行われる（Ｓ２３）。

[0057] 以上で説明した本実施例の異常診断システム１００によれば、新たなセンサ、処理アルゴリズム、診断対象に対応して最適診断処理探索部１が探索した最適処理手順を、実運用診断処理部２内の再構成可能な回路及び処理装置

２５に簡単に反映させることができる。これにより、センサや処理アルゴリズムを置換したり、新たな機器を診断対象とする場合などであっても、実運用診断処理部２を迅速に再構成することができ、最適処理手順への対応を安価に実現することができるなどの効果を得ることができる。また、新たな診断アルゴリズムが開発された場合には、これまで使っていたアルゴリズムとの優位性を簡単に比較することができる。

[0058] なお、図１では、診断対象機械（空気圧縮装置３）が一台だけある環境を想定し、一台の最適診断処理探索部１と一台の実運用診断処理部２からなる異常診断システム１００を例示しているが、類似の診断対象機械が複数存在する環境では、異常診断システム１００を一台の最適診断処理探索部１と複数台の実運用診断処理部２で構成し、一台の最適診断処理探索部１で最適な処理を探索し、複数の実運用診断処理部２へ各々の診断対象に応じた再構成情報を配信する構成としても良い。更に、図１では、最適診断処理探索部１と実運用診断処理部２を別個の構成として用意したが、一つの装置にこれら両方の機能を纏めた構成とし、先ず、最適診断処理探索部１として機能させることで最適処理を決定し、その後、実運用診断処理部２として機能させる構成としても良い。

[0059] また、図２では、フロントエンド処理Ｓ３から診断処理Ｓ６を一つの装置で処理する構成を説明したが、前段の処理を診断対象機器の近傍に設置した装置で行い、後段の処理をネットワーク上の装置で行う構成としても良い。例えば、特徴量抽出処理Ｓ５までを最適診断処理探索部１で行い、そこで抽出した特徴量抽出データを通信路１０２を介してネットワーク上の記憶・処理装置１０１へ伝送し、診断処理Ｓ６以降はネットワーク上で行い、そこで生成された再構成情報を実運用診断処理部２に送信する構成を採ってもかまわない。

符号の説明

[0060] １００　異常診断システム、１０１　ネットワーク上の記憶・処理装置、１０２　通信路、１　最適診断処理探索部、１１　中央制御装置、１２　入力

装置、１３　出力装置、１４　通信装置、１５　信号処理群記憶部、１５ａ　フロントエンド処理記憶部、１５ｂ　前処理記憶部、１５ｃ　特徴量抽出処理記憶部、１５ｄ　診断処理記憶部１６　信号処理実行部、１６ａ　処理手順制御部、１６ｂ　フロントエンド処理部、１６ｃ　前処理部、１６ｄ　特徴量抽出処理部、１６ｅ　診断処理部、１６ｆ　診断結果評価部、１７　実運用処理再構成部、１７ａ　処理手順及び診断結果の記憶データベース、１７ｂ　再構成情報作成部、２　実運用診断処理部、２１　中央制御装置、２２　入力装置、２３　出力装置、２４　通信装置、２５　再構成可能な回路及び処理装置、２６　装置諸元情報データベース、３　空気圧縮装置、３ａ　電源、３ｂ　回転機、３ｃ　空気圧縮機本体、４ａ、５ａ　電流センサ、４ｂ、４ｃ、５ｂ、５ｃ　加速度センサ６ａ　第一センサデータ、６ｂ　第二センサデータ、３０　センサデータ、３１　再構成可能なアナログ回路、３２　再構成可能なデジタル回路、３３　プログラム可能なＣＰＵ、３４　診断結果

請求の範囲

[請求項1] 診断対象機器の故障予兆を検出する異常診断システムであって、

複数の診断処理手順を比較して好適な診断処理手順を探索するとともに、当該好適な診断処理手順に対応する再構成情報を出力する診断処理探索部と、

再構成可能な処理部を有するとともに、前記再構成情報に基づいて前記処理部を再構成することで、前記診断処理探索部が探索した前記好適な診断処理手順を用いて前記診断対象機器の故障予兆を検出する診断処理部と、

で構成されることを特徴とする異常診断システム。

[請求項2] 請求項１に記載の異常診断システムにおいて、

さらに、前記診断処理部の緒元情報、及び、該診断処理部に接続されるセンサの諸元情報を記憶した諸元情報データベースを有しており、

前記診断処理探索部は、前記諸元情報データベースを参照し、好適な診断処理手順を探索することを特徴とする異常診断システム。

[請求項3] 請求項１または請求項２に記載の異常診断システムにおいて、

前記診断処理探索部と前記診断処理部は、通信路によって接続された、各々独立した装置であることを特徴とする異常診断システム。

[請求項4] 請求項１または請求項２に記載の異常診断システムにおいて、

前記診断処理探索部と前記診断処理部は、一つの装置に纏められた構成であることを特徴とする異常診断システム。

[請求項5] 請求項１または請求項２に記載の異常診断システムにおいて、

前記診断処理探索部は、

前記診断対象機器寄りに設置されるとともに、診断処理手順の探索処理のうち前段の処理を行う前段処理部と、

該前段処理部と通信路を介して接続されるとともに、診断処理手順の探索処理のうち後段の処理を行う後段処理部と、からなる構成であ

ることを特徴とする異常診断システム。

[請求項6] 請求項１または請求項２に記載の異常診断システムにおいて、

前記診断対象機器に取り付けられ、前記診断処理探索部に接続された第一のセンサと、

前記診断対象機器に取り付けられ、前記診断処理部に接続された第二のセンサと、

を更に有しており、

前記第一のセンサの検出帯域及び計測レンジは、前記第二のセンサの検出帯域及び計測レンジよりも広いことを特徴とする異常診断システム。

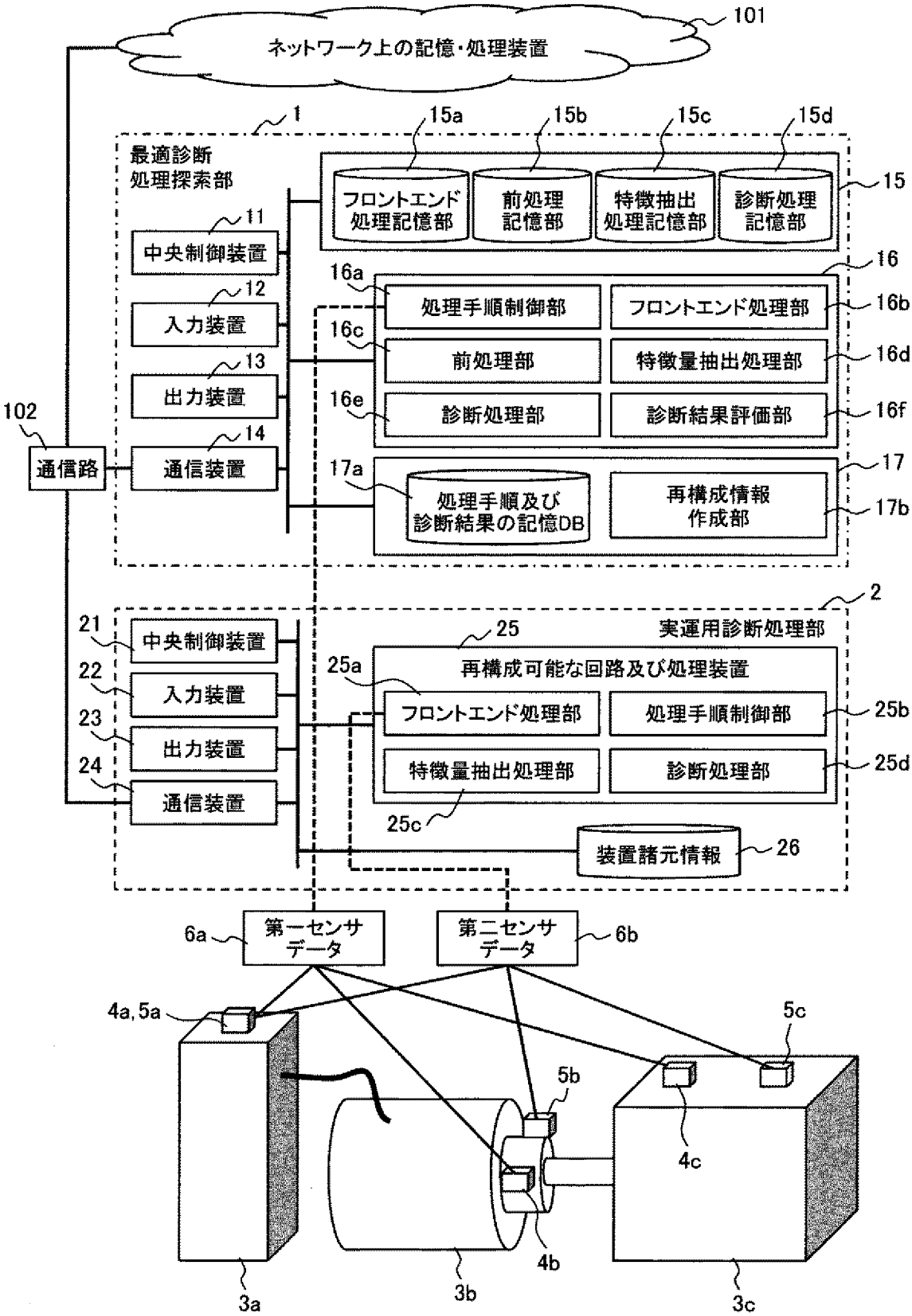
[請求項7] 請求項１または請求項２に記載の異常診断システムにおいて、

前記診断処理探索部と前記診断処理部には同一のセンサが接続されていることを特徴とする異常診断システム。

WO 2018/154703 PCT/JP2017/007080

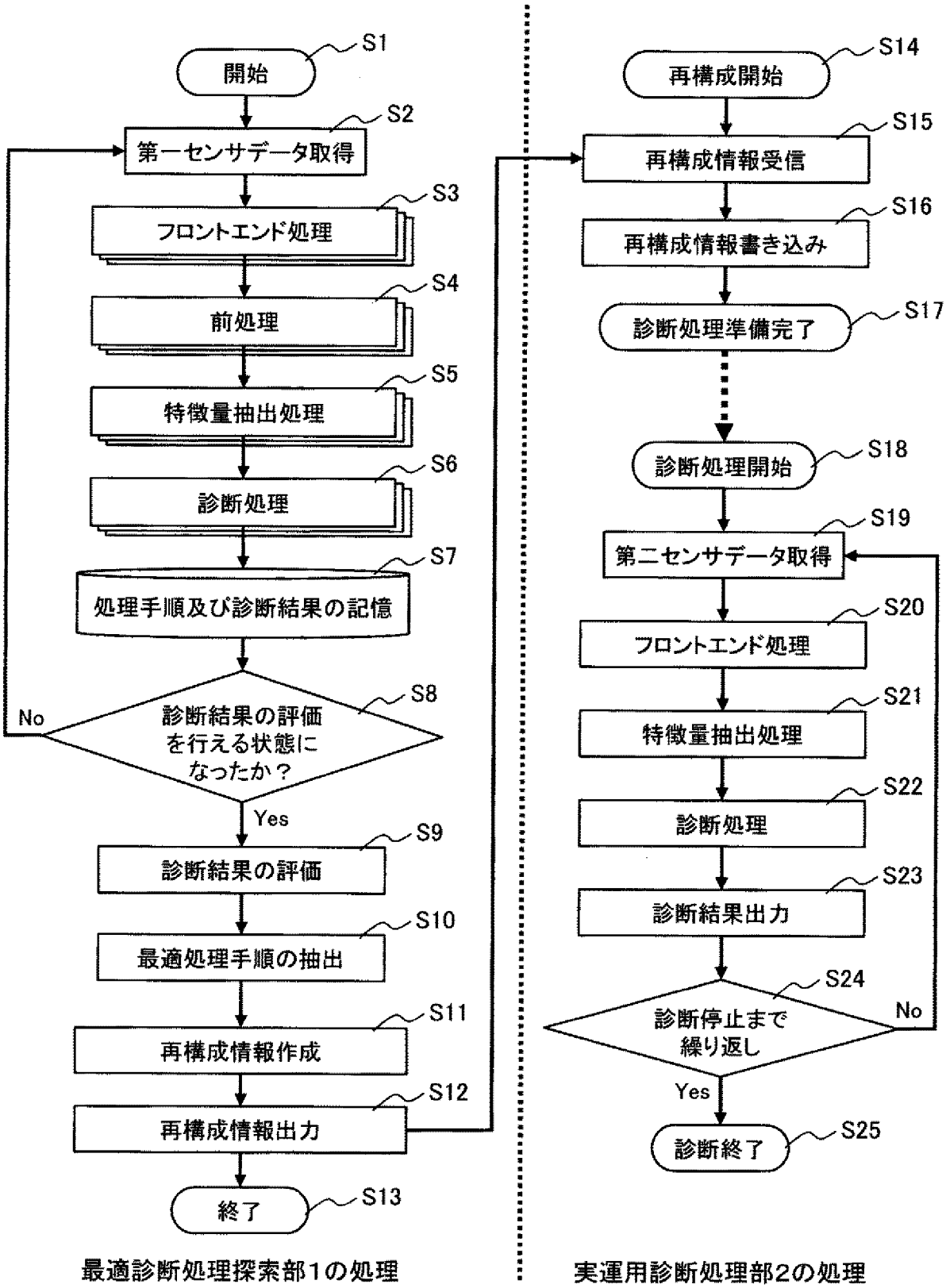
[図1]

図 1



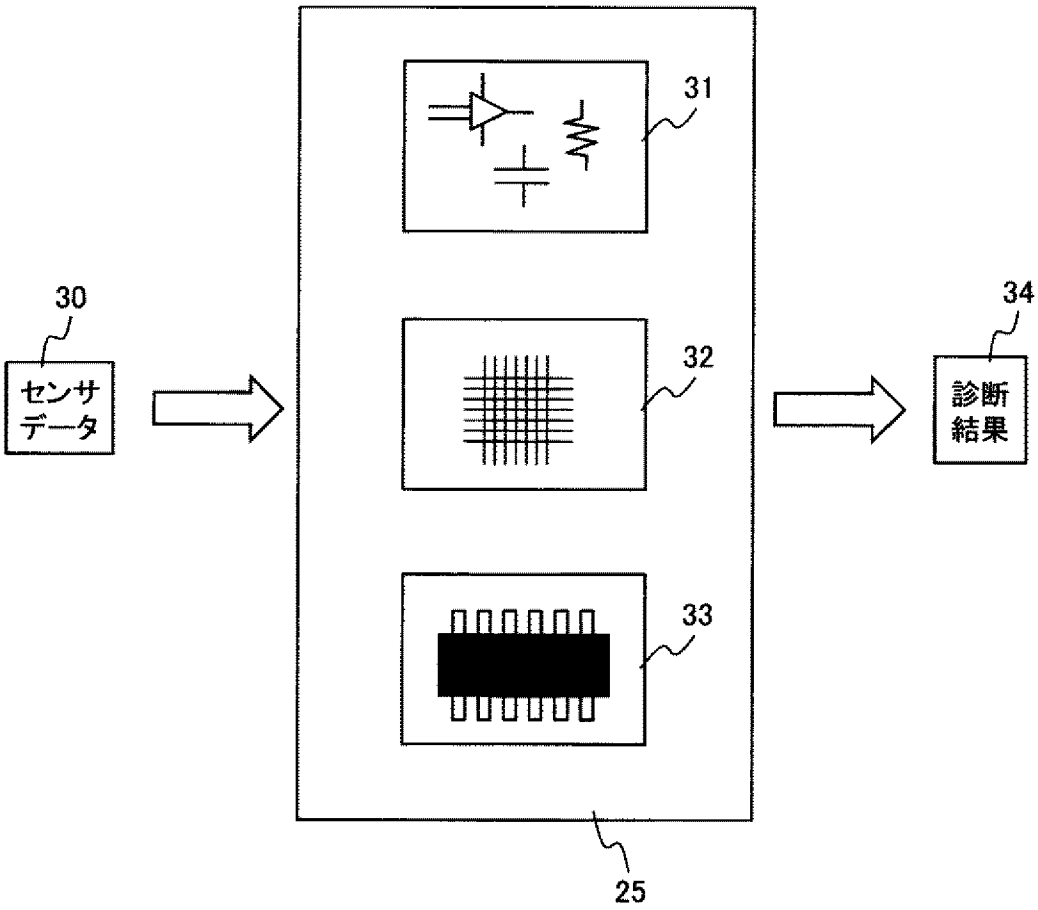
[図2]

図 2


S1
開始
S2
第一センサデータ取得
S3
フロントエンド処理
S4
前処理
S5
特徴量抽出処理
S6
診断処理
S7
処理手順及び診断結果の記憶
S8
診断結果の評価を行える状態になったか？
No
Yes
S9
診断結果の評価
S10
最適処理手順の抽出
S11
再構成情報作成
S12
再構成情報出力
S13
終了
最適診断処理探索部1の処理
S14
再構成開始
S15
再構成情報受信
S16
再構成情報書き込み
S17
診断処理準備完了
S18
診断処理開始
S19
第二センサデータ取得
S20
フロントエンド処理
S21
特徴量抽出処理
S22
診断処理
S23
診断結果出力
S24
診断停止まで繰り返し
No
Yes
S25
診断終了
実運用診断処理部2の処理

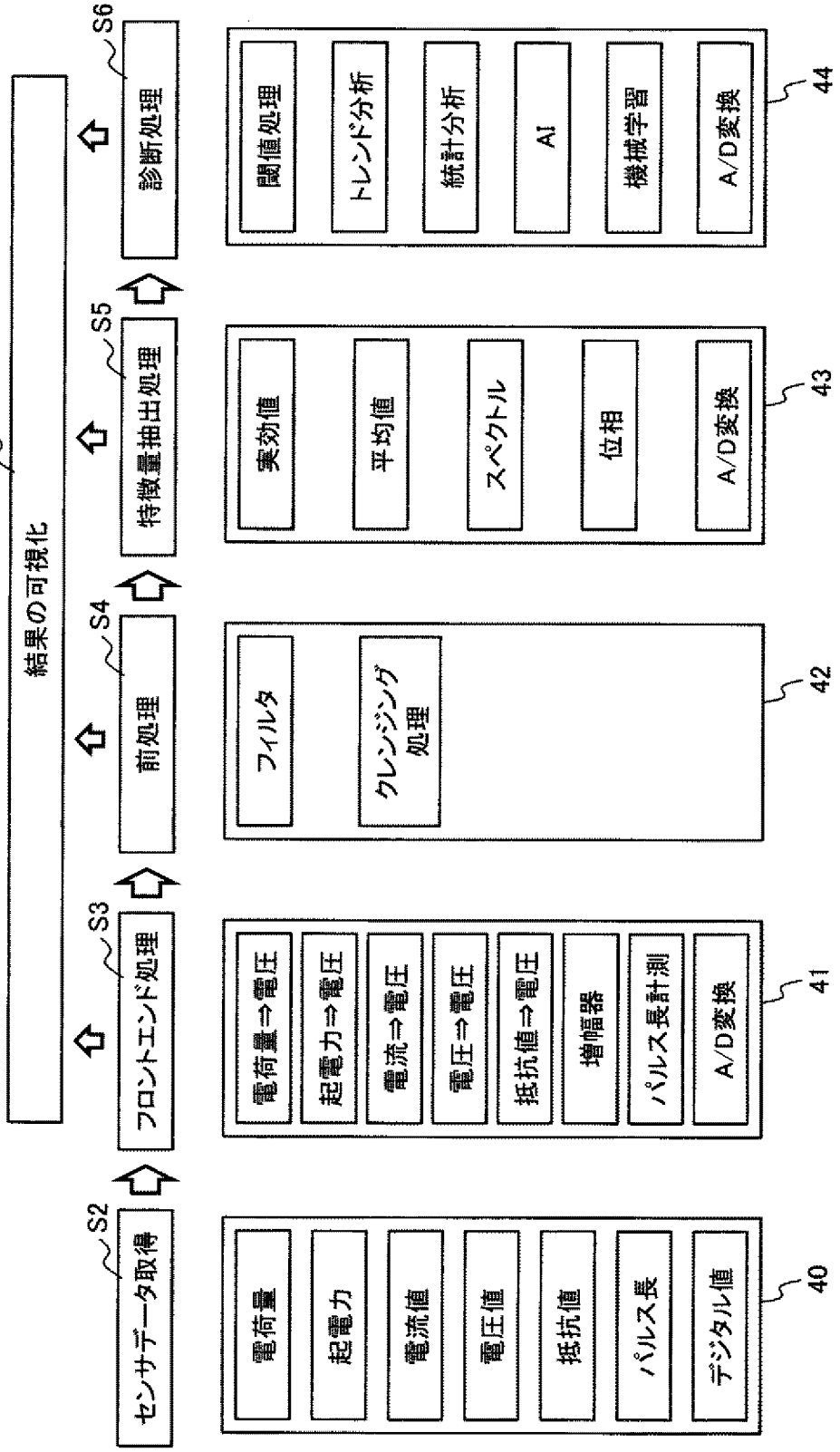
[図3]

図 3



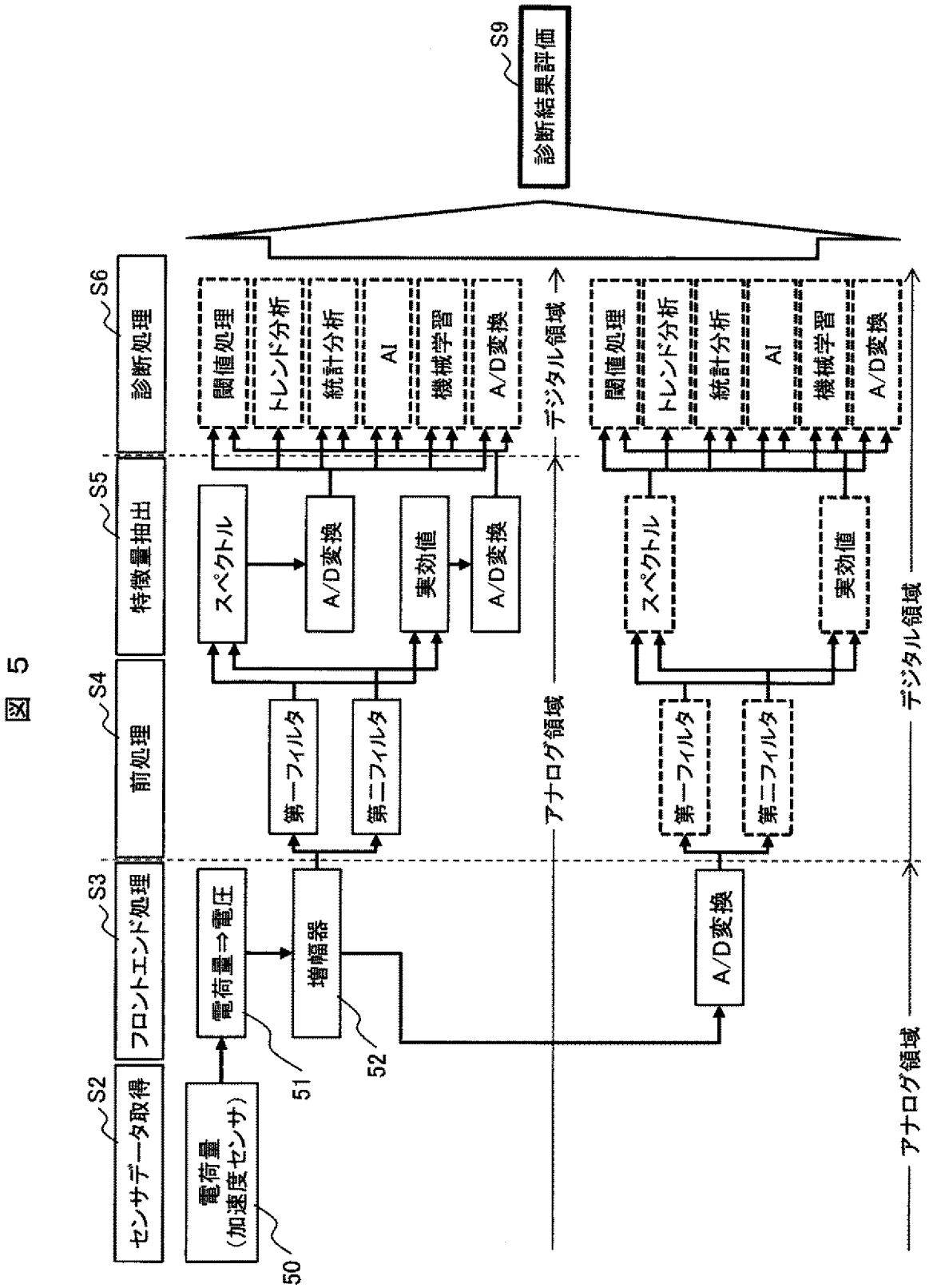
[図4]

図 4


S2
センサデータ取得
S3
フロントエンド処理
S4
前処理
S5
特徴量抽出処理
S6
診断処理
45
結果の可視化
電荷量
起電力
電流値
電圧値
抵抗値
パルス長
デジタル値
40
電荷量⇒電圧
起電力⇒電圧
電流⇒電圧
電圧⇒電圧
抵抗値⇒電圧
増幅器
パルス長計測
A/D変換
41
フィルタ
クレンジング処理
42
実効値
平均値
スペクトル
位相
A/D変換
43
閾値処理
トレンド分析
統計分析
AI
機械学習
A/D変換
44

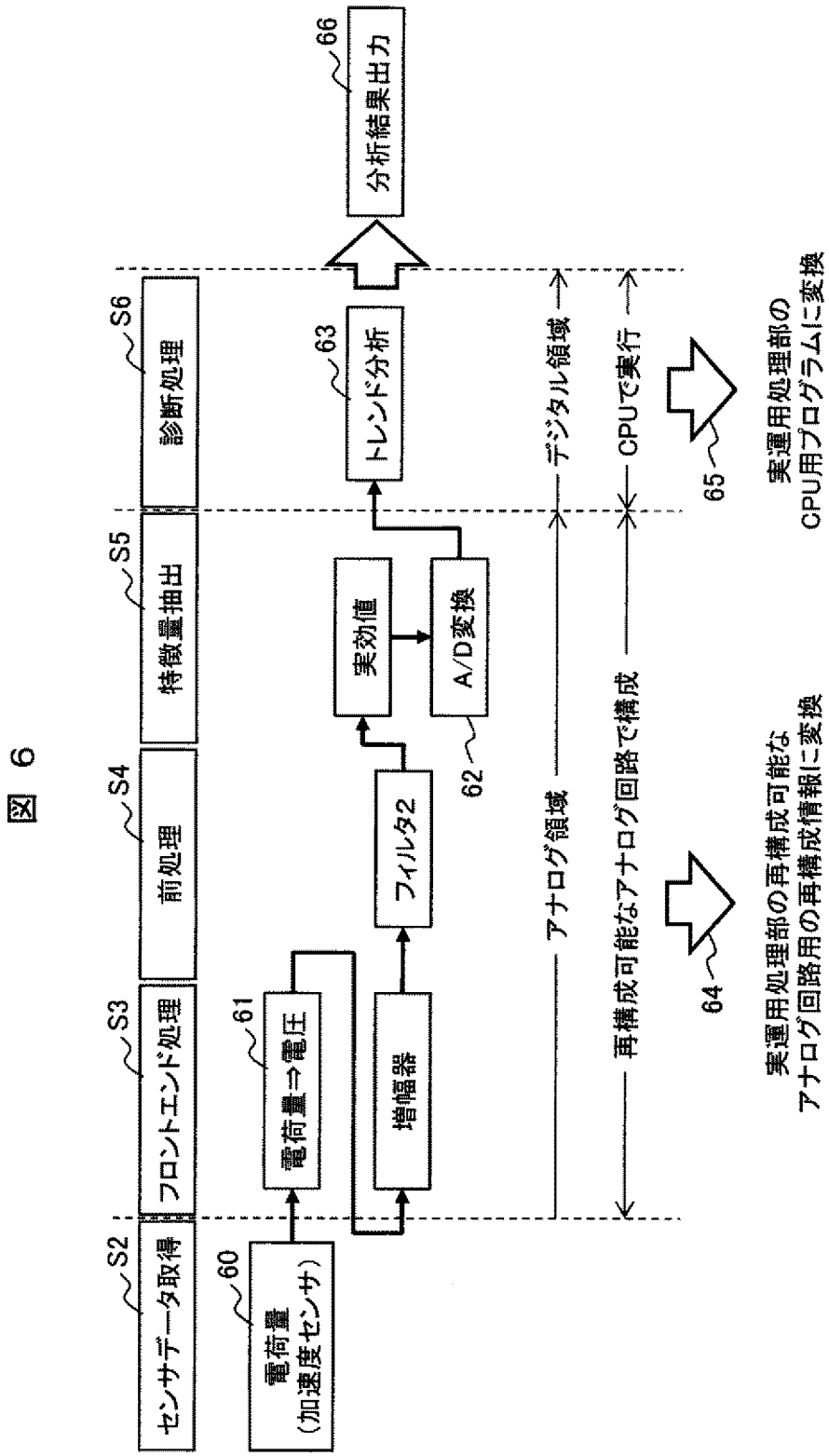
[図5]

図 5


S9
診断結果評価
S6
診断処理
S5
特徴量抽出
S4
前処理
S3
フロントエンド処理
S2
センサデータ取得
閾値処理
トレンド分析
統計分析
AI
機械学習
A/D変換
スペクトル
実効値
第一フィルタ
第二フィルタ
電荷量⇒電圧
増幅器
電荷量
(加速度センサ)
50
51
52
アナログ領域
デジタル領域

[図6]

図 6


S2
センサデータ取得
S3
フロントエンド処理
S4
前処理
S5
特徴量抽出
S6
診断処理
60
電荷量
(加速度センサ)
61
電荷量⇒電圧
増幅器
フィルタ2
実効値
A/D変換
62
トレンド分析
63
分析結果出力
66
アナログ領域
デジタル領域
再構成可能なアナログ回路で構成
CPUで実行
64
実運用処理部の
アナログ回路用の再構成情報に変換
65
実運用処理部の再構成可能な
CPU用プログラムに変換

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/007080

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G05B23/02(2006.01)i

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 2015-203936 A (Hitachi, Ltd.), 16 November 2015 (16.11.2015), claims & WO 2015/159577 A1	1-7
A	JP 2007-257190 A (Toshiba Corp.), 04 October 2007 (04.10.2007), claims & KR 10-2007-0095820 A & CN 101042587 A & CN 101840235 A & TW 200741066 A	1-7

☐ 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 April 2017 (28.04.17)	16 May 2017 (16.05.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／００７０８０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G05B23/02(2006.01)i

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））

Int.Cl.　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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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
A	JP 2015-203936 A (株式会社日立製作所) 2015.11.16, 特許請求の範囲 & WO 2015/159577 A1	1-7
A	JP 2007-257190 A (株式会社東芝) 2007.10.04, 特許請求の範囲 & KR 10-2007-0095820 A & CN 101042587 A & CN 101840235 A & TW 200741066 A	1-7

☐　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矛盾するものではなく、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 ２８．０４．２０１７	国際調査報告の発送日 １６．０５．２０１７
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｕ　９０６４ 牧　初 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６４