

(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
2016年9月15日(15.09.2016)



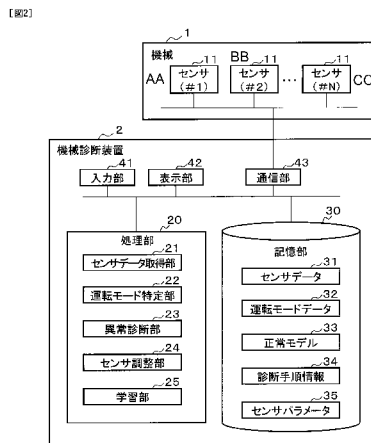
(10) 国際公開番号
WO 2016/143118 A1

- (51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/057301
- (22) 国際出願日: 2015年3月12日(12.03.2015)
- (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: 蛭田 智昭 (HIRUTA Tomoaki); 〒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). 牧 晃司 (MAKI Kohji); 〒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). 加藤 哲司 (KATO Tetsuji); 〒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: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目1番18号 ヒューリック虎ノ門ビル 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, 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, KN, KP, KR, 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,

[続葉有]

(54) Title: MACHINE DIAGNOSTIC DEVICE AND MACHINE DIAGNOSTIC METHOD

(54) 発明の名称: 機械診断装置および機械診断方法



- 1 Machine
- 2 Machine diagnostic device
- 20 Processing unit
- 21 Sensor data acquisition unit
- 22 Operating mode specification unit
- 23 Malfunction diagnostic unit
- 24 Sensor adjustment unit
- 25 Learning unit
- 30 Storage unit
- 31 Sensor data
- 32 Operating mode data
- 33 Normal operation model
- 34 Diagnostic sequence information
- 35 Sensor parameters
- 41 Input unit
- 42 Display unit
- 43 Communication unit
- AA Sensor (#1)
- BB Sensor (#2)
- CC Sensor (#n)

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a machine diagnostic device which assists with sensor attachment such that malfunction sensing performance may be maintained even after maintenance of a device. The machine diagnostic device (2) comprises: a sensor data acquisition part (21) which acquires time-series sensor data which is measured by sensors (11) which are attached to a machine (1) which has one or more operating modes; a learning unit (25) which statistically processes the sensor data prior to detachment of the sensors and computes a normal operation model; a malfunction diagnostic unit (23) which diagnoses a malfunction of the machine on the basis of the sensor data and the normal operation model; and a sensor adjustment unit (24) which, when the sensors are re-attached to the machine after the sensors have been detached therefrom, displays, in a display unit, as a sensor adjustment mode, discrepancies between the normal operation model prior to the detachment of the sensors and the post sensor attachment sensor data.

(57) 要約: 機器のメンテナンス後も異常検知性能を保てるように、センサの取り付けを支援する機械診断装置を提供する。機械診断装置(2)は、1つ以上の運転モードを有する機械(1)に取り付けられたセンサ(11)から計測される時系列のセンサデータを取得するセンサデータ取得部(21)と、センサの取り外し前のセンサデータを統計処理して正常モデルを計算する学習部(25)と、センサデータと正常モデルとに基づいて、機械の異常を診断する異常診断部(23)と、センサを取り外した後に再び機械にセンサを取り付けた際に、センサ調整モードとして、センサ取り外し前の正常モデルとセンサの取り付け後のセンサデータとの誤差を表示部に表示するセンサ調整部(24)とを有する。

WO 2016/143118 A1



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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 機械診断装置および機械診断方法

技術分野

[0001] 本発明は、機械の異常を診断する機械診断装置および機械診断方法に関する。

背景技術

[0002] 発電用ガスタービンなど社会インフラ向け機械は、1日24時間稼働することが要求されている。そのような機械の高い稼働率を維持するためには、計画外の稼働停止を防がねばならない。そのためには、保守のやり方を、従来の機械の稼働時間に基づいた定期保守から、機械の状態に基づいて予防保全を適切に行う状態監視保守への移行が必要である。

[0003] 状態監視保守を実現するためには、機械に設けられた各種センサを介して収集されるセンサデータを定められた異常診断手順に従って分析し、機械の異常、故障の予兆を診断する機械診断装置の役割が重要となる。ここで、異常診断手順とは、1つ以上のセンサから取得されるデータを処理し、その処理結果に基づき機械の異常の予兆などを診断するコンピュータの処理フローをいう。

[0004] 通常、状態監視保守で機械の異常が診断された場合、オーバーホールなどの定期メンテナンス時に、技術者は機械を停止する。さらに保守が大掛かりなものになると、機械のセンサを一度はずして、部品交換、機械内部のメンテナンスを実施する。その後、センサを元の位置に戻して、状態監視保守を継続する。状態監視保守は、機械の正常状態を基準に機械の異常を診断している。このためメンテナンス前のセンサの状態にしなければ、精度の高い状態監視保守を実現できない。

[0005] 従来の機械のセンサ取り付け方法に関する発明にも、センサの正確な取り付け方法は考慮されている。例えば、特許文献1には、センサ調整方法として、「診断装置の画面で最小リフト位置になっていることを確認した作業者

は、そのときのセンサ出力と標準出力値とを比較することで、取り付け角度（取り付け位置）のずれがあるか否かを判断し（ステップS5）、ずれがある場合には、取り付け角度（取り付け位置）を手作業で調整し、センサ出力が標準出力値を含む所定範囲内（許容範囲内）になるようにする（ステップS6）」ことが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-196420号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1は、センサの出力値を設計情報で設定した標準出力値と比較してセンサ位置を決定するものである。この技術を状態監視保守のメンテナンス後のセンサ取り付け後に実施した場合、メンテナンス前のセンサの出力値が標準出力値と同レベルである保証はない。さらに通常、状態監視保守の対象となる機械は、複数の運転モードを有している。そして、その機械に設けられたセンサから得られるセンサ値は、運転モード毎に異なっているのが一般的である。このため設計情報で設定した標準出力値だけでは、メンテナンス前の機械の状態を再現することが難しい。

[0008] 以上のように、従来技術のセンサ調整方法を状態監視保守に適用した場合は、メンテナンス前の機器の状態を再現できずに異常診断性能が悪くなるという問題が存在する。

[0009] 本発明は、前記の課題を解決するための発明であって、機器のメンテナンス後も異常検知性能を保てるように、センサの取り付けを支援する機械診断装置および機械診断方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 前記目的を達成するため、本発明の機械診断装置は、1つ以上の運転モードを有する機械に取り付けられたセンサから計測される時系列のセンサデー

タを取得するセンサデータ取得部と、センサの取り外し前のセンサデータを統計処理して正常モデルを計算する学習部と、センサデータと正常モデルとに基づいて、機械の異常を診断する異常診断部と、センサを取り外した後に再び機械にセンサを取り付けた際に、センサ調整モードとして、センサ取り外し前の正常モデルとセンサの取り付け後のセンサデータとの誤差を表示部に表示するセンサ調整部とを有することを特徴とする。本発明のその他の態様については、後記する実施形態において説明する。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、機器のメンテナンス後も異常検知性能を保てるように、センサの取り付けを支援することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]機械、機械診断装置、保守員および管理者がする行為の例を示す図である。

[図2]実施形態1に係る機械診断装置のブロック構成の例を示す図である。

[図3]センサパラメータの構成の例を示す図である。

[図4]センサデータの構成の例を示す図である。

[図5]運転モードデータの構成の例を示す図である。

[図6]機械が電動機である場合の各運転モードにおける電流波形の例を示す図であり、(a)は、起動運転モードの電流波形の例、(b)は、定常運転モードの電流波形の例、(c)は、加速運転モードの電流波形の例である。

[図7]運転モード特定部が実行する運転モード特定処理の例を示すフローチャートである。

[図8]正常モデルの構成の例を示す図である。

[図9]診断手順情報の構成の例を示す図である。

[図10]異常診断部が実行する異常診断処理の例を示すフローチャートである。

[図11]学習部が実行する学習処理の例を示すフローチャートである。

[図12]実施形態1に係るセンサ調整部の調整処理を示すフローチャートであ

る。

[図13]センサ調整部のセンサ調整画面の例を示す図である。

[図14]実施形態2に係るセンサ調整部の調整処理を示すフローチャートである。

[図15]実施形態3に係るセンサ調整部の調整処理を示すフローチャートである。

[図16]実施形態4に係るセンサ調整部の調整処理を示すフローチャートである。

[図17]クラスタ分析を使った異常度の計算の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

<<実施形態1>>

図1は、機械1、機械診断装置2、保守員3および管理者4がする行為の例を示す図である。機械1は、機械診断装置2による監視対象の装置であり、定期的に、または、機械診断装置2が異常ないし異常の予兆（以下、単に異常という）を検出したときには、保守員3による保守作業が行われる。機械1には、各種のセンサ11（図2参照）が搭載されており、各種のセンサ11により計測された機械1の様々な計測データは、機械診断装置2へ向けて出力される。

[0014] 機械診断装置2は、機械1から各種のセンサ11により計測された計測データを収集し、集計するとともに、定期的に、所定の異常診断手順に従って機械1における異常の有無を診断し、その診断結果を管理者4に報知する。管理者4は、機械診断装置2からの診断結果の報知に基づき、機械1の異常または異常の原因（故障の内容）を知ったときには、現場の保守員3に対し、機械1の保守作業の実施を指示する。また機械のメンテナンス後にセンサ11を取り付ける際には、保守員は、機械診断装置2に表示される情報を使って、センサ11を取り付ける。

[0015] 図2は、実施形態1に係る機械診断装置2のブロック構成の例を示す図で

ある。図2に示すように、機械診断装置2は、処理部20、記憶部30、入力部41、表示部42、通信部43を有している。処理部20は、センサデータ取得部21、運転モード特定部22、学習部25、異常診断部23、センサ調整部24とを有する。

[0016] センサデータ取得部21は、1つ以上の運転モードを有する機械1に取り付けられたセンサ11から計測される時系列のセンサデータ31を取得する。運転モード特定部22は、センサデータ31から運転モードを特定する。

[0017] 学習部25は、センサ11の取り外し前のセンサデータ31を統計処理して正常モデル33を計算する。異常診断部23は、センサデータ31と正常モデル33を使って、所定間隔で機械の異常を診断する。

[0018] センサ調整部24は、センサ11を取り外して機械1をメンテナンスした後で再び機械1にセンサ11を取り付けた際にセンサ調整モードとして、取り外し前の正常モデルとセンサ取り付け後のセンサデータとの異常度（誤差）を表示部42に表示する。なお、異常度は、図17を参照して後記する。

[0019] 記憶部30には、センサデータ取得部21で取得されたセンサデータ31（図4参照）、運転モードデータ32（図5参照）、学習部25で機械学習を使って生成された正常モデル33（図8参照）、診断手順情報34（図9参照）、センサパラメータ35（図3参照）などが記憶されている。

[0020] ここで、処理部20は、例えば、マイクロプロセッサなどの演算処理装置であり、記憶部30は半導体メモリ、ハードディスク装置などの記憶装置である。入力部41はキーボード、マウスなどの入力装置であり、表示部42は、液晶表示装置などの表示装置である。センサデータ取得部21、運転モード特定部22、異常診断部23、センサ調整部24、学習部25のそれぞれの機能は、前記の演算処理装置が記憶装置に記憶された所定のプログラムを実行することにより実現される。

[0021] なお、本実施形態において機械診断装置2の診断対象となる機械1は、機械的な動作をすることにより所期の機能を実現する装置であればどのような装置であってもよい。ただし、本実施形態では、発明の内容を分かり易くす

るために、機械 1 は、例えば、電動機そのもの、あるいは、電動機とその電動機によって駆動される機構部を有する装置であるとする。電動機は、多くの生産設備に取り付けられる主幹部品であり、電気エネルギーを機械エネルギーに変換する。

[0022] 機械 1 には、その動作状態を監視する目的で、1 つまたは複数のセンサ 1 1 が取り付けられている。機械 1 が電動機である場合、機械 1 には、例えば、電動機に入力される電流を計測する電流センサ、電動機の軸受などの振動を計測する 1 つ以上の振動センサ、軸受周辺の温度を計測する温度センサなどが取り付けられる。センサ 1 1 は、予め定められた時間周期で電流、振動、温度などを計測し、その計測したデータを計測データとして機械診断装置 2 に供給する。

[0023] 以下、機械診断装置 2 を構成するそれぞれのブロックについて、図 2 に加え、図 3 以降の図面を参照しながら詳細に説明する。

[0024] (センサデータの取得)

センサデータ取得部 2 1 (図 2 参照) は、機械 1 に取り付けられたセンサ 1 1 から有線または無線通信により通信部 4 3 を介して、センサデータを取得する。そして、センサ 1 1 から供給される電圧を、記憶部 3 0 に記憶されているセンサパラメータ 3 5 を使って電流、温度、加速度などの物理量に変換し、その結果を計測データ (センサデータ 3 1) として記憶部 3 0 に格納する。

[0025] 図 3 は、センサパラメータ 3 5 の構成の例を示す図である。図 3 に示すように、センサパラメータ 3 5 は、機械 1 に取り付けられたそれぞれのセンサ 1 1 の識別 ID である「センサ ID」と、センサ 1 1 の「種類」と、センサ 1 1 で計測された電圧を物理用に変換する「校正値」と、「オフセット」を含んで構成されている。例えば図 3 のセンサ ID が 0 0 1 の振動センサは、センサの出力値 1 V あたり 1. 0 0 m / s² の振動を計測するセンサである。また出力電圧にバイアスがある場合は、オフセットの項目を出力値に加える。

[0026] 図4は、センサデータ31の構成の例を示す図である。図4に示すように、センサデータ31は、機械1に取り付けられたそれぞれのセンサ11で計測された計測データが計測時刻に対応付けられて構成される。

[0027] 図4のセンサデータ31の例では、当該センサデータ31に含まれる計測データは、例えば、電動機に取り付けられた電流センサ、2つの振動センサおよび温度計によってそれぞれ計測される電流、加速度および温度であるとしている。また、この例では、すべての計測データが、0.1秒周期で計測されているが、それぞれの計測データの計測周期が互いに異なってもよい。例えば、電流は、0.1秒周期で計測され、振動は、0.01秒周期で計測され、温度は、1秒周期で計測されるようなものであってもよい。

[0028] また、センサ11が計測データを計測する周期は、センサ11が計測データをセンサデータ取得部21へ送信する周期と異なってもよい。例えば、センサ11は、計測データを0.1秒周期で計測し、1秒分の計測データをまとめて1秒おきにセンサデータ取得部21へ供給してもよい。

[0029] (運転モードの定義および特定)

図5は、運転モードデータ32の構成の例を示す図である。図5に示すように、運転モードデータ32は、「運転モード名称」、「時間」、「センサ」、「振幅」、「周波数」、「運転モードID」などの項目のデータによって構成される。ここで、「運転モード名称」は、機械1の運転時に現れる運転モードを識別する名称、「時間」は、当該運転モードの特定に必要な継続時間、「センサ」は、当該運転モードの特定に用いられる計測データの名称、「振幅」は、当該計測データの振幅値または振幅値の変化量、「周波数」は、当該計測データの周波数または周波数の変化量、「運転モードID」は、当該運転モードを識別する番号または記号である。

[0030] 運転モードデータ32は、機械1の運転モードを定義するデータであり、予め管理者4が作成する。運転モードデータ32は、運転モード特定部22が、センサデータ取得部21で取得された計測データがいずれの運転モードに属するか、を特定するときに用いられる。

[0031] 図6は、機械1が電動機である場合の各運転モードにおける電流波形の例を示した図であり、(a)は、起動運転モードの電流波形の例、(b)は、定常運転モードの電流波形の例、(c)は、加速運転モードの電流波形の例である。

[0032] 図6の例では、運転モードは、機械1(電動機)での電流の計測データによって特定されるとしている。そして、例えば、周波数50Hzの電流の振幅が10秒の間に0Aから10Aに上昇した場合、その運転モードを「起動運転モード」と定義する。また、周波数50Hzの電流が3秒間一定の振幅10Aを維持した場合、その運転モードを「定常運転モード」と定義する。また、一定の振幅10Aを有する電流の周波数が10秒の間に50Hzから80Hzへ変化した場合、その運転モードを「加速運転モード」と定義する。

[0033] 図6(a)に示すように、起動運転モードでは、電流の周波数は概ね一定であるが、電流の振幅は、0Aから所定の電流値(例えば、10A)になるまで徐々に増加する。また、図6(b)に示すように、定常運転モードでは、電流の計測値は、振幅、周波数ともに一定の値となる。これは、電動機が一定の回転数で定常的に稼働している状態を表している。また、図6(c)に示すように、加速運転モードでは、電流の振幅は一定であるが、周波数は、例えば、50Hzから80Hzへと徐々に増加する。これは、電動機の回転数が徐々に増加している状態を表している。

[0034] なお、運転モードは、図5および図6に示した運転モードのほかにも、適宜、定義することができる。機械1が電動機の場合、さらに、減速運転モード、停止運転モードがあってもよい。また、定常運転モードとして、周波数、振幅が互いに異なる第2、第3の定常運転モードがあってもよい。

[0035] また、運転モードは、複数の計測データの組み合わせによって定義されるものであってもよい。例えば、機械1に入力する電流に加え、機械1周辺の温度を用い、低温時の起動運転モード、常温時の起動運転モードなどを定義してもよい。ただし、温度など変動時間が非常に長い計測データについては

、図4の運転モードデータ32でいう「振幅」は、その計測データそのもの（温度など）であるとする。また、「周波数」は、とくに値を定めず、単に一定であるとする。

[0036] 以上、図5および図6に示した運転モードの例は、簡単な例であるが、一般には、運転モードの定義は、必ずしも誰にでもできるものではない。とくに、機械1の制御仕様が開示されていないような場合には、その機械1の動作、運転に精通した専門家でなければ、その運転モードを適切に定義することは困難である。そこで、本実施形態に係る機械診断装置2では、専門家が運転モードを予め定義する必要がある。

[0037] 図7は、運転モード特定部22が実行する運転モード特定処理の例を示すフローチャートである。図7に示すように、運転モード特定部22は、まず、センサデータ取得部21を介して入力されるセンサデータ31（図4参照）のうち、運転モードデータ32で運転モードの定義に用いるとしている計測データの時系列データを取得する（ステップS31）。

[0038] 次に、運転モード特定部22は、前記取得した計測データの時系列データを、「振幅」および「周波数」の時系列データに変換する（ステップS32）。なお、ここでいう「振幅」は、その変動周期が計測データの取得周期（サンプリング周期）に比べ非常に大きい場合には、計測データの時系列データそのものであってもよく、その場合は、「振幅」への変換は不要である。

[0039] 次に、運転モード特定部22は、記憶部30に記憶されている運転モードデータ32を参照し、その中から運転モードの定義データを1つを選択する（ステップS33）。

[0040] 次に、運転モード特定部22は、ステップS32で求めた計測データの「振幅」および「周波数」の時系列データを、ステップS33で選択した運転モードの定義データ、より詳しくは、運転モードデータ32の「振幅」、「周波数」および「時間」の欄のデータ（図4参照）と比較する（ステップS34）。そして、その比較の結果、両者が一致した場合には（ステップS35でYes）、運転モード特定部22は、その一致した時間部分に対応する

センサデータ31が属する運転モードがステップS33で選択した運転モードであると特定する(ステップS36)。その結果、運転モードIDが取得されたこととなるので、図7の処理を終了する。なお、こうして取得された運転モードIDは、異常診断部23へ供給される。

[0041] 一方、ステップS34の比較の結果、両者が一致していなかった場合には(ステップS35でNo)、運転モード特定部22は、さらに、ステップS33の判定で全ての運転モードの定義データを選択していたか否かを判定する(ステップS37)。その判定の結果、未だ全ての運転モードの定義データを選択していなかった場合には(ステップS37でNo)、ステップS33に戻って、ステップS33以下の処理を繰り返して実行する。

[0042] また、ステップS37の判定で、運転モードの定義データを全て選択していたと判定された場合には(ステップS37でYes)、運転モード特定部22は、運転モードを特定せずに図7の処理を終了する。従って、この場合には、運転モードIDは取得されないので、後続の異常診断部23での処理は行われぬ。

[0043] 以上、図7を用いて示した処理は、所定の時間周期で次々に取得されるセンサデータ31が、運転モードデータ32のそれぞれの運転モードの定義データのいずれに一致するかを検索する処理に他ならない。

[0044] (機械1の異常診断)

異常診断部23(図2参照)は、運転モード特定部22から運転モードIDを受け取ると機械1の異常診断を行う。以下、図8~図10の図面を参照しつつ、異常診断部23が行う異常診断の詳細について説明する。

[0045] 図8は、正常モデル33の構成の例を示した図である。図8に示すように、正常モデル33は、センサの取り外し前のセンサデータを統計処理して生成されたモデルであり、「異常モード」が定義されている。「異常モード」それぞれに対し、「運転モードID」および「診断手順ID」が対応づけられて構成される。

[0046] ここで、正常モデル33は、機械1のセンサデータを、機械学習を使って

、具体的に学習部 25 で生成される。正常モデルは、運転モード毎に機械の正常状態を定義した情報である。異常診断部 23 では、正常モデルとの距離で機械の異常を判定する。また、「運転モード ID」は、前記「異常モード」が発生し得る運転モードを示した情報である。また、「診断手順 ID」は、前記「異常モード」を検出するための診断手順情報を識別する情報である。

[0047] 図 8 の正常モデル 33 の例では、異常モードが「軸受内輪傷」、運転モード ID が「1」または「2」について、「診断手順 ID」が「1」の診断手順により異常を診断することが示されている。なお、本実施形態では、以上のような正常モデル 33 は、機械 1 のセンサデータを蓄積し、学習部 25 で生成したデータである。「異常モード」は、図 9 の例に限定されるものではない。

[0048] 図 9 は、診断手順情報 34 の構成の例を示した図である。図 9 に示すように、診断手順情報 34 は、「診断手順 ID」、「センサ」、「前処理」、「アルゴリズム」、「後処理」などの情報を含んで構成されている。

[0049] ここで、「診断手順 ID」は、診断手順情報 34 を識別する情報である。また、「センサ」は、当該診断手順で用いられる計測データの名称である。図 9 の例では、当該診断手順では「振動 A」および「温度」が用いられることが示されている。

[0050] 「前処理」は、診断アルゴリズムを適用する際に「センサ」で指定される計測データに対し施す処理を指定する情報である。「前処理」の例としては、ノイズ除去のためのフィルタリング処理、移動平均処理などがある。また、計測データが周期的なデータである場合には、周波数解析処理などを施すことができる。なお、図 9 の例では、「前処理」として「振動 A」の計測データに周波数解析処理を施すことが示されている。

[0051] 「アルゴリズム」は、当該診断手順で用いられる異常検出のアルゴリズムを特定する情報である。図 9 の例では、「アルゴリズム」として、「K 平均法」のクラスタ分析が用いられること、さらに、その付随情報として、その

クラスタ分析で用いられる「クラスタ情報がDatafile0」に格納されていることが示されている。なお、異常検出のアルゴリズムとしては、例えば、「主成分分析」などであってもよい。

[0052] 「後処理」は、前記の異常検出のアルゴリズムが適用された後、機械1の異常を判定する処理で用いられる異常判定の条件などを特定する情報である。図9の例では、「後処理」、すなわち、異常判定の条件として、異常度3以上が3秒以上継続することが示されている。

[0053] なお、クラスタ分析では、所定の時刻ごとに前記「センサ」で指定される n 個の計測データが取得されるので、その n 個の計測データを成分とする n 次元ベクトル空間を想定する。そして、その n 次元ベクトル空間の中で、過去に取得された各時刻の n 個の成分を有する計測データを用いて、クラスタ情報が作成される。すなわち、各時刻の n 個の成分を有する計測データは、 n 次元ベクトル空間の中で各クラスタに分けられる。本実施形態では、このようなクラスタ情報（例えば、Datafile0）は、機械1の運転モードごとに作成される。このクラスタ情報は、機械の正常状態を定義した情報である。

[0054] そして、センサ11で計測される計測データの中に、いずれのクラスタにも属さないような計測データがあった場合には、その計測データは異常、すなわち、機械1に異常または異常の兆候が現れたとみなされる。

[0055] クラスタ分析では、「異常度」は、前記の n 次元ベクトル空間において、各時刻の計測データが表す位置とその位置に最も近いクラスタの中心との間のユークリッド距離として定義される。本実施形態では、異常度は「後処理」で計算され、異常度3以上が3秒以上継続した場合、機械1の異常とみなされる。

[0056] 図17は、クラスタ分析を使った異常度の計算の例を示す図である。図17は、センサA（171）、センサB（172）、センサC（173）の3つのセンサを使って、3次元ベクトル空間の中で2つのクラスタに分割した例である。クラスタ174とクラスタ175は、記憶部30に記憶されているセンサデータ31のうちセンサA、センサB、センサCのデータを使って

、生成される。

[0057] 異常度を計算する際には、始めに3次元のベクトル空間の中に、計測したセンサA、センサB、センサCの値を、センサデータ176としてマッピングする。次に、センサデータ176と最も近いクラスタ（図17では、クラスタ174）との距離を計算する。この距離が長いほど、過去に記録されたセンサデータと異なるため、機械1は異常である可能性が高くなる。図17の例では、最も近いクラスタとの距離が異常度となる。

[0058] なお、本実施形態でいう計測データは、センサ11（図2参照）から得られる実際の計測データだけでなく、その実際の計測データを「前処理」したデータであってもよい。例えば、ある計測データについて周波数解析の「前処理」を実施した場合には、その計測データの各周波数帯域のパワー値（スペクトル値）の時系列データもクラスタ分析対象の計測データとみなされる。また、電動機の回転周波数の整数倍の周波数帯域のパワー値を使ってもよい。例えば、電動機の回転周波数が60Hzのとき、60Hz、120Hz、180Hz、240Hzのパワー値を使用する。また、電動機の回転周波数の整数倍の周辺のパワー値を使ってもよい。例えば、電動機の回転周波数が60Hzのとき、55Hzから65Hzまでのパワー値の和、115Hzから125Hzまでのパワー値の和、175Hzから185Hzのパワー値の和、235Hzから245Hzのパワー値の和を使用する。

[0059] 図10は、異常診断部23が実行する異常診断処理の例を示すフローチャートである。適宜図2を参照して説明する。図10に示すように、異常診断部23は、まず、運転モード特定部22から供給される運転モードID取得する（ステップS41）。例えば、運転モード特定部22から供給される運転モードID「1」（起動運転モード：図6参照）を取得する。

[0060] 次に、異常診断部23は、記憶部30に記憶されている正常モデル33を参照して、その「運転モードID」の欄に前記運転モードID（ステップS41で取得した異常モードID）が含まれる行データの1つを選択する（ステップS42）。図8の例では、異常診断部23は、正常モデル33の「運

転モードID」の欄に「1」が含まれる行の中から1行を選択して読み出す。例えば、1行目のデータ（異常モードが「軸受内輪傷」で診断手順IDが「1」のデータ）を読み出す。

[0061] 次に、異常診断部23は、前記読み出した正常モデルの中に含まれている診断手順IDを抽出する（ステップS43）。図8の正常モデル33の1行目のデータの場合、診断手順IDが「1」が読み出され、また、その1行目のデータからは、診断手順ID「1」で指定される診断手順が、「軸受内輪傷」という異常モードの有無を診断する手順であることが分かる。

[0062] 次に、異常診断部23は、記憶部30から前記診断手順IDで指定される診断手順情報34を読み出し（ステップS44）、さらに、記憶部30から前記診断手順情報34の「センサ」欄で指定されている診断対象の計測データを読み出す（ステップS45）。図9の診断手順情報34の例の場合、センサデータ31から「振動A」および「温度」の計測データが読み出される。

[0063] 次に、異常診断部23は、前記読み出した診断対象の計測データに対し、前記診断手順情報34で指定される「前処理」、「アルゴリズム」および「後処理」を施すことにより診断処理を実行する（ステップS46）。例えば、図9の診断手順の例では、異常診断部23は、「振動A」の計測データに対し「周波数解析」の前処理を施し、「振動A」および「温度」の計測データに対し「K平均法」のクラスタ分析を実施する。そして、そのクラスタ分析の結果に基づき、異常度3以上が3秒以上継続するケースを「異常」として検出するという後処理を実施する。

[0064] 次に、異常診断部23は、正常モデル33から前記異常モードID（ステップS41で取得した異常モードID）が含まれる行データを全て選択したか否かを判定する（ステップS47）。なお、この判定は、ステップS42の処理結果に対して行われる処理である。そこで、ステップS47の判定で、前記異常モードIDが含まれる行データを全て選択していなかった場合には（ステップS47でN）、異常診断部23は、ステップS42以下の処

理を再度繰り返して実行する。

[0065] 一方、ステップS 4 7の判定で、前記異常モードIDが含まれる行データを全て選択していた場合には（ステップS 4 7でYes）、異常診断部2 3は、ステップS 4 6の診断処理で得られた診断結果を表示部4 2に表示する（ステップS 4 8）。

[0066] （学習処理）

学習部2 5（図2参照）は、例えば、センサ調整部2 4からの指令があったときに（具体的には、図1 3において再学習のボタン6 7が押下されたときに）、記憶部3 0のセンサデータ3 1と、診断手順情報3 4とを使って、正常モデル3 3を計算する。図1 1を参照しつつ、学習部2 5が行う学習処理の詳細について説明する。

[0067] 図1 1は、学習部2 5が実行する学習処理の例を示すフローチャートである。図1 1に示すように、学習部2 5は、まず、運転モード特定部2 2から供給される運転モードID取得する（ステップS 5 1）。例えば、運転モード特定部2 2から供給される運転モードID「1」（起動運転モード：図6参照）を取得する。

[0068] 次に、学習部2 5は、正常モデル3 3を参照して、その「運転モードID」の欄に前記運転モードID（ステップS 5 1で取得した異常モードID）が含まれる行データの1つを選択する（ステップS 5 2）。図1 1の例では、学習部2 5は、正常モデル3 3の「運転モードID」の欄に「1」が含まれる行の中から1行を選択して読み出す。例えば、1行目のデータ（異常モードが「軸受内輪傷」で診断手順IDが「1」のデータ）を読み出す。

[0069] 次に、学習部2 5は、前記読み出した正常モデルの中に含まれている診断手順IDを抽出する（ステップS 5 3）。図1 1の正常モデル3 3の1行目のデータの場合、診断手順IDが「1」が読み出され、また、その1行目のデータからは、診断手順ID「1」で指定される診断手順が、「軸受内輪傷」という異常モードの有無を診断する手順であることが分かる。

[0070] 次に、学習部2 5は、診断手順情報3 4から前記診断手順IDで指定され

る診断手順情報 34 を読み出し（ステップ S 5 4）、さらに、センサデータ 31 から前記診断手順情報 34 の「センサ」欄で指定されている診断対象の計測データを一定期間読み出す（ステップ S 5 5）。図 9 の診断手順情報 34 の例の場合、センサデータ 31 から「振動 A」および「温度」の計測データが 1 日分読み出される。

[0071] 次に、学習部 25 は、前記読み出した診断対象の計測データに対し、前記診断手順情報 34 で指定される「前処理」、「アルゴリズム」を施すことにより学習処理（機械学習処理）を実行して正常モデルを計算する（ステップ S 5 6）。例えば、図 9 の診断手順の例では、学習部 25 は、異常診断部 23 に対し処理指令をし、「振動 A」の計測データに対し「周波数解析」の前処理を施し、「振動 A」および「温度」の計測データに対し「K 平均法」のクラスタ分析の処理結果を得る。

[0072] 次に、学習部 25 は、正常モデル 33 から前記異常モード ID（ステップ S 5 1 で取得した異常モード ID）が含まれる行データを全て選択したか否かを判定する（ステップ S 5 7）。なお、この判定は、ステップ S 5 2 の処理結果に対して行われる処理である。そこで、ステップ S 5 7 の判定で、前記異常モード ID が含まれる行データを全て選択していなかった場合には（ステップ S 5 7 で N o）、学習部 25 は、ステップ S 5 2 以下の処理を再度繰り返して実行する。ステップ S 5 7 の判定で、前記異常モード ID が含まれる行データを全て選択した場合には（ステップ S 5 7 で Y e s）、処理を終了する。

[0073] （センサ調整処理）

センサ調整部 24 は、保守員 3 がメンテナンス後にセンサ調整モードを実行する旨を、入力部 41 から入力すると実行される。図 12 を参照しつつ、センサ調整部 24 が行うセンサ調整処理の詳細について説明する。適宜図 2 を参照して説明する。

[0074] センサ調整部 24 は、入力部 41 からセンサ調整モードの指令があったとき、記憶部 30 に記憶されているセンサデータ 31 と、正常モデル 33 の診

断手順ID、この診断手順IDに対応する診断手順情報34を使って、異常診断部23に診断処理を命令し、異常診断部23から結果を受け取り、表示部42に表示指令を出す。図12に示すように、センサ調整部24は、入力部41から、保守員3によって運転モードIDと調整対象のセンサ名が入力されると、運転モードIDとセンサ名を取得する（ステップS111）。具体的には、保守員3は、調整対象のセンサをセンサリストから選択または自由に入力することで指定する。例えば、保守員3が入力部41を介して、運転モードID「1」（定常運転モード：図6参照）と、センサ「振動A」を入力する。

[0075] 次に、センサ調整部24は、記憶部30に記憶されている正常モデル33を参照して、その「運転モードID」の欄に前記運転モードID（ステップS111で取得した異常モードID）が含まれる行データの1つを選択する（ステップS112）。図12の例では、センサ調整部24は、正常モデル33の「運転モードID」の欄に「1」が含まれる行の中から1行を選択して読み出す。例えば、1行目のデータ（異常モードが「軸受内輪傷」で診断手順IDが「1」のデータ）を読み出す。

[0076] 次に、センサ調整部24は、前記読み出した正常モデルの中に含まれている診断手順IDを抽出する（ステップS113）。図12の正常モデル33の1行目のデータの場合、診断手順IDが「1」が読み出され、また、その1行目のデータからは、診断手順ID「1」で指定される診断手順が、「軸受内輪傷」という異常モードの有無を診断する手順であることが分かる。

[0077] 次に、センサ調整部24は、前記診断手順IDを異常診断部23に投げて（渡して）、取得中のセンサデータを使って異常診断する指令を与え、異常診断結果を異常診断部23から得る（ステップS114）。次に、センサ調整部24は、異常診断部23から診断結果を受け取った後、その結果を表示する指令を表示部42に与える（ステップS115）。次に、センサ調整部24は、入力部41から終了の指令があったか否かを判定する（ステップS116）。ステップS116の判定で、終了指令がない場合には（ステップ

S 1 1 6でN o)、センサ調整部 2 4は、ステップS 1 1 4以下の処理を再度繰り返して実行する。ステップS 1 1 6の判定で、終了指令があった場合には(ステップS 1 1 6でY e s)、センサ調整モードを終了する。保守員 3は、ステップS 1 1 5での表示部 4 2に表示された診断結果を参照しながら、センサの取り付けを実施する。

[0078] 図 1 3は、センサ調整部 2 4のセンサ調整画面 6 0の例を示す図である。適宜図 2を参照して説明する。センサ調整部 2 4が診断結果表示を指令すると(図 1 2のステップS 1 1 5)、表示部 4 2には、リアルタイムのセンサデータの異常度が時系列に表示される。なお、図 1 3の例では、例えば、現在時刻から3 0秒前までの異常度の時系列データのグラフ 6 1を示している。この時系列データは一定間隔で更新され、常に新しい異常度を確認できる。

[0079] 保守員 3は、センサ調整画面 6 0を確認しながら、メンテナンス前のセンサの状態の再現性を確認する。閾値 6 2は、予め設定したセンサ 1 1の再取り付けに求められる異常度の上限である。この閾値以内であれば、センサの再現性が確保されたとして、センサ調整作業を終了する。ウィンドウ 6 3は、運転モードと調整対象のセンサ名を示している。診断手順 I Dが複数ある場合は、グラフ 6 1は複数個表示される(図 1 3では省略)。

[0080] グラフ 6 4とグラフ 6 5は、現在時刻から3 0秒前までの調整対象のセンサデータと正常モデルのセンサデータの時系列データを同時に表示したグラフである。この時系列データは一定間隔で更新され、常に新しい異常度を確認できる。ここでは対象センサである振動 Aのリアルタイム、および、正常モデルの時系列データを示している。

[0081] また、診断手順に前処理が含まれる場合(図 9の診断手順 I D「1」では周波数解析)、その前処理結果をグラフ 6 6で表示する。このグラフは一定間隔で更新される。グラフ 6 6の場合、横軸は周波数である。グラフ 6 6も正常モデルの周波数解析結果とリアルタイムのセンサデータの周波数解析結果を同時に表示する。

[0082] 保守員3は、グラフ61、64、66と閾値62を参照にしながらセンサ取り付け作業を実施する。保守員3がセンサ取り付け作業を終了と判断したときは、終了のボタン68を押す。終了のボタン68が押されると、センサ調整画面60を閉じる。なお、再学習のボタン67については、図16を参照して後記する。

[0083] 本実施形態の機械診断装置2によれば、保守員3に対し、機器1のメンテナンス後も異常検知性能を保てるように、センサの取り付け調整を容易に支援することができる。

[0084] <<実施形態2>>

図14は、実施形態2に係るセンサ調整部24の調整処理を示すフローチャートである。実施形態1のセンサ調整部24は、保守員3からの終了指令があった場合に、処理を終了したがこれに限定されるわけではない。実施形態2では、センサ調整部24は、センサ調整時に異常度が予め設定した閾値以下になったら、処理を自動で終了する。センサ調整部24の処理フローを図14に従って説明する。図14において、図12と同一のステップには同一符号を付して、説明は省略する。

[0085] ステップS126では、センサ調整部24は、異常度（誤差）が予め設定した閾値（第1の閾値）以下になったか否かを判定し、異常度が閾値以下になったら（ステップS126でYes）、センサ調整処理を終了する。異常度が閾値を超えている場合（ステップS126でNo）、センサ調整部24は、まだセンサ調整が必要だと判断してステップS114に戻る。

[0086] 実施形態2では、保守員3は、センサ調整処理が終了しセンサ調整画面60が消えたら、センサ調整が終わった旨を速やかに知ることができる。

[0087] <<実施形態3>>

図15は、実施形態3に係るセンサ調整部24の調整処理を示すフローチャートである。実施形態3では、センサ調整部24がセンサ調整モードで異常値が一定値以下になったときに、記憶部30に記憶されているセンサパラメータ35を自動で調整する。センサ調整部24の処理フローを図15に従

って説明する。図15において、図12と同一のステップには同一符号を付して、説明は省略する。

[0088] ステップS136では、センサ調整部24は、異常度（誤差）が予め設定した閾値（第1の閾値）以下になったか否かを判定し、異常度が閾値以下の場合（ステップS136でYes）、対象のセンサのパラメータ（校正値とオフセット）を、異常度が第1の閾値よりも小さい第2の閾値以下になるようにパラメータを自動で調整し（ステップS137）、処理を終了する。異常度が閾値を超えている場合（ステップS136でNo）、センサ調整部24は、まだセンサ調整が必要だと判断してステップS114に戻る。

[0089] 実施形態3は、大まかなセンサ取り付けは保守員3が実施して、細かい最終調整はセンサ調整部24がステップS137において実施する。これにより、保守員3のセンサ11の調整時間を短縮することができる。

[0090] <<実施形態4>>

図16は、実施形態4に係るセンサ調整部24の調整処理を示すフローチャートである。実施形態4は、センサ取り付け作業で異常度の閾値（第1の閾値）以上の時間が所定時間（一定時間）経過したとき、または、再学習のボタン67（図13参照）が押されたとき、センサ取り付け作業でメンテナンス前の再現はできないと判断し、正常データを作り直す実施形態である。実施形態3の処理フローを図16に従って説明する。図16において、図12と同一のステップには同一符号を付して、説明は省略する。

[0091] ステップS146では、センサ調整部24は、異常度に関し予め設定した閾値（第1の閾値）以上である時間が一定時間経過したか、または、再学習のボタン67が押されたか否かを判定する。異常度の予め設定した閾値以上である時間が一定時間経過したとき、または、再学習のボタン67が押されたとき（ステップS146でYes）、センサ調整部24は、ステップS147に進み、異常度の予め設定した閾値以上である時間が一定時間経過していないとき、かつ、再学習のボタン67が押されていないとき（ステップS146でNo）、ステップS114に戻る。

[0092] 次に、ステップS 1 4 7では、センサ調整部 2 4は、異常診断部 2 3にステップS 1 1 1で入力された運転モードIDとセンサ名を学習部 2 5に提供し、正常モデルの再学習を学習部 2 5に指令する。ステップS 1 4 7における再学習の指令は、ボタン 6 7（図 1 3参照）の押下で実施される。

[0093] 以上、詳しく説明したように、本実施形態に係る機械診断装置 2によれば、過去のメンテナンス前の正常モデルとの差分を見ながら、保守員 3がセンサ取り付け作業を調整することができる。したがって、メンテナンス後の機械にも適用可能な機械診断装置および機械診断方法が提供される。

符号の説明

[0094]	1	機械
	2	機械診断装置
	3	保守員
	4	管理者
	1 1	センサ
	2 1	センサデータ取得部
	2 2	運転モード特定部
	2 3	異常診断部
	2 4	センサ調整部
	2 5	学習部
	3 0	記憶部
	3 1	センサデータ
	3 2	運転モードデータ
	3 3	正常モデル
	3 4	診断手順情報
	3 5	センサパラメータ
	4 1	入力部
	4 2	表示部
	6 0	センサ調整画面

6 2 異常度（誤差）

請求の範囲

- [請求項1] 1つ以上の運転モードを有する機械に取り付けられたセンサから計測される時系列のセンサデータを取得するセンサデータ取得部と、
前記センサの取り外し前のセンサデータを統計処理して正常モデルを計算する学習部と、
前記センサデータと前記正常モデルとに基づいて、前記機械の異常を診断する異常診断部と、
前記センサを取り外した後に再び前記機械に前記センサを取り付けた際に、センサ調整モードとして、前記センサ取り外し前の正常モデルと前記センサの取り付け後のセンサデータとの誤差を表示部に表示するセンサ調整部とを有する
ことを特徴とする機械診断装置。
- [請求項2] 前記センサ調整部は、前記誤差が第1の閾値以下になったとき、前記センサ調整モードを終了する
ことを特徴とする請求項1に記載の機械診断装置。
- [請求項3] 前記センサ調整部は、前記誤差が第1の閾値以下になったとき、前記センサデータ取得部で使用しているセンサの校正值およびオフセット値を、前記第1の閾値よりも小さい第2の閾値以下になるように調整する
ことを特徴とする請求項1に記載の機械診断装置。
- [請求項4] 前記センサ調整部は、前記誤差が、所定時間経過しても第1の閾値以上である場合、または、入力部から指令があった場合、前記学習部に正常モデルの再計算を指令する
ことを特徴とする請求項1に記載の機械診断装置。
- [請求項5] 前記機械診断装置は、さらに
前記取得されたセンサデータから運転モードを特定する運転モード特定部を有し、
前記学習部は、前記センサの取り外し前のセンサデータを統計処理

して前記運転モード毎の正常モデルを計算し、

前記異常診断部は、前記センサデータと前記正常モデルとに基づいて、前記運転モード毎の機械の異常を診断し、

前記センサ調整部は、前記センサを取り外した後で再び機械に前記センサを取り付けた際に、前記運転モード毎に前記センサ取り外し前の正常モデルと前記センサの取り付け後のセンサデータとの誤差を表示部に表示する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の機械診断装置。

[請求項6]

前記誤差は、前記センサの取り外し前のセンサデータに基づくクラスタの中心と前記センサの取り付け後のセンサデータとの距離であることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の機械診断装置。

[請求項7]

機械の異常を診断する異常診断装置が、

1 つ以上の運転モードを有する前記機械に取り付けられたセンサから計測される時系列のセンサデータを取得するセンサデータ取得処理と、

前記センサの取り外し前のセンサデータを統計処理して正常モデルを計算する学習処理と、

前記センサデータと前記正常モデルとに基づいて、前記機械の異常を診断する異常診断処理と、

前記センサを取り外した後に再び前記機械に前記センサを取り付けた際に、センサ調整モードとして、前記センサ取り外し前の正常モデルと前記センサの取り付け後のセンサデータとの誤差を表示部に表示するセンサ調整処理と、を含んで実行する

ことを特徴とする機械診断方法。

[請求項8]

前記センサ調整処理は、前記誤差が第 1 の閾値以下になったとき、前記センサ調整モードを終了する

ことを特徴とする請求項 7 に記載の機械診断方法。

[請求項9] 前記センサ調整処理は、前記誤差が第1の閾値以下になったとき、前記センサデータ取得部で使用しているセンサの校正值およびオフセット値を、前記第1の閾値よりも小さい第2の閾値以下になるように調整する

ことを特徴とする請求項7に記載の機械診断方法。

[請求項10] 前記センサ調整処理は、前記誤差が、所定時間経過しても第1の閾値以上である場合、または、入力部から指令があった場合、前記学習部に正常モデルの再計算を指令する

ことを特徴とする請求項7に記載の機械診断方法。

[請求項11] 前記機械診断装置は、さらに

前記取得されたセンサデータから運転モードを特定する運転モード特定処理を実行し、

前記学習処理は、前記センサの取り外し前のセンサデータを統計処理して前記運転モード毎の正常モデルを計算し、

前記異常診断処理は、前記センサデータと前記正常モデルとに基づいて、前記運転モード毎の機械の異常を診断し、

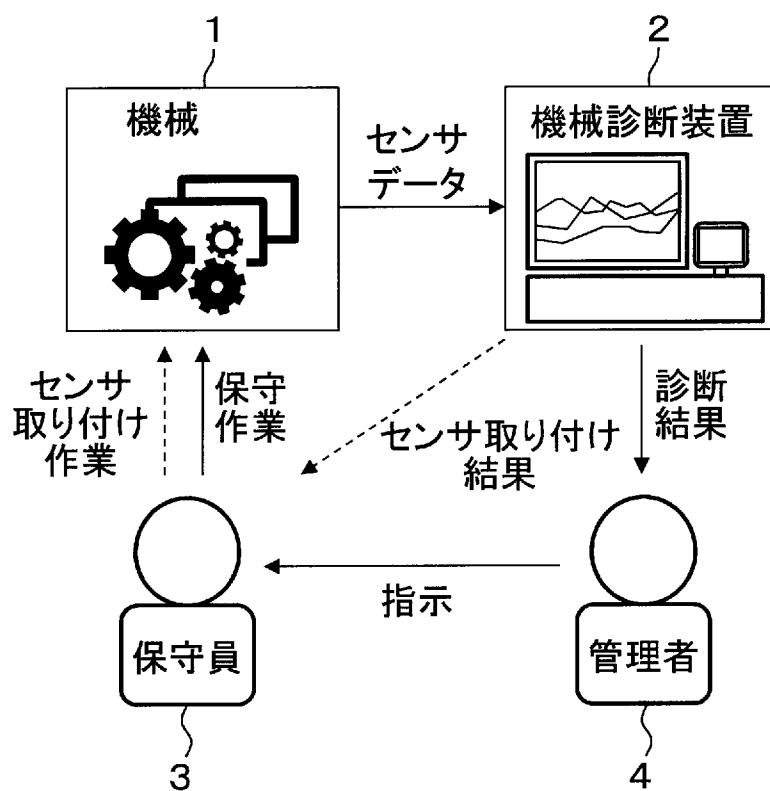
前記センサ調整処理は、前記センサを取り外した後で再び機械に前記センサを取り付けた際に、前記運転モード毎に、前記センサ取り外し前の正常モデルと前記センサの取り付け後のセンサデータとの誤差を表示部に表示する

ことを特徴とする請求項7に記載の機械診断方法。

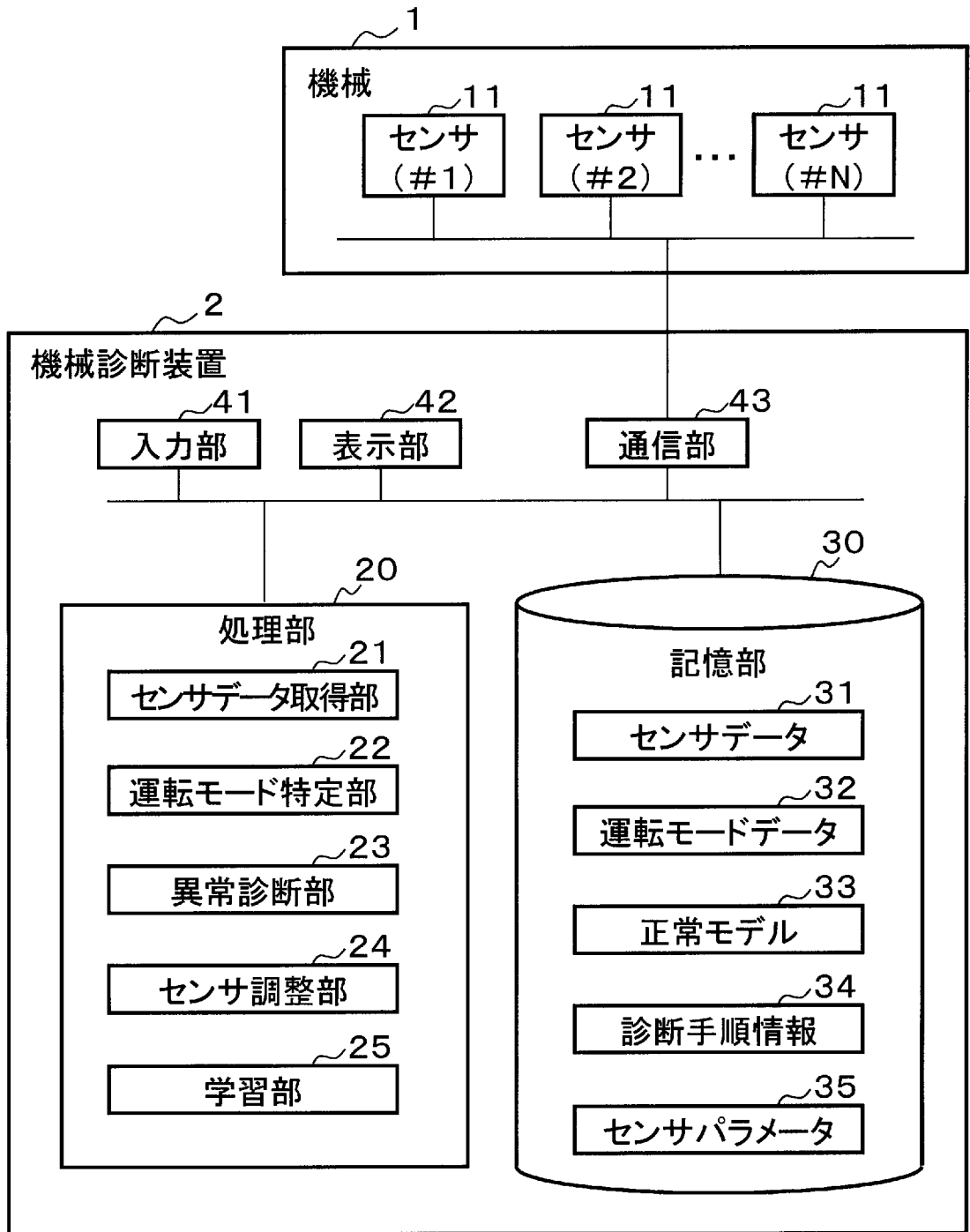
[請求項12] 前記誤差は、前記センサの取り外し前のセンサデータに基づくクラスタの中心と前記センサの取り付け後のセンサデータとの距離である

ことを特徴とする請求項7から請求項11のいずれか1項に記載の機械診断方法。

[図1]



[図2]



[図3]

35

センサID	種類	校正値	オフセット
001	振動	1.00m/s ² /V	0.00
002	振動	0.99m/s ² /V	0.01
003	電流	1.0A/V	0.00
...
...

[図4]

31

計測時刻	電流	振動A	振動B	温度
2014/9/27 10:00:00.0	0.1A	1m/s ²	-5m/s ²	20度
2014/9/27 10:00:00.1	0.2A	4m/s ²	3m/s ²	20度
2014/9/27 10:00:00.2	0.3A	8m/s ²	2m/s ²	20度
...
...

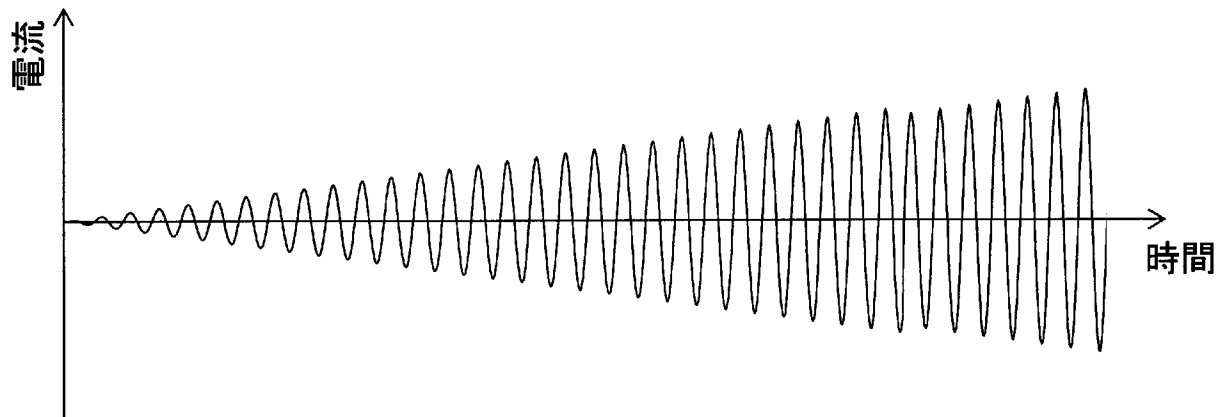
[図5]

32

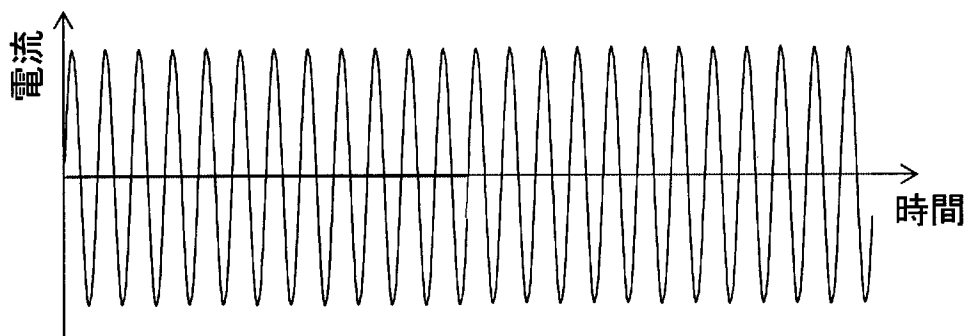
運転モード名称	時間	センサ	振幅	周波数	運転モードID
起動運転モード	10秒	電流	0→10	50Hz	1
定常運転モード	3秒	電流	10	50Hz	2
加速運転モード	10秒	電流	10	50Hz→80Hz	3
...

[図6]

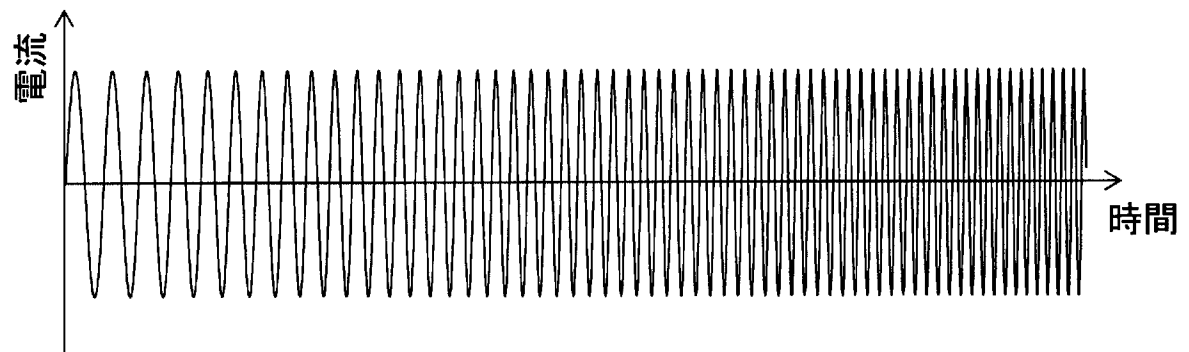
(a) 起動運転モード



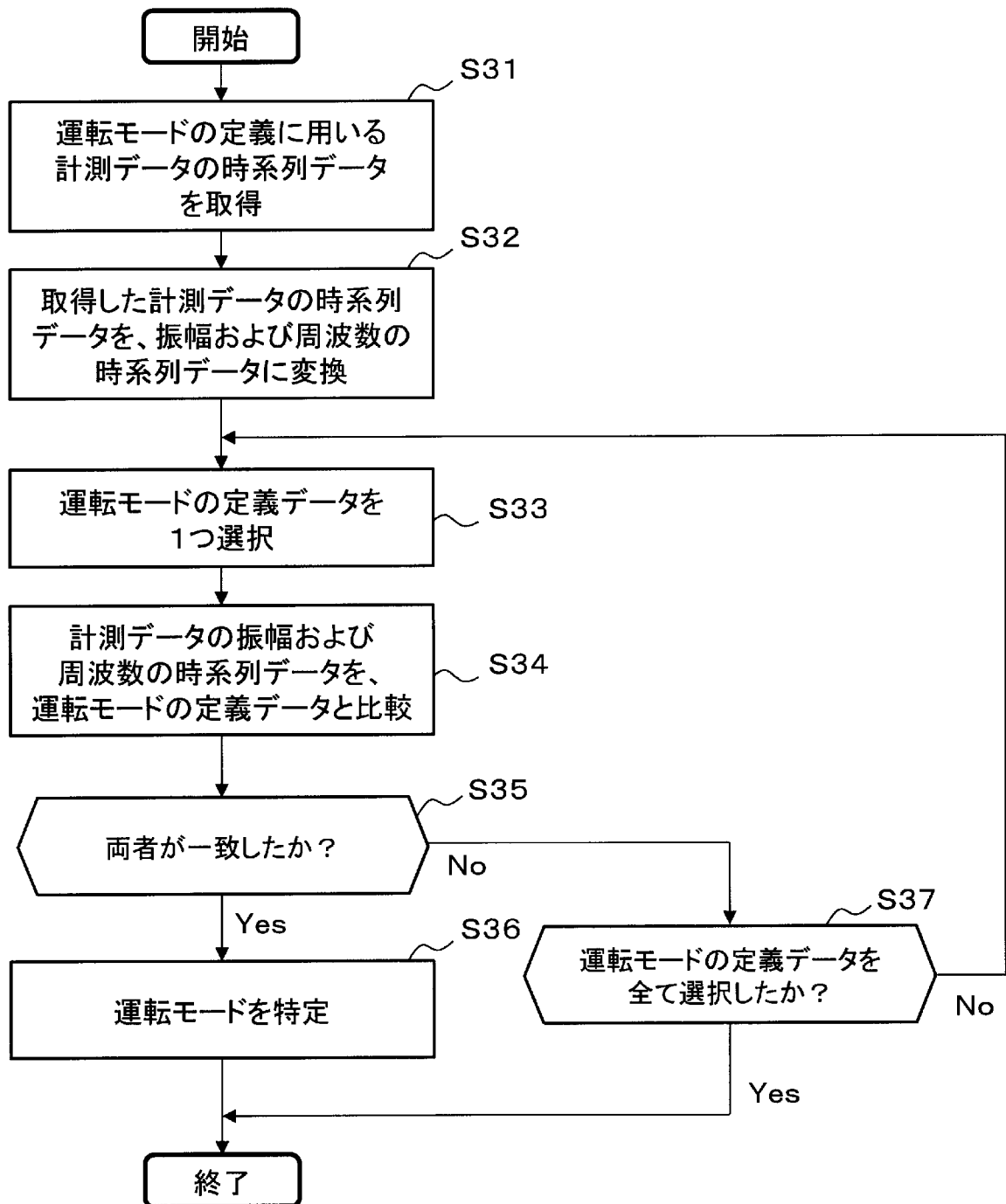
(b) 定常運転モード



(c) 加速運転モード



[図7]



[図8]

33

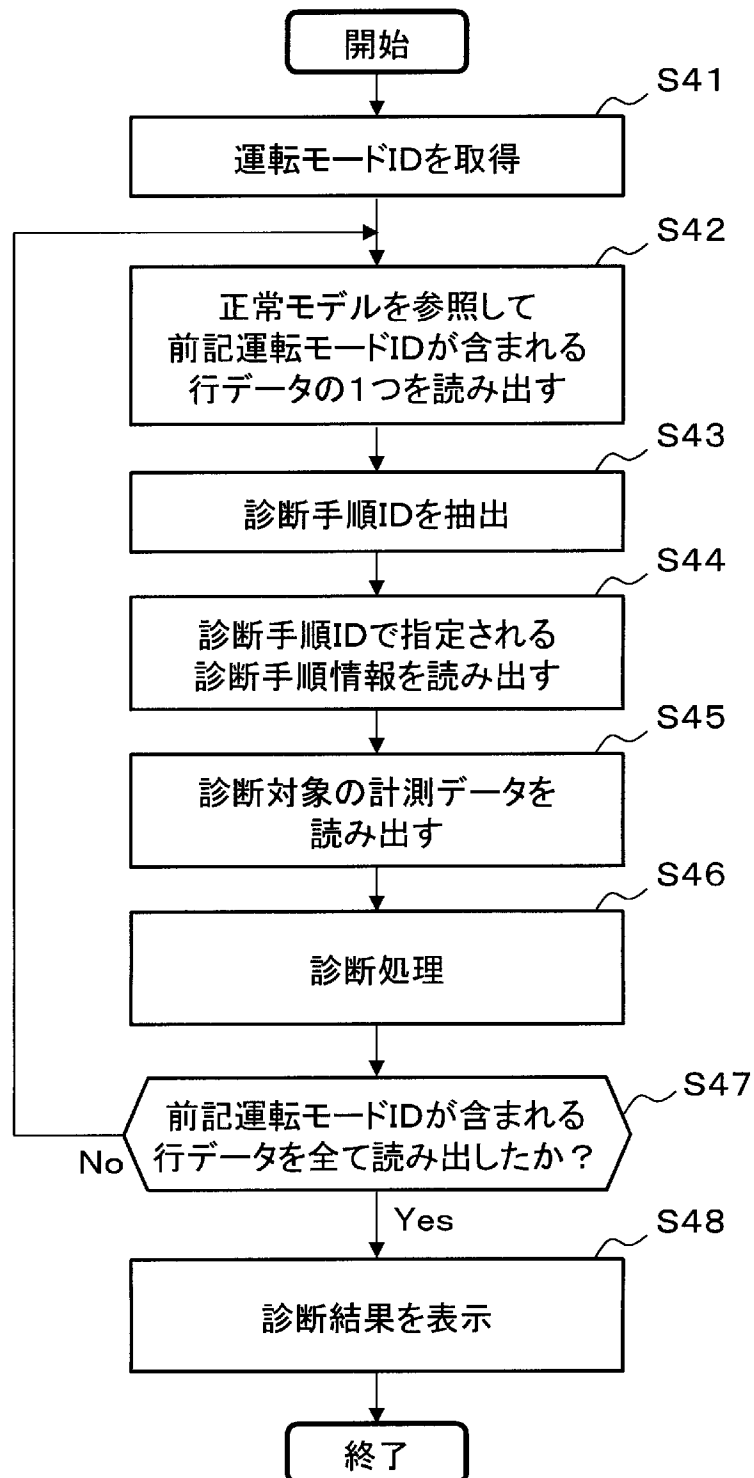
異常モード	運転モードID	診断手順ID
軸受内輪傷	1, 2	1
軸受外輪傷	1, 2	2
固定子絶縁体劣化	3	3
....

[図9]

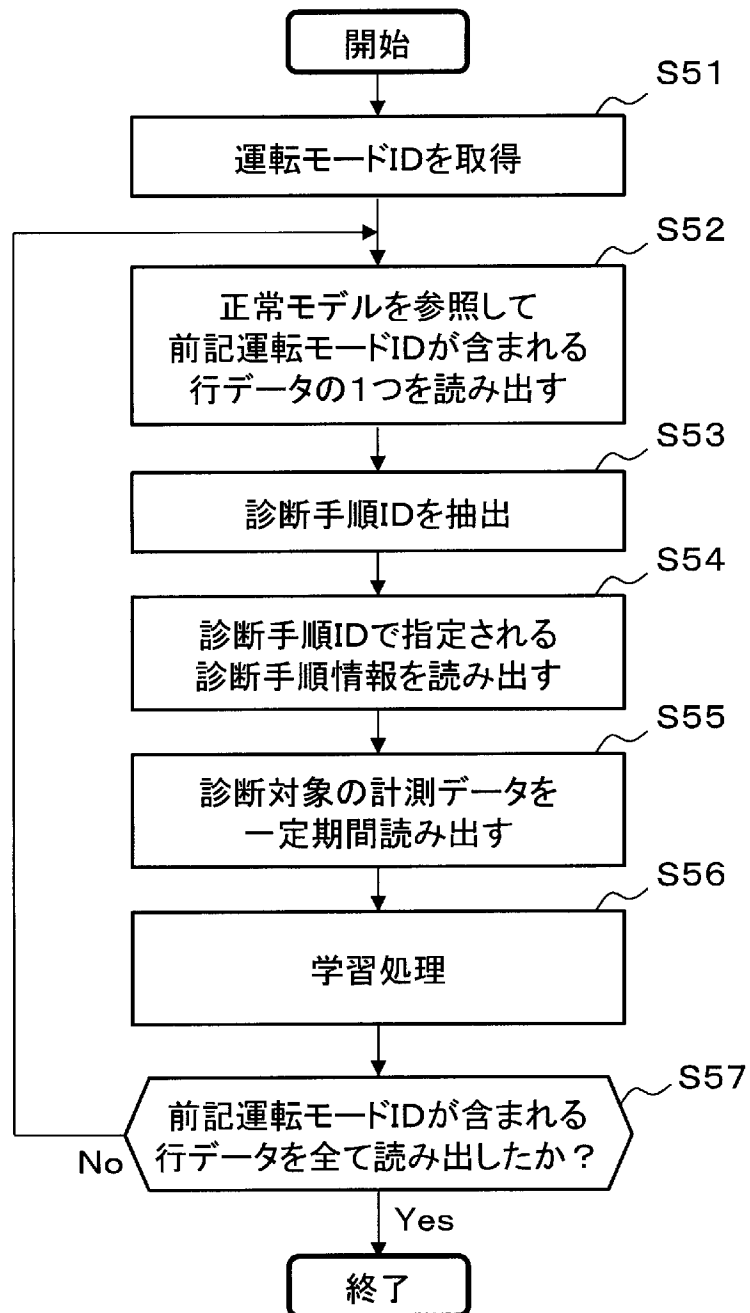
34

診断手順ID	1
センサ	振動A、温度
前処理	周波数解析(振動A)
アルゴリズム	K平均法 クラスタ情報(Datafile0)
後処理	異常度 ≥ 3 かつ3秒以上継続

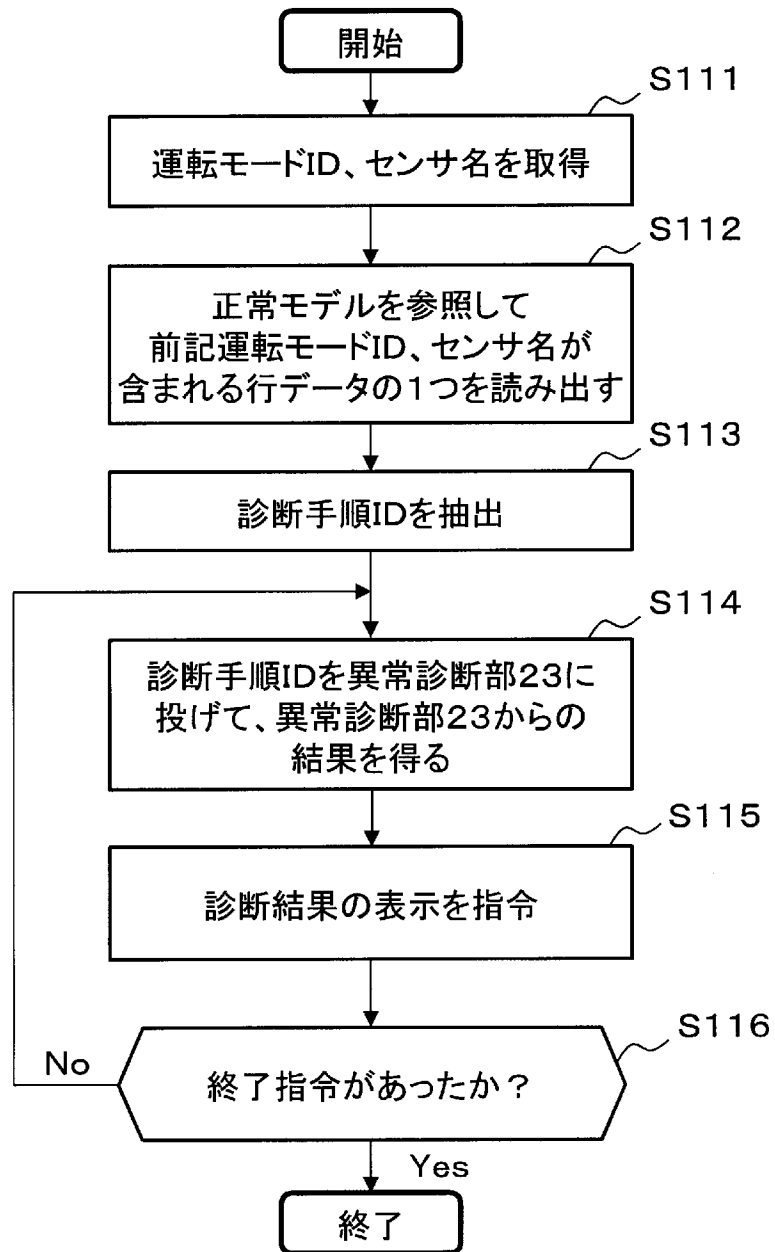
[図10]



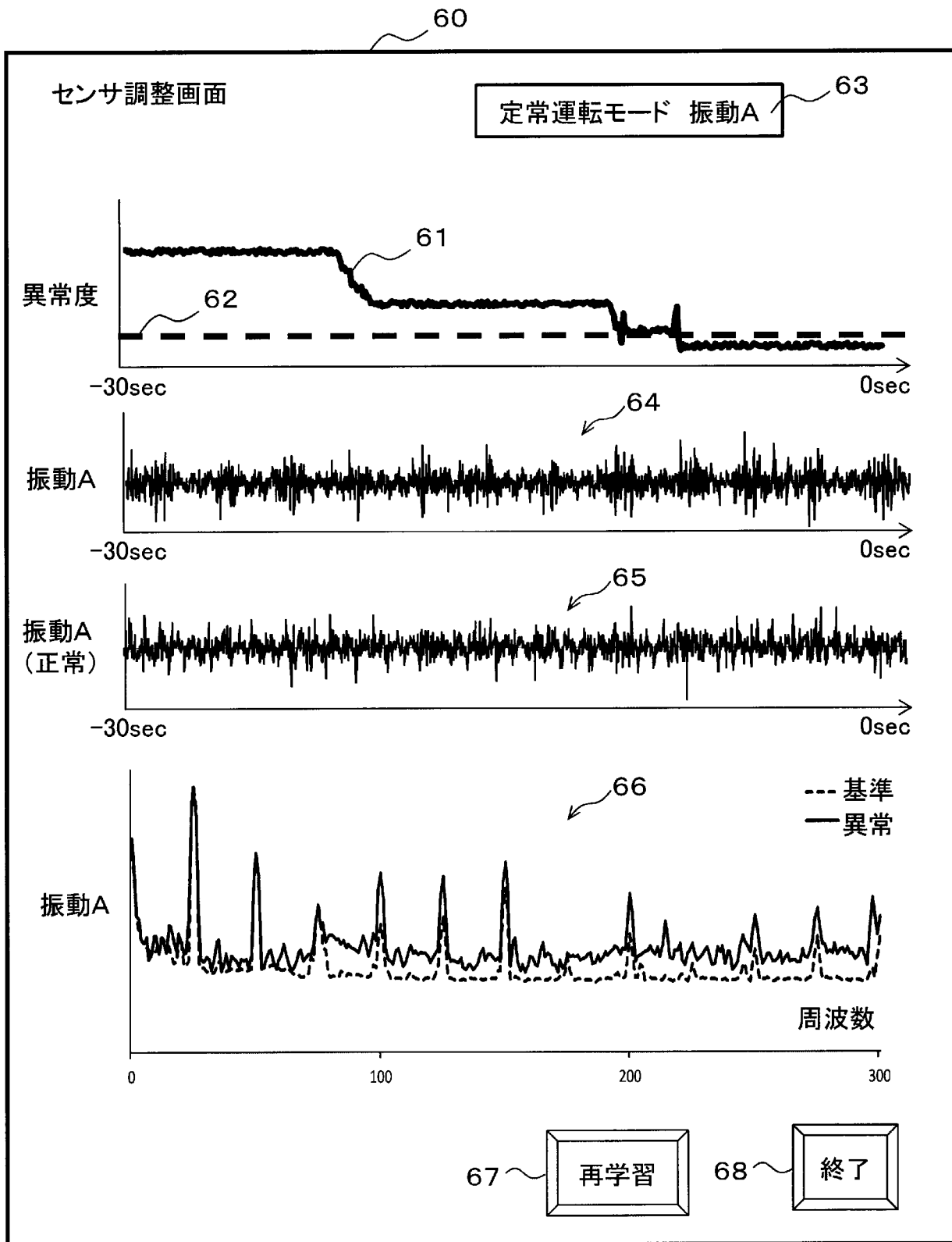
[図11]



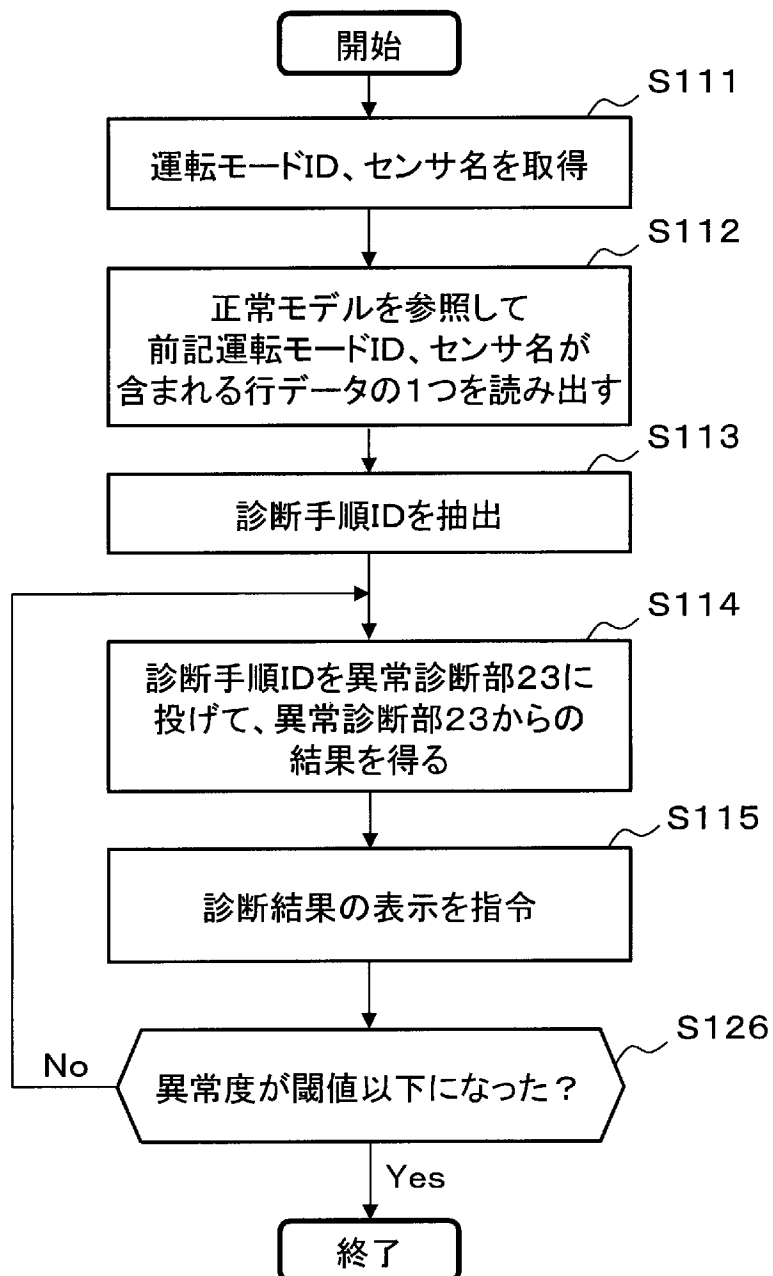
[図12]



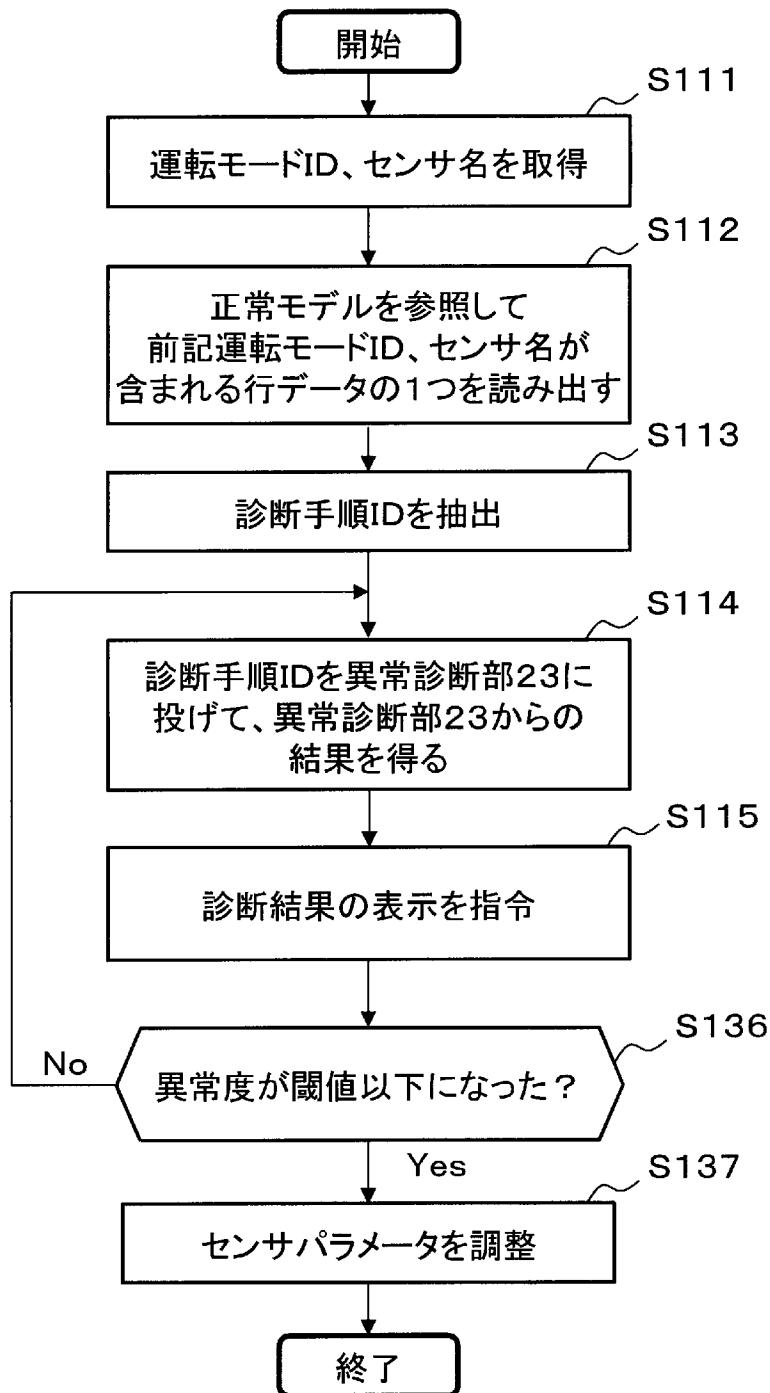
[図13]



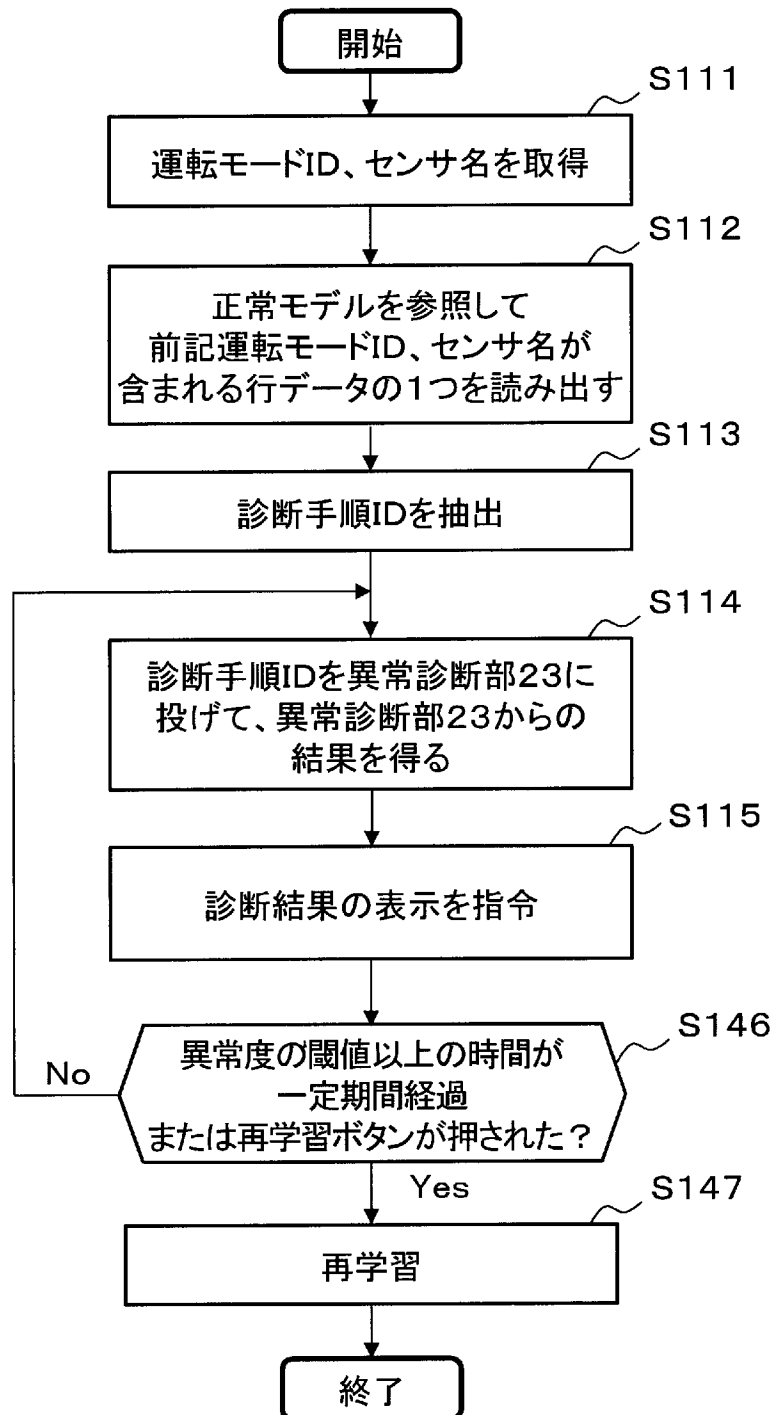
[図14]



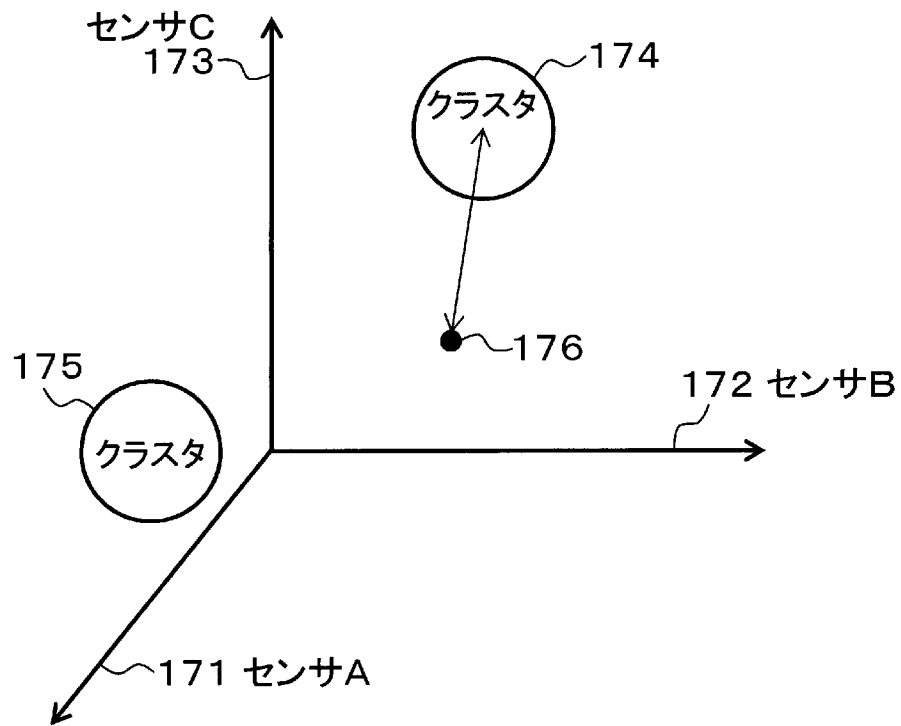
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/057301

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G05B23/02(2006.01) i</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>											
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G05B23/02</p> <p>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 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>											
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 2000-259223 A (Toshiba Corp.), 22 September 2000 (22.09.2000), claims; paragraph [0025]; fig. 1 (Family: none)</td> <td align="center">1-12</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 2008-196420 A (Hitachi, Ltd.), 28 August 2008 (28.08.2008), claims; paragraphs [0039] to [0047]; fig. 4 & US 2008/0196486 A1 & DE 102008008893 A1 & KR 10-2008-0076816 A & CN 101245721 A</td> <td align="center">1-12</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	JP 2000-259223 A (Toshiba Corp.), 22 September 2000 (22.09.2000), claims; paragraph [0025]; fig. 1 (Family: none)	1-12	A	JP 2008-196420 A (Hitachi, Ltd.), 28 August 2008 (28.08.2008), claims; paragraphs [0039] to [0047]; fig. 4 & US 2008/0196486 A1 & DE 102008008893 A1 & KR 10-2008-0076816 A & CN 101245721 A	1-12
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
A	JP 2000-259223 A (Toshiba Corp.), 22 September 2000 (22.09.2000), claims; paragraph [0025]; fig. 1 (Family: none)	1-12									
A	JP 2008-196420 A (Hitachi, Ltd.), 28 August 2008 (28.08.2008), claims; paragraphs [0039] to [0047]; fig. 4 & US 2008/0196486 A1 & DE 102008008893 A1 & KR 10-2008-0076816 A & CN 101245721 A	1-12									
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>											
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%;"> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>							
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>										
<p>Date of the actual completion of the international search 04 June 2015 (04.06.15)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 16 June 2015 (16.06.15)</p>									
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>									

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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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 2000-259223 A（株式会社東芝）2000.09.22, 【特許請求の範囲】、段落【0025】、図1（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2008-196420 A（株式会社日立製作所）2008.08.28, 【特許請求の範囲】、段落【0039】-【0047】、図4 & US 2008/0196486 A1 & DE 102008008893 A1 & KR 10-2008-0076816 A & CN 101245721 A	1-12
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input 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 04.06.2015	国際調査報告の発送日 16.06.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 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） 後藤 健志 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3U 3433