(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9月21日(21.09.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/176422 A1

(51) 国際特許分類:
G01M 99/00 (2011.01) *G01H 17/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/007222

(22) 国際出願日： 2023年2月28日(28.02.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2022-042114 2022年3月17日(17.03.2022) JP

(71) 出願人(*KR* を除く全ての指定国について):三菱重工業株式会社 (**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 Tokyo (JP).

(71) 出願人 (*KR* についてのみ): 三菱パワー株式会社 (**MITSUBISHI POWER, LTD.**) [JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 Tokyo (JP).

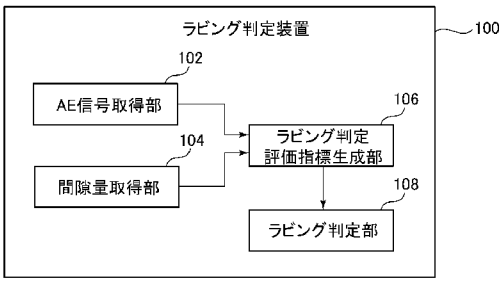
(72) 発明者: 今井 裕太 (**IMAI, Yuta**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 宮城 能智 (**MIYAGI, Yoshitomo**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 熊谷 理 (**KUMAGAI, Satoshi**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 山下 昌彦 (**YAMASHITA, Masahiko**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 田中 良典 (**TANAKA, Yoshinori**); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目２番３号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: ＳＳＩＰ弁理士法人 (**SSIP PATENT ATTORNEY CORPORATION**); 〒1080073 東京都港区三田三丁目１３番１６号 三田４３ＭＴビル１３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,

(54) **Title:** RUBBING DETERMINATION DEVICE, RUBBING DETERMINATION METHOD, AND RUBBING DETERMINATION PROGRAM FOR ROTARY MACHINE

(54) 発明の名称： 回転機械のラビング判定装置、ラビング判定方法、及び、ラビング判定プログラム



100 Rubbing determination device
102 AE signal acquisition unit
104 Gap amount acquisition unit
106 Rubbing determination evaluation index generation unit
108 Rubbing determination unit

(57) **Abstract:** This rubbing determination device determines rubbing of a rotary machine which comprises a fixed part and a rotary part. The present device acquires an AE signal detected by means of an AE sensor provided in the rotary machine and acquires a gap amount between the fixed part and the rotary part. A rubbing determination evaluation index is generated on the basis of the AE signal and the gap amount, and rubbing in the rotary machine is determined on the basis of the rubbing determination evaluation index.

(57) 要約：ラビング判定装置は、固定部及び回転部を備える回転機械のラビングを判定する。本装置は、回転機械に設けられたＡＥセンサで検出されたＡＥ信号を取得するとともに、固定部及び回転部の間隙量を取得する。ラビング判定評価指標は、ＡＥ信号、及び、間隙量に基づいて生成され、ラビング判定評価指標に基づいて回転機械におけるラビングが判定される。

WO 2023/176422 A1

[続葉有]

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, 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 ：

回転機械のラビング判定装置、ラビング判定方法、及び、ラビング判定プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、回転機械のラビング判定装置、ラビング判定方法、及び、ラビング判定プログラムに関する。

本願は、２０２２年３月１７日に日本国特許庁に出願された特願２０２２－０４２１１４号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 蒸気タービンのような回転機械では、運転中に外部車室や内部車室の熱変形に伴ってシール部の間隙が縮小することにより、シールフィン等の静止部とロータ等の回転部との間でラビング（接触）が発生することがある。このようなラビングの発生は、回転機械の軸振動増大や間隙拡大による性能低下をもたらすため、早期に検知する技術が求められている。

[0003] またこの種の回転機械の一例として、発電プラントにおいて発電機に連結される蒸気タービンがある。このような用途では、電力系統における再生可能エネルギーによる発電量の変動を賄うために、蒸気タービンに負荷変動に対応するための運転が求められる。そのため、近年の蒸気タービンでは、このような負荷変動への対応や回転機械の性能向上を目的として間隙が縮小する傾向にあり、ラビングの発生可能性が高まっている。

[0004] 例えば特許文献１及び２には、このような回転機械におけるラビングを検出するための技術として、ラビング発生時に生じるＡＥ（Ａｃｏｕｓｔｉｃ Ｅｍｉｓｓｉｏｎ）信号をＡＥセンサで検知した結果に基づいて、ラビング発生有無及びその位置を判定する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平８－４３１９３号公報

特許文献2：特開２０２１－７６５３３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記特許文献１及び２では、前述のようにＡＥセンサで検知したＡＥ信号に基づくラビング判定を行っているが、ラビングの程度や発生位置によっては、ノイズ等の影響によってＡＥ信号が弱くなってしまい、精度のよいラビング判定が困難になる場合がある。

[0007] またラビング判定の他の手法として、間隙を測定又は推定する技術もある。しかしながら、センサを用いて間隙を直接測定する場合には、センサを新設することによるコストや手間が課題となる。また、回転機械に対応する推定モデルに対して、回転機械の温度等の運転パラメータを入力することで間隙を推定する手法もある。このような手法では、センサの新設が不要ではある点で有利であるが、例えば摩耗等の経年劣化が回転機械に生じた場合には、回転機械と推定モデルとに乖離が生じ、ラビング判定の精度が低下してしまうおそれがある。

[0008] 本開示の少なくとも一実施形態は上述の事情に鑑みなされたものであり、回転機械に生じるラビングを精度よく判定可能な回転機械のラビング判定装置、ラビング判定方法、及び、ラビング判定プログラム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

[0009] 本開示の少なくとも一実施形態に係る回転機械のラビング判定装置は、上記課題を解決するために、

（１）一態様に係る回転機械のラビング判定装置は、

固定部及び回転部を備える回転機械のラビング判定装置であって、

前記回転機械に設けられたＡＥセンサで検出されたＡＥ信号を取得するためのＡＥ信号取得部と、

前記固定部及び前記回転部の間隙量を取得するための間隙量取得部と、

前記ＡＥ信号、及び、前記間隙量に基づいてラビング判定評価指標を生成するためのラビング判定評価指標生成部と、

前記ラビング判定評価指標に基づいて前記回転機械におけるラビングを判定するためのラビング判定部と、

を備える。

[0010] 本開示の少なくとも一実施形態に係る回転機械のラビング判定方法は、上記課題を解決するために、

固定部及び回転部を備える回転機械のラビング判定方法であって、

前記回転機械に設けられたＡＥセンサで検出されたＡＥ信号を取得するステップと、

前記固定部及び前記回転部の間隙量を取得するステップと、

前記ＡＥ信号、及び、前記間隙量に基づいてラビング判定評価指標を生成するステップと、

前記ラビング判定評価指標に基づいて前記回転機械におけるラビングを判定するステップと、

を備える。

[0011] 本開示の少なくとも一実施形態に係る回転機械のラビングプログラムは、上記課題を解決するために、

固定部及び回転部を備える回転機械のラビング判定プログラムであって、

コンピュータを用いて、

前記回転機械に設けられたＡＥセンサで検出されたＡＥ信号を取得するステップと、

前記固定部及び前記回転部の間隙量を取得するステップと、

前記ＡＥ信号、及び、前記間隙量に基づいてラビング判定評価指標を生成するステップと、

前記ラビング判定評価指標に基づいて前記回転機械におけるラビングを判定するステップと、を実行可能である。

発明の効果

[0012] 本開示の少なくとも一実施形態によれば、回転機械に生じるラビングを精度よく判定可能な回転機械のラビング判定装置、ラビング判定方法、及び、ラビング判定プログラムを提供できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]一実施形態に係る回転機械の断面構造図である。

[図2]図１のラビング判定装置の内部構成を示すブロック図である。

[図3]間隙量の推定値の算出過程を模式的に示すフロー図である。

[図4]機械学習モデルを用いた間隙量の推定値の算出過程を模式的に示すフロー図である。

[図5]図１のラビング判定評価指標生成部の内部構成を示すブロック図である。

[図6]ＡＥ信号の閾値に対する差分と第１ラビング発生指標との関係を示すグラフである。

[図7]間隙量と第２ラビング発生指標との関係を示すグラフである。

[図8]第１ラビング発生指標及び第２ラビング発生指標に対するラビング発生確率の分布を示すマップである。

[図9]一実施形態に係るラビング判定方法を示すフローチャートである。

[図10]ラビング判定評価指標の一例であるラビング発生確率の時間的変化を示す一例である。

[図11A]ラビング判定用の閾値を設定するために用いられる過去データである。

[図11B]図９Ａの過去データに基づくラビング判定評価指標とラビング判定結果との相関を示す図である。

[図12]他の実施形態に係るラビング判定方法を示すフローチャートである。

[図13]補正前後におけるラビング判定評価指標の時間的変化を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、添付図面を参照して本開示の幾つかの実施形態について説明する。

ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成要素の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本開示の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

[0015] まず本開示の少なくとも一実施形態に係るラビング判定装置１００の判定対象である回転機械１について説明する。図１は一実施形態に係る回転機械１の断面構造図である。

[0016] 回転機械１は、静止部２と、静止部２に対して回転可能な回転部４を備える。静止部２は回転機械１のケーシングであり、外部に対して静止している。回転部４は、静止部２に対して一対の軸受６ａ、６ｂを介して回転可能に支持される。

[0017] 静止部２及び回転部４の間には、間隙Ｄが設けられる。間隙Ｄには、静止部２に設けられた供給部３から作動流体Ｗが供給されることにより、回転部４が駆動される。回転部４を駆動した作動流体Ｗは、静止部２に設けられた排出部５から外部に排出される。回転機械１の運転時には、静止部２又は回転部４の少なくとも一方が熱等の影響によって変形することで、間隙Ｄが縮小し、ラビングが発生することがある。このようなラビングの有無は、後述するＡＥセンサ１０で検出されるＡＥ信号、及び、間隙Ｄの測定値又は推定値に基づいて判定可能である。

[0018] 回転部４は、例えば、作動流体Ｗによる動力によって回転可能なロータ（回転軸）である。回転部４は、作動流体Ｗを受けるための動翼４ａを有し、動翼４ａで作動流体Ｗを受けることにより回転部４が回転駆動される。回転機械１は、例えば作動流体Ｗとして蒸気を用いる蒸気タービンである。

[0019] 回転部４は、一対の軸受６ａ、６ｂ（ラジアル軸受）によって回転可能に支持される。軸受６ａは回転部４の一端側に設けられ、軸受６ｂは回転部４の他端側に設けられている。軸受６ａ、６ｂは、それぞれ軸受箱７ａ、７ｂに収容されている。

[0020] ＡＥセンサ１０は、回転機械１のＡＥ信号を検出するためのセンサである。ラビングの発生個所で生じたＡＥ波は、弾性波として静止部２及び回転部

４を伝播し、回転機械１に設置された各ＡＥセンサ１０でＡＥ信号として検出される。ＡＥ波は、一般的に数１０ｋＨｚ～数ＭＨｚの音波領域の周波数を有し、ＡＥセンサ１０によってＡＥ信号として検出される。本実施形態では、単一のＡＥセンサ１０が軸受６ａ（軸受箱７ａ）に設けられることで、ラビングの発生箇所からのＡＥ波を検出可能に構成されている。

尚、ＡＥセンサ１０が取り付けられる位置は限定されないが、例えば、軸受６ａ、６ｂを含む軸受部に取り付けられていてもよい。図１では、一構成例として、ＡＥセンサ１０が軸受６ａを含む軸受部に取り付けられている場合が示されており、より具体的には、軸受６ａを収容する軸受箱７ａに取り付けられている。

[0021] ラビング判定装置１００は、上記構成を有する回転機械１におけるラビングを判定するための装置であり、例えば、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）、ＲＯＭ（Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）、及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体等から構成されている。そして、各種機能を実現するための一連の処理は、一例として、プログラムの形式で記憶媒体等に記憶されており、このプログラムをＣＰＵがＲＡＭ等に読み出して、情報の加工・演算処理を実行することにより、各種機能が実現される。尚、プログラムは、ＲＯＭやその他の記憶媒体に予めインストールしておく形態や、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体に記憶された状態で提供される形態、有線又は無線による通信手段を介して配信される形態等が適用されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記憶媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、半導体メモリ等である。

[0022] 図２は図１のラビング判定装置１００の内部構成を示すブロック図である。ラビング判定装置１００は、ＡＥ信号取得部１０２と、間隙量取得部１０４と、ラビング判定評価指標生成部１０６と、ラビング判定部１０８とを備える。

[0023] ＡＥ信号取得部１０２は、回転機械１に配置された前述のＡＥセンサ１０

で検出されたＡＥ信号を取得するための構成である。

[0024] 間隙量取得部１０４は、回転機械１の間隙Ｄの大きさに対応する間隙量Ｄｅを取得するための構成である。間隙量取得部１０４によって取得される間隙量Ｄｅに関しては、以下に述べるように幾つかの態様があり、推定値であってもよいし、測定値であってもよい。

[0025] 例えば、間隙量取得部１０４で取得される間隙量Ｄｅは、回転機械１の運転データＰｏに基づいて算出される推定値であってもよい。ここで図３は間隙量Ｄｅの推定値の算出過程を模式的に示すフロー図である。この例では、間隙量Ｄｅの推定値を有限要素法を用いて算出する場合が示されている。運転データＰｏは回転機械１の運転状態に関する少なくとも１つのパラメータを含み、有限要素法で構築された回転機械１に対応する推定モデルＭｅに入力される。本実施形態では、運転データＰｏとして、静止部２のメタル温度、回転部４の回転数、回転機械１の出力又は運転時間が推定モデルＭｅに入力されることで、当該推定モデルから推定値である間隙量Ｄｅが出力される。

[0026] また間隙量取得部１０４で取得される間隙量Ｄｅは、機械学習モデルＭｍに入力されることで算出された推定値であってもよい。ここで図４は機械学習モデルＭｍを用いた間隙量Ｄｅの推定値の算出過程を模式的に示すフロー図である。機械学習モデルＭｍは、例えば入力層１１０、中間層１１２及び出力層１１４を備えるニューラルネットワークモデルであり、予め用意された学習データ（過去の運転データＰｏ及び間隙量の実測値）を用いた学習により係数の最適化が行われる。間隙量取得部１０４は、このような機械学習モデルＭｍに対して、回転機械１の運転データＰｏを入力することにより、間隙量Ｄｅの推定値を取得する。

[0027] この場合、推定量の算出に用いられる機械学習モデルＭｍは、ラビング判定部１０８におけるラビング判定結果がフィードバックされることにより修正されてよい。これにより、最新のラビング判定結果の学習により機械学習モデルＭｍを更新することで、回転機械１のラビング判定精度を向上できる

。

[0028] また間隙量取得部１０４で取得される間隙量Ｄｅは、回転機械１に配置された間隙センサ１３によって検出された実測値であってもよい。間隙センサ１３は、例えば図１に示すように、静止部２の内表面のうち回転部４に対向する位置に配置されることで、間隙量Ｄｅの実測値を検出する。

[0029] ラビング判定評価指標生成部１０６は、ＡＥ信号取得部１０２で取得されたＡＥ信号、及び、間隙量取得部１０４で取得された間隙量Ｄｅに基づいて、ラビング判定評価指標を生成するための構成である。このようにＡＥ信号及び間隙量Ｄｅの両方を考慮してラビング判定評価指標を生成することにより、ＡＥ信号又は間隙量Ｄｅのいずれか一方のみを考慮した場合に比べて、精度のよいラビング判定が可能となる。

[0030] ラビング判定評価指標生成部１０６は、ラビング判定評価指標として、ＡＥ信号及び間隙量の組み合わせ指標を算出してもよい。このようにＡＥ信号及び間隙量Ｄｅを組み合わせることでラビング判定評価指標を生成することで、精度のよいラビング判定が可能となる。

[0031] ここでラビング判定評価指標生成部１０６におけるラビング判定評価指標の生成方法について、具体的に説明する。図５は図１のラビング判定評価指標生成部１０６の内部構成を示すブロック図であり、図６はＡＥ信号の閾値に対する差分ΔＡＥと第１ラビング発生指標P_{AE}との関係を示すグラフであり、図７は間隙量Ｄｅと第２ラビング発生指標P_{VS}との関係を示すグラフであり、図８は第１ラビング発生指標P_{AE}及び第２ラビング発生指標P_{VS}に対するラビング判定評価指標の一例であるラビング発生確率Ｐｊの分布を示すマップＭ１である。

[0032] 一態様に係るラビング判定評価指標生成部１０６は、図５に示すように、第１ラビング発生指標算出部１２０と、第２ラビング発生指標算出部１２２と、ラビング判定評価指標算出部１２４とを備える。この態様では、ラビング判定評価指標生成部１０６は、ラビング判定評価指標として、ラビング発生確率Ｐｊを取り扱う。

[0033] 第１ラビング発生指標算出部１２０は、ＡＥ信号に基づいてラビング発生確率である第１ラビング発生指標P_{AE}を算出するための構成である。図６の挿入図に示すように、ＡＥ信号取得部１０２で取得されたＡＥ信号の強度は時刻ｔに対して連続的に変化するピーク波形を有する。このようなＡＥ信号のピーク波形に含まれる最大値（ピーク値）と予め設定された閾値との差分をΔＡＥとすると、差分ΔＡＥとラビング発生確率である第１ラビング発生指標確率P_{AE}との相関は図６に示される特性グラフとして予め用意される。第１ラビング発生指標算出部１２０は、このような特性グラフに、ＡＥ信号取得部１０２で取得されたＡＥ信号に対応する差分ΔＡＥを適用することにより、ラビング発生確率である第１ラビング発生指標P_{AE}を算出する。

[0034] 第２ラビング発生指標算出部１２２は、間隙量Ｄｅ基づいてラビング発生確率である第２ラビング発生指標P_{VS}を算出するための構成である。図７の挿入図に示すように、間隙量取得部１０４で取得された間隙量Ｄｅは、静止部２及び回転部４の間における間隙Ｄの大きさを示す。間隙量Ｄｅと第２ラビング発生指標P_{VS}との相関は図７に示される特性グラフとして予め用意される。第２ラビング発生指標算出部１２２は、このような特性グラフに、間隙量取得部１０４で取得された間隙量Ｄｅを適用することにより、ラビング発生確率である第２ラビング発生指標P_{VS}を算出する。

[0035] ラビング判定評価指標算出部１２４は、第１ラビング発生指標P_{AE}、第２ラビング発生指標P_{VS}、及び、ラビング判定評価指標であるラビング発生確率Ｐｊの相関を規定するマップＭ１を予め用意し、当該マップＭ１に基づいて、第１ラビング発生指標算出部１２０で算出された第１ラビング発生指標P_{AE}、及び、第２ラビング発生指標算出部１２２で算出された第２ラビング発生指標P_{VS}に対応するラビング発生確率Ｐｊを算出する。図８に示すように、マップＭ１は、第１ラビング発生指標P_{AE}及び第２ラビング発生指標P_{VS}に対するラビング発生確率Ｐｊの分布を規定する。

[0036] ラビング判定評価指標生成部１０６は、このように算出されたラビング発生確率Ｐｊを、ＡＥ信号及び間隙量Ｄｅの組み合わせ指標であるラビング判

定評価指標として生成する。

[0037] ラビング判定部１０８は、ラビング判定評価指標生成部１０６で生成されたラビング判定評価指標に基づいて、回転機械１におけるラビングを判定するための構成である。ラビング判定部１０８においてラビングが有ると判定された場合には、不図示の出力装置によって警報や画面表示を行ってもよい。

[0038] 続いて上記構成を有するラビング判定装置１００によって実施されるラビング判定方法について説明する。図９は一実施形態に係るラビング判定方法を示すフローチャートである。

[0039] まずＡＥ信号取得部１０２はＡＥ信号を取得し（ステップＳ１００）、間隙量取得部１０４は間隙量Ｄｅを取得する（ステップＳ１０１）。続いてラビング判定評価指標生成部１０６は、ステップＳ１００で取得したＡＥ信号、及び、ステップＳ１０１で取得した間隙量Ｄｅに基づいて、ラビング発生確率Ｐｊであるラビング判定評価指標を生成する（ステップＳ１０２）。ラビング判定部１０８はステップＳ１０２で生成したラビング発生確率Ｐｊであるラビング判定評価指標が予め設定された閾値Ｐｊ０を超えたか否かを判定する（ステップＳ１０３）。その結果、ラビング判定評価指標であるラビング発生確率Ｐｊが閾値Ｐｊ０を超えた場合には（ステップＳ１０３：ＹＥＳ）、「ラビング有」判定を行う（ステップＳ１０４）。一方、ラビング判定評価指標であるラビング発生確率Ｐｊが閾値Ｐｊ０以下である場合には（ステップＳ１０３：ＮＯ）、「ラビング無」判定を行う（ステップＳ１０５）。

[0040] 図１０はラビング判定評価指標の一例であるラビング発生確率Ｐｊの時間的変化を示す一例である。図１０では、時間経過に伴ってラビング発生確率Ｐｊが増加する振る舞いを示しており、時刻ｔ－１，ｔ－２ではラビング発生確率Ｐｊが判定用基準値である閾値Ｐｊ０以下であるが、時刻ｔ－３では閾値Ｐｊ０を超えることでラビングが発生したことが判定される。

[0041] 他の態様に係るラビング判定評価指標生成部１０６は、第１ラビング発生

指標算出部１２０で算出した第１ラビング発生指標と、第２ラビング発生指標算出部１２２で算出した第２ラビング発生指標とを含むラビング判定評価指標を生成し、ラビング判定部１０８は、当該ラビング判定評価指標に基づいてラビングの有無を判定してもよい。

[0042] この態様では、第１ラビング発生指標、第２ラビング発生指標及びラビング判定結果を含む十分な数の過去データが予め用意される。図１１Ａは過去データを示す図であり、図１１Ｂは１１Ａの過去データに基づくラビング判定評価指標とラビング判定結果との相関を示すマップＭ２である。図１１Ａに示すように、過去データは、ＡＥセンサ１０で検出したＡＥ信号、及び、前述の推定値又は実測値である間隙量Ｄｅとともに、実測に基づくラビング判定結果が紐づけられた複数の計測データ１，２，・・・を含む。過去データは、このような計測データを十分多く含むことで、図１１ＢのようにＡＥ信号と間隙量Ｄｅについてプロットされた場合に、ラビング判定結果が「ラビング有」である領域Ａと、ラビング判定結果が「ラビング無」である領域Ｂとが特定されたマップＭ２が作成される。

[0043] ラビング判定評価指標生成部１０６では、第１ラビング発生指標としてＡＥセンサ１０で検出したＡＥ信号を取得するとともに、第２ラビング発生指標として推定値又は実測値である間隙量Ｄｅを取得する。ラビング判定部１０８は、これらを図１１Ｂに示すマップＭ２に適用することにより、ラビングの有無を判定する。

[0044] 他の実施形態では、ラビング判定評価指標生成部１０６は、組み合わせ指標に基づいて、間隙量取得部１０４で取得された間隙量Ｄｅを補正することで、ラビング判定評価指標を生成してもよい。本実施形態では、ラビング判定評価指標生成部１０６は、前述の組み合わせ指標であるラビング発生確率Ｐｊが閾値Ｐｊ０を超えるタイミングで、間隙量取得部１０４で取得された間隙量Ｄｅがゼロになるように補正することで、ラビング判定評価指標を生成する。

[0045] 図１２は他の実施形態に係るラビング判定方法を示すフローチャートであ

る。ステップＳ２００～Ｓ２０５は、図１０のステップＳ１００～Ｓ１０５と同様である。ステップＳ２０４で「ラビング有」の判定がなされた場合、ステップＳ２０１において間隙量取得部１０４によって取得された間隙量Ｄｅがゼロより大きいか否かが判定される（ステップＳ２０６）。その結果、間隙量Ｄｅがゼロより大きい場合（ステップＳ２０６：ＹＥＳ）、ラビング判定評価指標生成部１０６は、間隙量Ｄｅがゼロになるように補正を行う（ステップＳ２０７）。その後、処理はステップＳ１００に戻され、一連の処理が繰り返し実施される。この場合、以降の処理では、ステップＳ２０１で取得された間隙量Ｄｅには、ステップＳ２０７で行われた補正が適用され、補正後の間隙量Ｄｅに基づいて以降のラビング判定が行われる。

[0046] 図１３は、補正前後におけるラビング判定評価指標の時間的変化を示すグラフである。図１３では、時刻ｔ０から間隙量取得部１０４で取得された間隙量Ｄｅの時間的変化が示されている。時刻ｔ１において、ラビング発生確率Ｐｊが閾値Ｐｊ０を超えた場合、ラビング判定評価指標生成部１０６は、間隙量Ｄｅがゼロになるようにラビング判定評価指標を補正する。時刻ｔ１以降では、時刻ｔ１で補正された間隙量Ｄｅがラビング判定評価指標として出力される。このように補正された間隙量Ｄｅの振る舞いは、時刻ｔ１以前に間隙量取得部１０４で取得された間隙量Ｄｅに対して一定量シフトされたものとなる（図１３では、時刻ｔ１以降において補正されなかった場合の間隙量Ｄｅの振る舞いを破線で示している）。

[0047] このように組み合わせ指標であるラビング発生確率Ｐｊが閾値Ｐｊ０に到達することで精度よくラビング有の判定がなされるタイミングで、間隙量Ｄｅがゼロになるように補正することで、例えば経年変化によって回転機械１の条件が変化した場合においても、精度のよい間隙量Ｄｅが得られる。そのため、このように補正された間隙量Ｄｅをラビング判定評価指標として利用することで、精度のよいラビング判定が可能となる。

[0048] 以上説明したように上記各実施形態によれば、ＡＥセンサで検出されたＡＥ信号、及び、計測値又は推定値である間隙量に基づいて生成されたラビン

グ判定評価指標に基づいて、ラビング判定が行われる。これにより、これにより、ＡＥ信号又は間隙情報のいずれかのみに基づいたラビング判定に比べて、良好な判定精度が得られる。

[0049] その他、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能であり、また、上記した実施形態を適宜組み合わせてもよい。

[0050] 上記各実施形態に記載の内容は、例えば以下のように把握される。

[0051] （１）一態様に係る回転機械のラビング判定装置は、

固定部及び回転部を備える回転機械のラビング判定装置（１００）であって、

前記回転機械に設けられたＡＥセンサで検出されたＡＥ信号を取得するためのＡＥ信号取得部（１０２）と、

前記固定部及び前記回転部の間隙量を取得するための間隙量取得部（１０４）と、

前記ＡＥ信号、及び、前記間隙量に基づいてラビング判定評価指標を生成するためのラビング判定評価指標生成部（１０６）と、

前記ラビング判定評価指標に基づいて前記回転機械におけるラビングを判定するためのラビング判定部（１０８）と、

を備える。

[0052] 上記（１）の態様によれば、ＡＥセンサで検出されたＡＥ信号、及び、計測値又は推定値である間隙量に基づいて生成されたラビング判定評価指標に基づいて、ラビング判定が行われる。これにより、ＡＥ信号又は間隙情報のいずれかのみに基づいたラビング判定に比べて、良好な判定精度が得られる。

[0053] （２）他の態様では、上記（１）の態様において、

前記ラビング判定評価指標生成部は、前記ラビング判定評価指標として、前記ＡＥ信号及び前記間隙量の組み合わせ指標を算出する。

[0054] 上記（２）の態様によれば、ＡＥ信号及び間隙量を組み合わせることでラ

ビング判定評価指標を生成することで、精度のよいラビング判定が可能となる。

[0055] （３）他の態様では、上記（２）の態様において、

ラビング判定評価指標生成部は、

前記ＡＥ信号に基づいて第１ラビング発生確率を算出するための第１ラビング発生指標算出部と、

前記間隙量に基づいて第２ラビング発生確率を算出するための第２ラビング発生指標算出部と、

前記第１ラビング発生指標及び前記第２ラビング発生指標に対するラビング発生確率を規定するマップを用いて、前記第１ラビング発生指標算出部で算出された前記第１ラビング発生指標、及び、前記第２ラビング発生指標算出部で算出された前記第２ラビング発生指標に対応する前記ラビング発生確率を、前記組み合わせ指標として算出するためのラビング判定評価指標算出部と、

を備える。

[0056] 上記（３）の態様によれば、ＡＥ信号に対応する第１ラビング発生指標と、間隙量に対応する第２ラビング発生指標とに基づいて算出されるラビング発生確率をラビング判定評価指標として用いることで、精度のよいラビング判定が可能となる。

[0057] （４）他の態様では、上記（２）又は（３）の態様において、

前記ラビング判定評価指標生成部は、前記組み合わせ指標に基づいて前記間隙量を補正することで前記ラビング判定評価指標を生成する。

[0058] 上記（４）の態様によれば、精度よくラビング判定が可能な組み合わせ指標を用いて間隙量を補正することで、例えば経年変化によって回転機械の条件が変化した場合においても、間隙量の精度のよい評価が可能となる。

[0059] （５）他の態様では、上記（４）の態様において、

前記ラビング判定評価指標生成部は、前記組み合わせ指標が予め設定された閾値に到達した際に、前記間隙量をゼロに補正する。

[0060] 上記（５）の態様によれば、組み合わせ指標が閾値に到達することで精度よくラビング発生が判定されるタイミングで、間隙量の取得値をゼロに補正する。これにより、例えば経年変化によって回転機械の条件が変化した場合においても、間隙量を補正することで精度のよい間隙量の評価が可能となる。

[0061] （６）他の態様では、上記（１）から（５）のいずれか一態様において、

前記間隙量は、前記回転機械の運転データに基づいて算出される推定値である。

[0062] 上記（６）の態様によれば、間隙量として、回転機械の運転データに基づいて算出される推定値が用いられる。このように間隙量として推定値が用いられる場合においても、ＡＥ信号とともにラビング判定評価指標の生成に用いられることで、精度のよいラビング判定が可能となる。

[0063] （７）他の態様では、上記（１）から（５）のいずれか一態様において、

前記間隙量は、前記回転機械の運転データを機械学習モデルに入力されることで算出された推定値であり、

前記機械学習モデルは、前記ラビング判定評価指標をフィードバックすることにより修正される。

[0064] 上記（７）の態様によれば、間隙量として、回転機械の運転データを機械学習モデルに入力することで推定値が算出される。このように間隙量として機械学習モデルを用いて算出された推定値を採用する場合においても、ＡＥ信号とともにラビング判定評価指標の生成に用いられることで、精度のよいラビング判定が可能となる。また機械学習モデルは、ＡＥ信号及び間隙量（推定値）に基づいて生成されたラビング判定評価指標に基づいて修正されることで、間隙量の推定精度を向上し、より優れた精度を有するラビング判定が可能となる。

[0065] （８）他の態様では、上記（１）から（５）のいずれか一態様において、

前記間隙量は、前記回転機械に設けられた間隙センサで検出された実測値である。

[0066] 上記（８）の態様によれば、間隙量としてセンサ実測値が用いられる場合においても、精度のよいラビング判定が可能である。

[0067] （９）他の態様では、上記（１）から（８）のいずれか一態様において、

前記ＡＥ信号は、前記回転部を前記静止部に対して回転可能に支持する軸受部に設けられたＡＥセンサから取得される。

[0068] 上記（９）の態様によれば、ラビング判定評価指標を生成するために用いられるＡＥ信号は、軸受部に設置されたＡＥセンサから取得可能である。

[0069] （１０）他の態様では、上記（１）から（９）のいずれか一態様において、

前記回転機械は蒸気タービンである。

[0070] 上記（１０）の態様によれば、蒸気タービンにおけるラビングを精度よく判定可能なラビング判定装置を実現できる。

[0071] （１１）一態様に係る回転機械のラビング判定方法は、

固定部及び回転部を備える回転機械のラビング判定方法であって、

前記回転機械に設けられたＡＥセンサで検出されたＡＥ信号を取得するステップと、

前記固定部及び前記回転部の間隙量を取得するステップと、

前記ＡＥ信号、及び、前記間隙量に基づいてラビング判定評価指標を生成するステップと、

前記ラビング判定評価指標に基づいて前記回転機械におけるラビングを判定するステップと、

を備える。

[0072] 上記（１１）の態様によれば、ＡＥセンサで検出されたＡＥ信号、及び、計測値又は推定値である間隙量に基づいて生成されたラビング判定評価指標に基づいて、ラビング判定が行われる。これにより、これにより、ＡＥ信号又は間隙情報のいずれかのみに基づいたラビング判定に比べて、良好な判定精度が得られる。

[0073] （１２）一態様に係る回転機械のラビング判定プログラムは、

固定部及び回転部を備える回転機械のラビング判定プログラムであって、

コンピュータを用いて、

前記回転機械に設けられたＡＥセンサで検出されたＡＥ信号を取得するステップと、

前記固定部及び前記回転部の間隙量を取得するステップと、

前記ＡＥ信号、及び、前記間隙量に基づいてラビング判定評価指標を生成するステップと、

前記ラビング判定評価指標に基づいて前記回転機械におけるラビングを判定するステップと、

を実行可能である。

[0074] 上記（１２）の態様によれば、ＡＥセンサで検出されたＡＥ信号、及び、計測値又は推定値である間隙量に基づいて生成されたラビング判定評価指標に基づいて、ラビング判定が行われる。これにより、これにより、ＡＥ信号又は間隙情報のいずれかのみに基づいたラビング判定に比べて、良好な判定精度が得られる。

符号の説明

[0075] １　回転機械

２　静止部

３　供給部

４　回転部

４ａ　動翼

５　排出部

６ａ，６ｂ　軸受

７ａ，７ｂ　軸受箱

１０　センサ

１３　間隙センサ

１００　ラビング判定装置

１０２　信号取得部

１０４　間隙量取得部

１０６　ラビング判定評価指標生成部

１０８　ラビング判定部

１１０　入力層

１１２　中間層

１１４　出力層

１２０　第１ラビング発生指標算出部

１２２　第２ラビング発生指標算出部

１２４　ラビング判定評価指標算出部

請求の範囲

[請求項1] 固定部及び回転部を備える回転機械のラビング判定装置であって、

前記回転機械に設けられたＡＥセンサで検出されたＡＥ信号を取得するためのＡＥ信号取得部と、

前記固定部及び前記回転部の間隙量を取得するための間隙量取得部と、

前記ＡＥ信号、及び、前記間隙量に基づいてラビング判定評価指標を生成するためのラビング判定評価指標生成部と、

前記ラビング判定評価指標に基づいて前記回転機械におけるラビングを判定するためのラビング判定部と、

を備える、回転機械のラビング判定装置。

[請求項2] 前記ラビング判定評価指標生成部は、前記ラビング判定評価指標として、前記ＡＥ信号及び前記間隙量の組み合わせ指標を算出する、請求項１に記載の回転機械のラビング判定装置。

[請求項3] ラビング判定評価指標生成部は、

前記ＡＥ信号に基づいて第１ラビング発生確率を算出するための第１ラビング発生指標算出部と、

前記間隙量に基づいて第２ラビング発生確率を算出するための第２ラビング発生指標算出部と、

前記第１ラビング発生指標及び前記第２ラビング発生指標に対するラビング発生確率を規定するマップを用いて、前記第１ラビング発生指標算出部で算出された前記第１ラビング発生指標、及び、前記第２ラビング発生指標算出部で算出された前記第２ラビング発生指標に対応する前記ラビング発生確率を、前記組み合わせ指標として算出するためのラビング判定評価指標算出部と、

を備える、請求項２に記載の回転機械のラビング判定装置。

[請求項4] 前記ラビング判定評価指標信号生成部は、前記組み合わせ指標に基づいて前記間隙量を補正することで前記ラビング判定評価指標を生成

する、請求項２に記載の回転機械のラビング判定装置。

[請求項5] 前記ラビング判定評価指標生成部は、前記組み合わせ指標が予め設定された閾値に到達した際に、前記間隙量をゼロに補正する、請求項４に記載の回転機械のラビング判定装置。

[請求項6] 前記間隙量は、前記回転機械の運転データに基づいて算出される推定値である、請求項１又は２に記載の回転機械のラビング判定装置。

[請求項7] 前記間隙量は、前記回転機械の運転データを機械学習モデルに入力されることで算出された推定値であり、

前記機械学習モデルは、前記ラビング判定評価指標をフィードバックすることにより修正される、請求項１又は２に記載の回転機械のラビング判定装置。

[請求項8] 前記間隙量は、前記回転機械に設けられた間隙センサで検出された実測値である、請求項１又は２に記載の回転機械のラビング判定装置。

[請求項9] 前記ＡＥ信号は、前記回転部を前記静止部に対して回転可能に支持する軸受部に設けられたＡＥセンサから取得される、請求項１又は２に記載の回転機械のラビング判定装置。

[請求項10] 前記回転機械は蒸気タービンである、請求項１又は２に記載の回転機械のラビング判定装置。

[請求項11] 固定部及び回転部を備える回転機械のラビング判定方法であって、

前記回転機械に設けられたＡＥセンサで検出されたＡＥ信号を取得するステップと、

前記固定部及び前記回転部の間隙量を取得するステップと、

前記ＡＥ信号、及び、前記間隙量に基づいてラビング判定評価指標を生成するステップと、

前記ラビング判定評価指標に基づいて前記回転機械におけるラビングを判定するステップと、

を備える、回転機械のラビング判定方法。

[請求項12] 固定部及び回転部を備える回転機械のラビング判定プログラムであって、

コンピュータを用いて、

前記回転機械に設けられたＡＥセンサで検出されたＡＥ信号を取得するステップと、

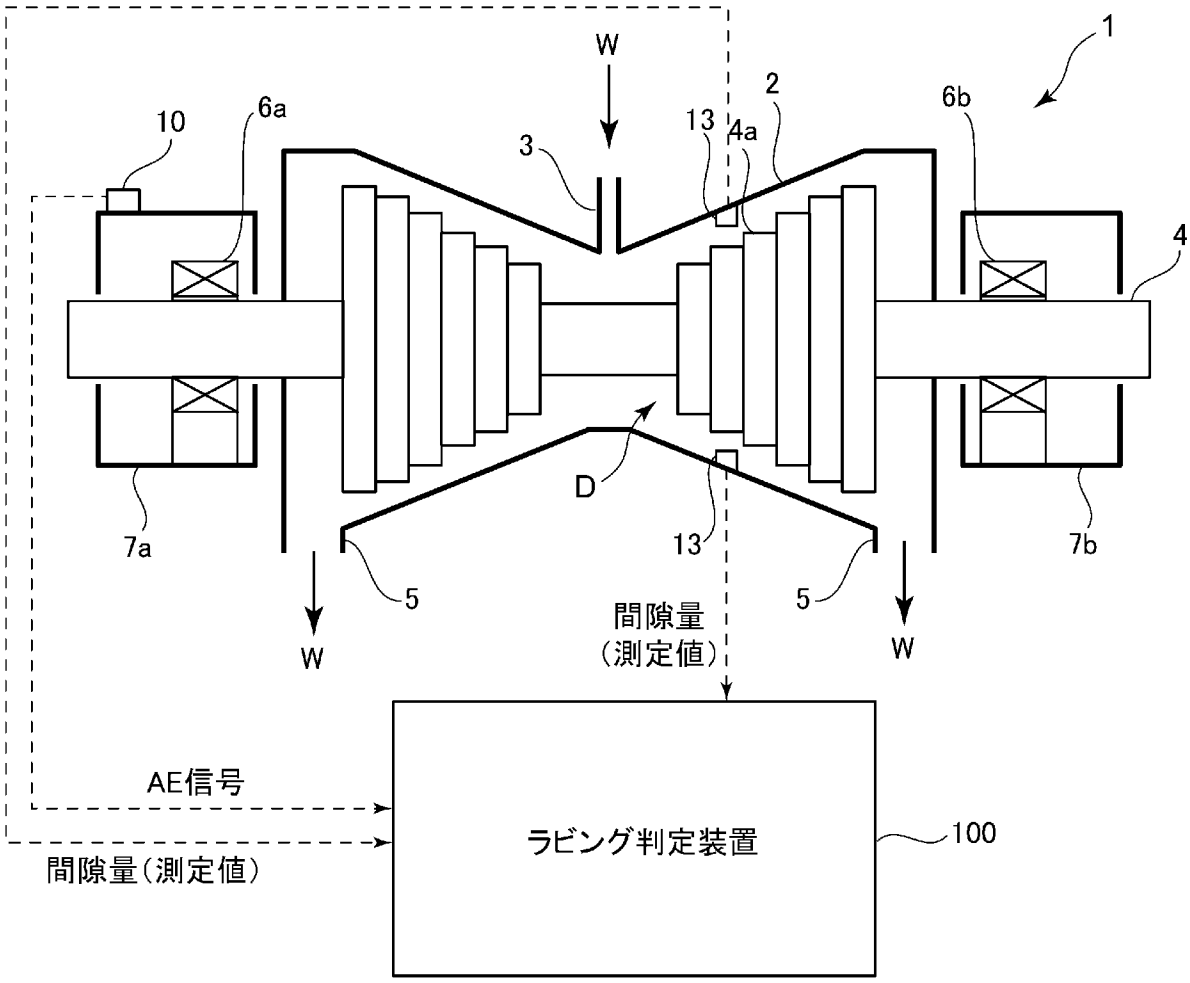
前記固定部及び前記回転部の間隙量を取得するステップと、

前記ＡＥ信号、及び、前記間隙量に基づいてラビング判定評価指標を生成するステップと、

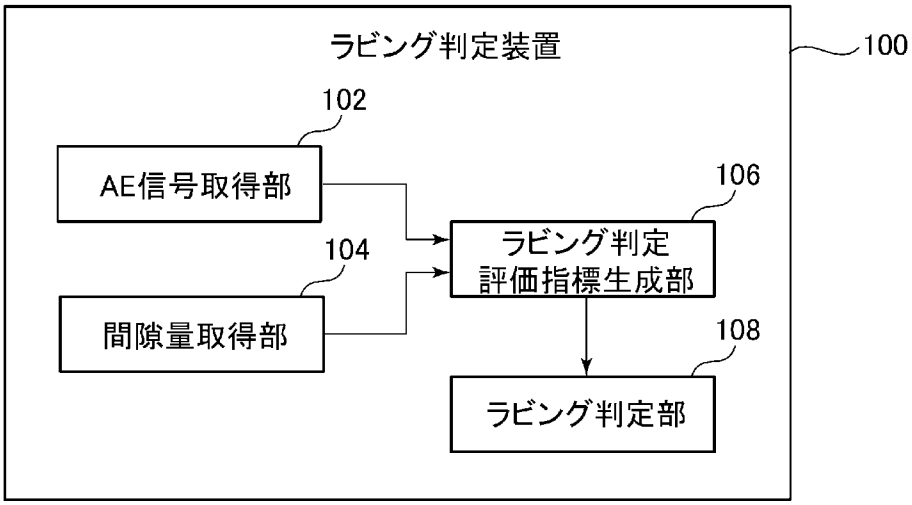
前記ラビング判定評価指標に基づいて前記回転機械におけるラビングを判定するステップと、

を実行可能な、回転機械のラビング判定プログラム。

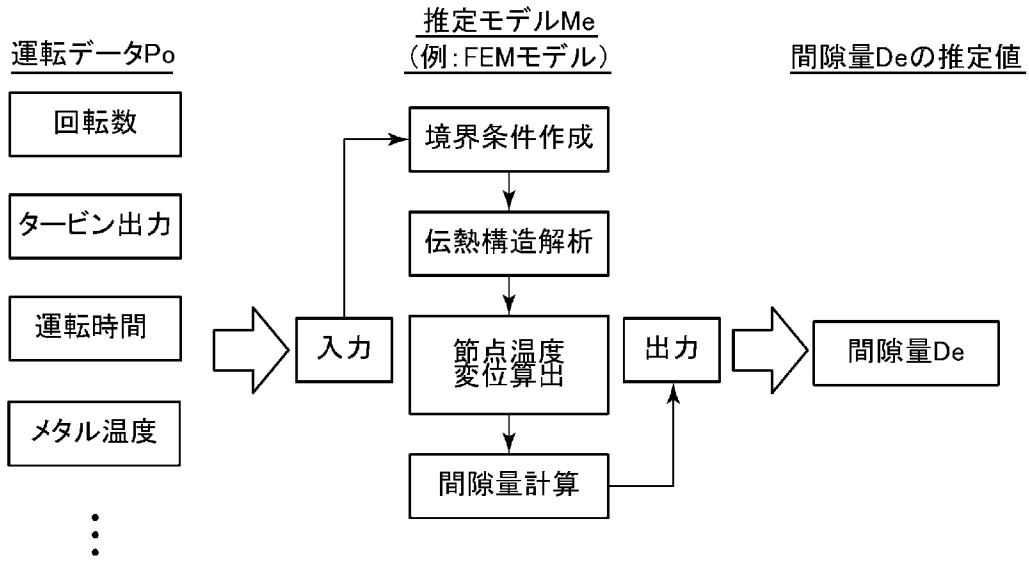
[図1]


W
1
2
10
6a
13
4a
6b
3
4
D
7a
13
7b
5
5
W
W
間隙量
（測定値）
AE信号
ラビング判定装置
100
間隙量（測定値）

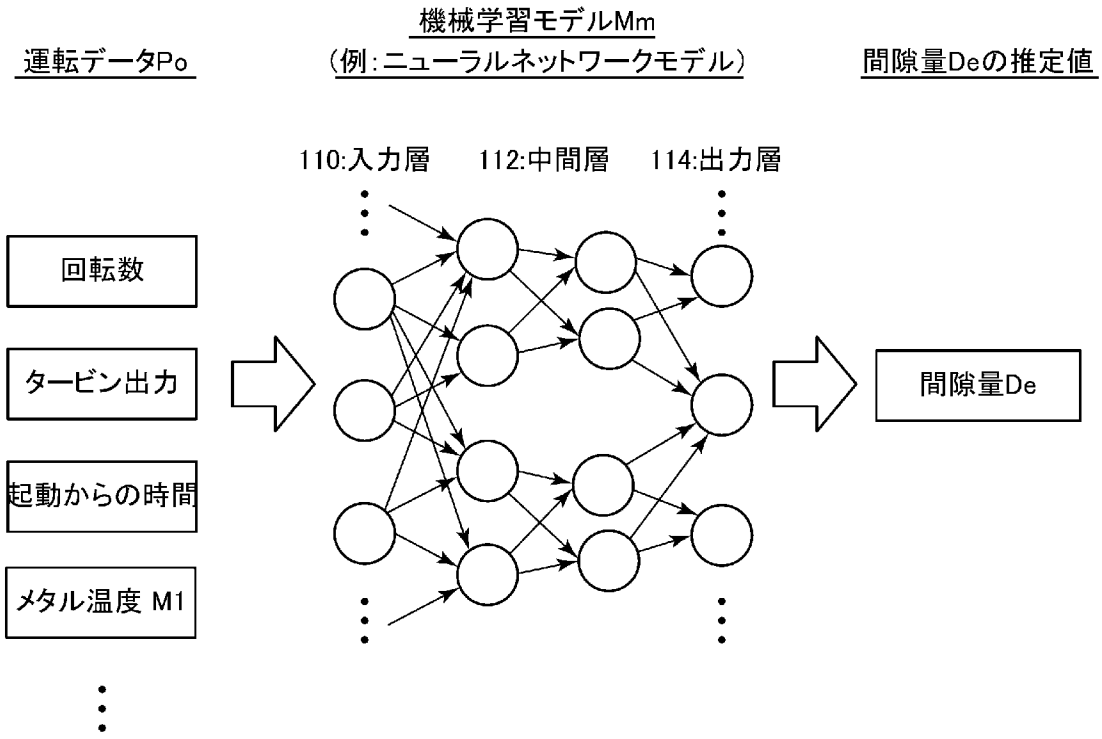
[図2]


ラビング判定装置
100
102
AE信号取得部
104
間隙量取得部
106
ラビング判定
評価指標生成部
108
ラビング判定部

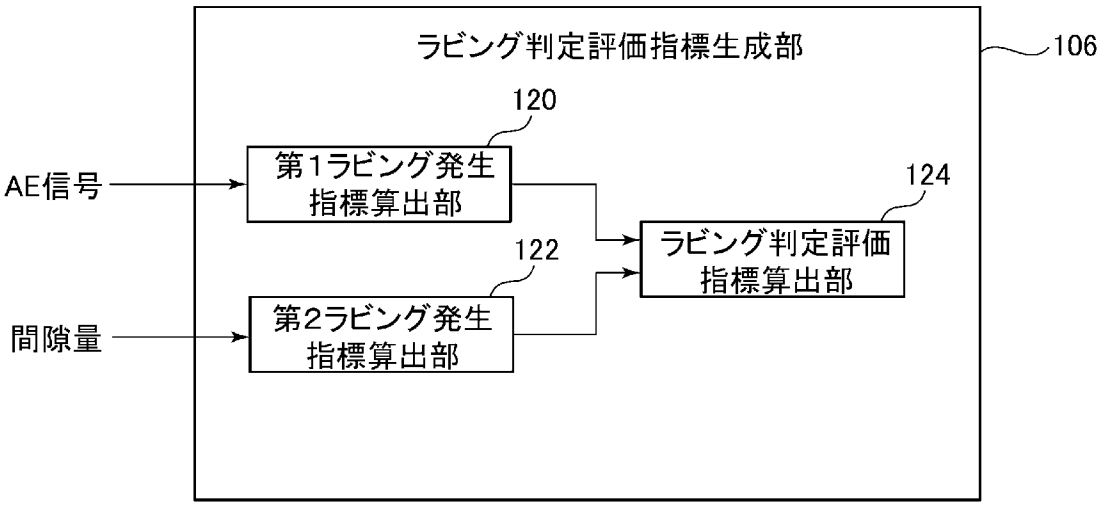
[図3]


運転データPo
推定モデルMe
(例:FEMモデル)
間隙量Deの推定値
回転数
タービン出力
運転時間
メタル温度
入力
境界条件作成
伝熱構造解析
節点温度
変位算出
間隙量計算
出力
間隙量De

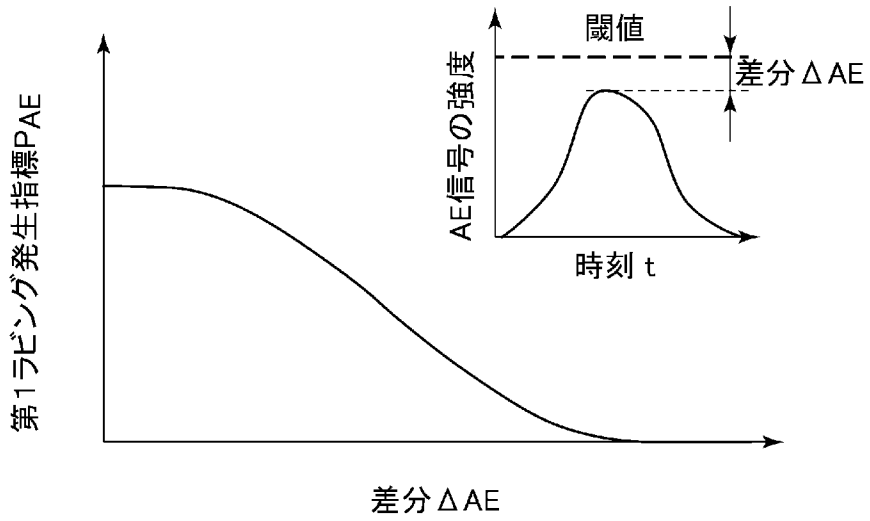
[図4]


運転データPo
機械学習モデルMm
(例:ニューラルネットワークモデル)
間隙量Deの推定値
110:入力層
112:中間層
114:出力層
回転数
タービン出力
起動からの時間
メタル温度 M1
間隙量De

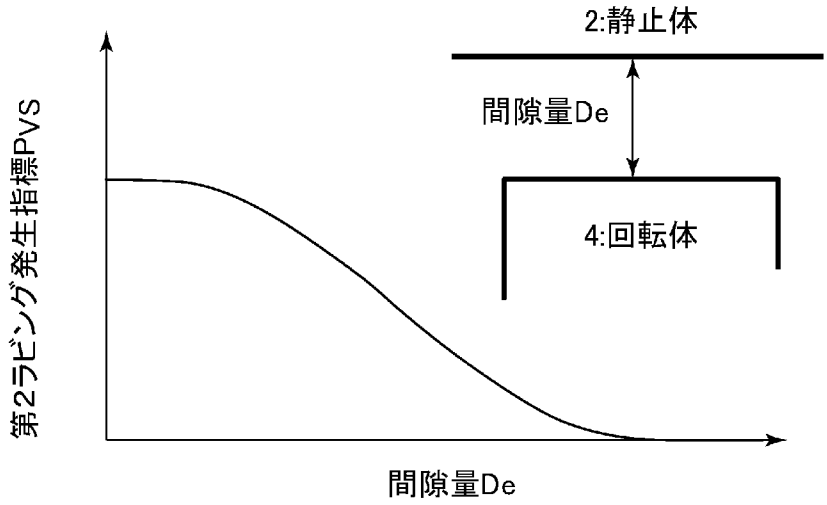
[図5]


ラビング判定評価指標生成部
106
120
AE信号
第1ラビング発生
指標算出部
124
ラビング判定評価
指標算出部
122
間隙量
第2ラビング発生
指標算出部

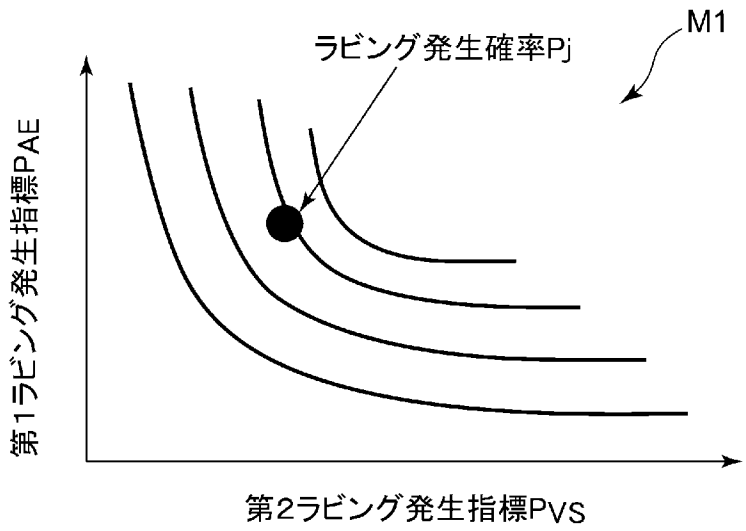
[図6]


第1ラビング発生指標PAE
差分ΔAE
閾値
差分ΔAE
AE信号の強度
時刻 t

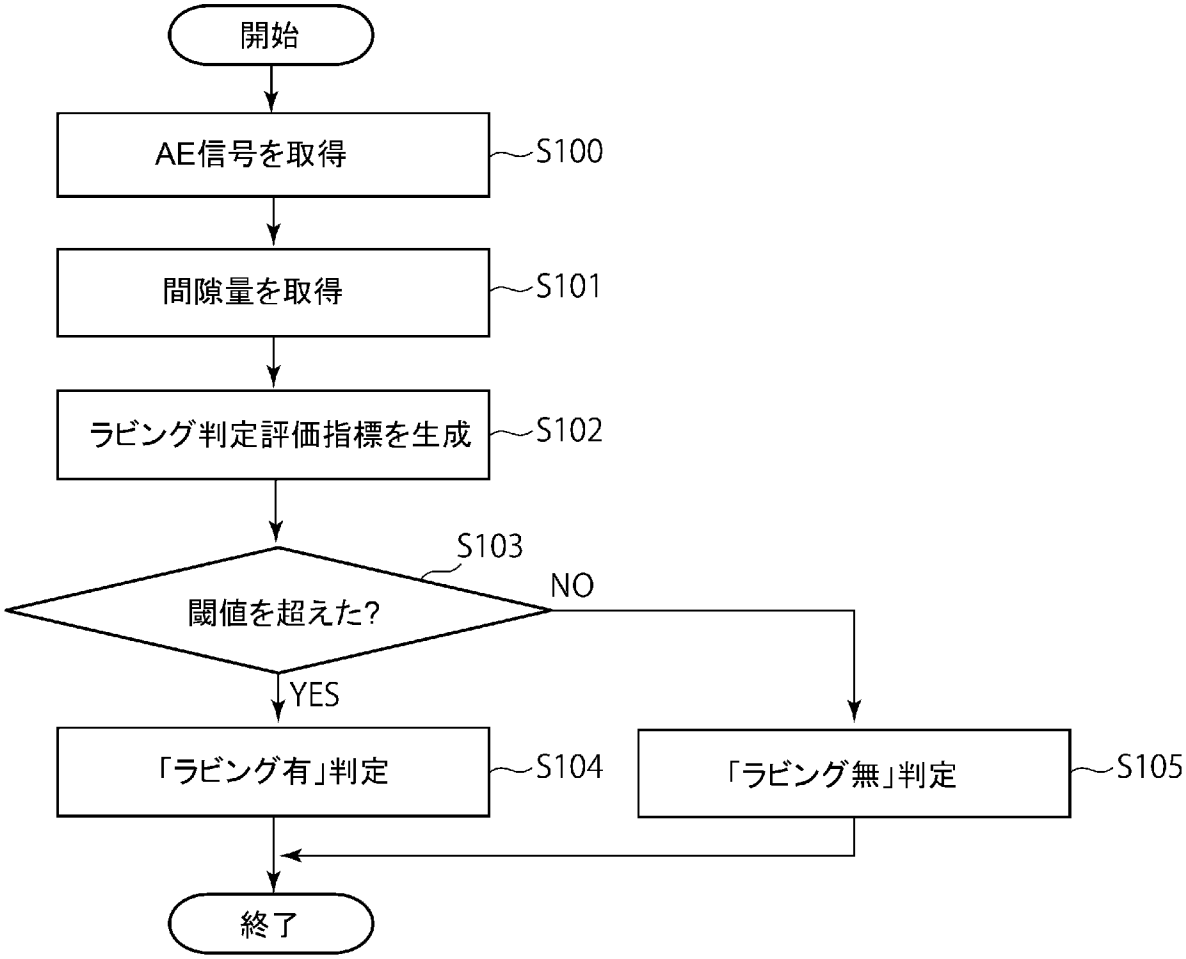
[図7]


第2ラビング発生指標PVS
2:静止体
間隙量De
4:回転体
間隙量De

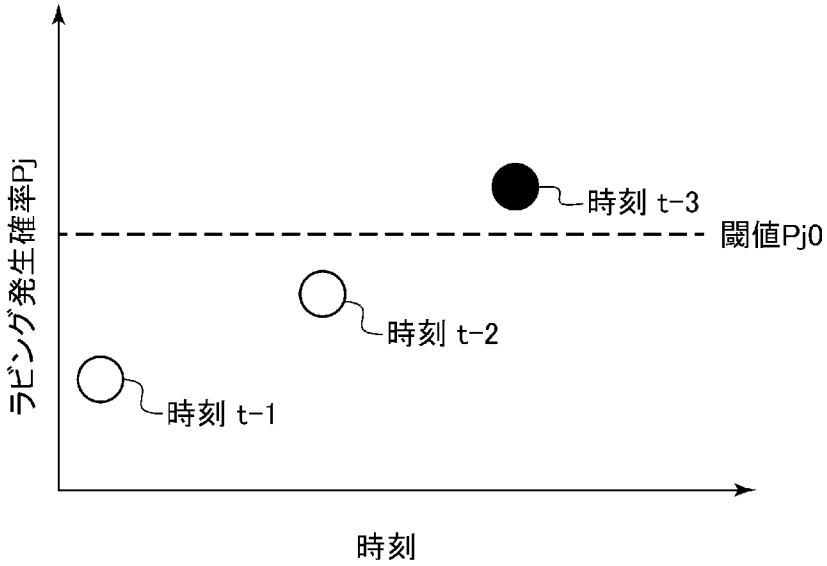
[図8]



[図9]


開始
AE信号を取得
S100
間隙量を取得
S101
ラビング判定評価指標を生成
S102
S103
閾値を超えた?
NO
YES
「ラビング有」判定
S104
「ラビング無」判定
S105
終了

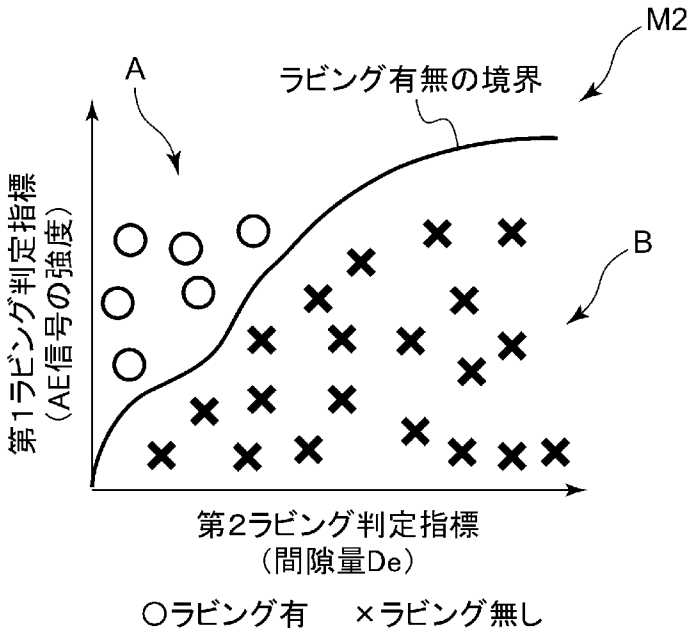
[図10]



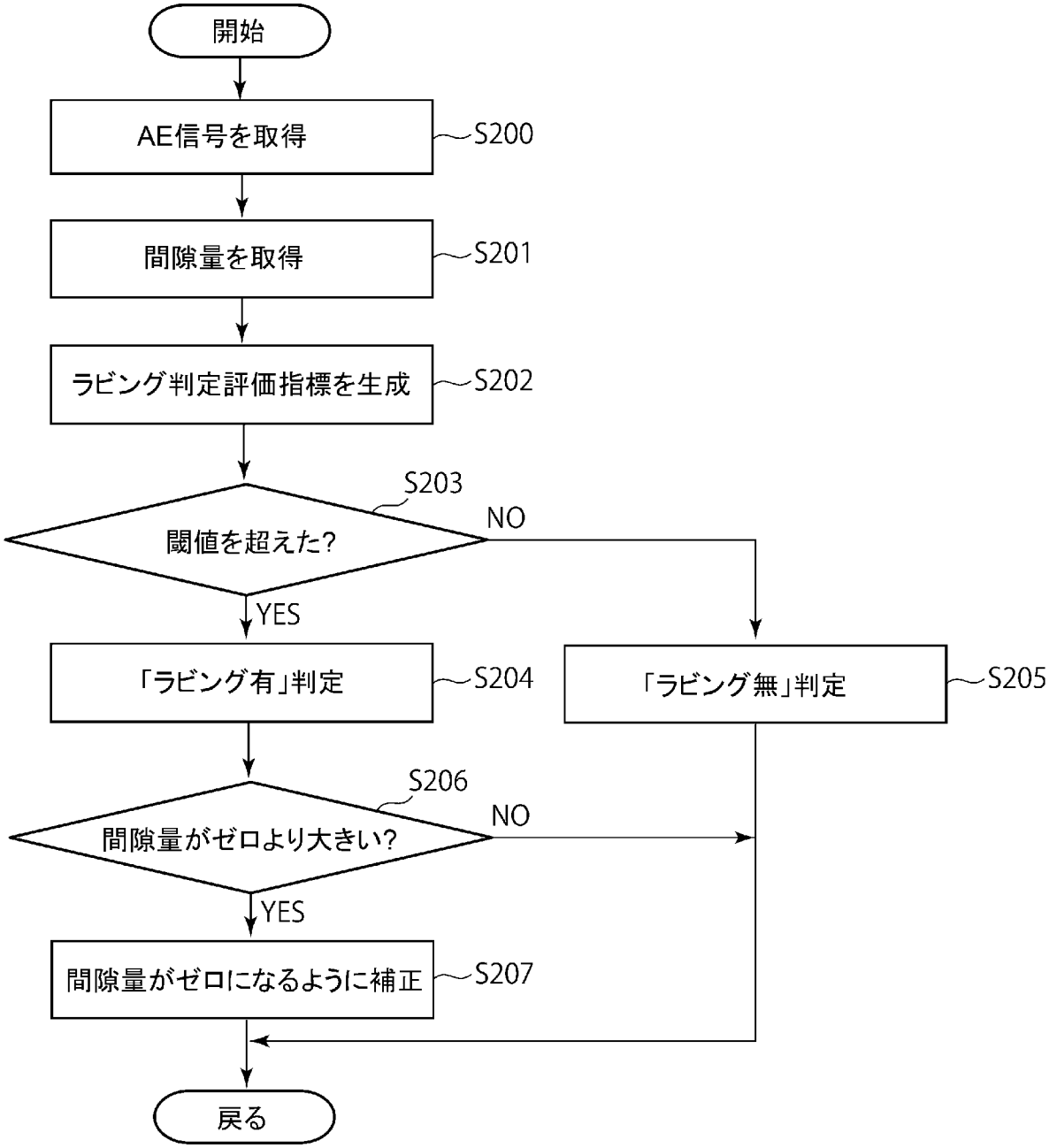
[図11A]

項目	計測データ1	計測データ2	計測データ3	…
第1ラビング判定指標（AE信号の強度）	AAA	BBB	CCC	…
第2ラビング判定指標（間隙量De）	aaa	bbb	ccc	…
実測ラビング判定（○：有、×：無）	○	×	×	…

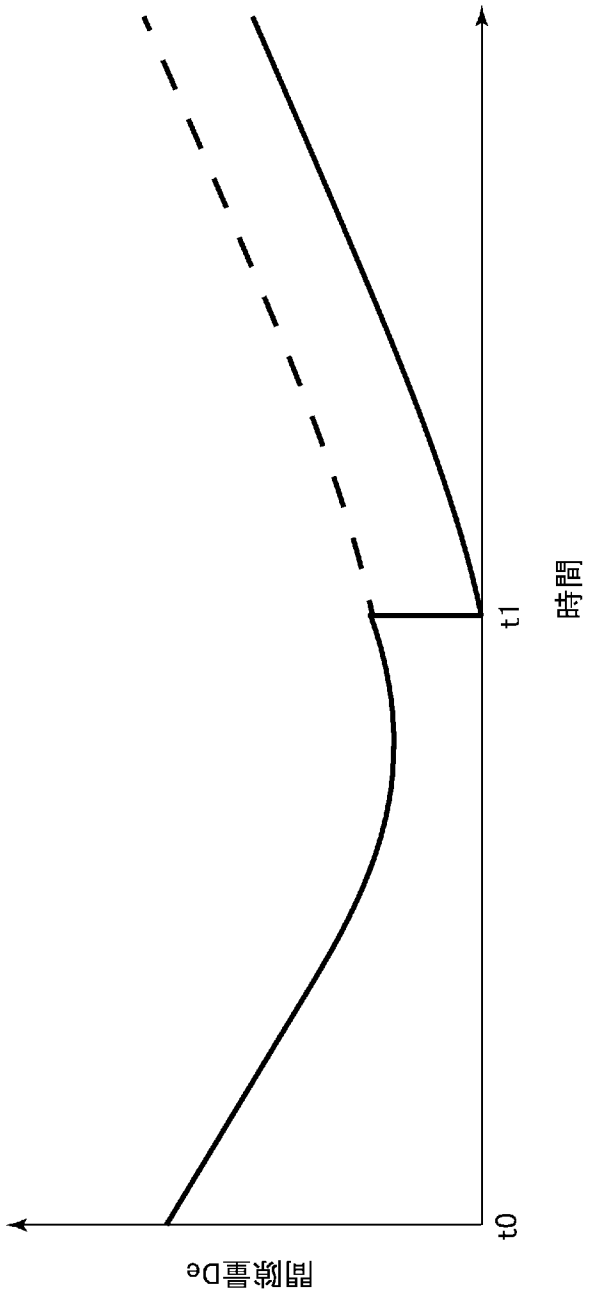
[図11B]



[図12]


開始
AE信号を取得
S200
間隙量を取得
S201
ラビング判定評価指標を生成
S202
S203
閾値を超えた?
NO
YES
「ラビング有」判定
S204
「ラビング無」判定
S205
S206
間隙量がゼロより大きい?
NO
YES
間隙量がゼロになるように補正
S207
戻る

[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/007222

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M 99/00(2011.01)i; ***G01H 17/00***(2006.01)i
FI: G01M99/00 A; G01H17/00 A

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; G01M13/00-13/045; G01H1/00-17/00; F01D13/00-15/12; F01D17/00-21/20; F01D23/00-25/36

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 54-147882 A (HITACHI LTD) 19 November 1979 (1979-11-19) claims, p. 1, right column, lines 1-17, p. 3, upper right column, line 3 to p. 4, upper left column, line 19, fig. 4	1-2, 8-9, 11-12
Y		6, 10
A		3-5, 7
Y	JP 9-4413 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 07 January 1997 (1997-01-07) claims, paragraphs [0001]-[0003], [0019]	6, 10
A		3-5, 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
18 April 2023	**16 May 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/JP2023/007222

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 54-147882 A	19 November 1979	(Family: none)	
JP 9-4413 A	07 January 1997	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/007222

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; G01H 17/00(2006.01)i
FI: G01M99/00 A; G01H17/00 A

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; G01M13/00-13/045; G01H1/00-17/00; F01D13/00-15/12; F01D17/00-21/20; F01D23/00-25/36

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	１９７１－２０２３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

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
X	JP 54-147882 A (株式会社日立製作所) 19.11.1979 (1979-11-19) 特許請求の範囲、第1ページ右欄第1行-第17行、第3ページ右上欄第3行-第4ページ左上欄第19行、第4図	1-2,8-9,11-12
Y		6,10
A		3-5,7
Y	JP 9-4413 A (三菱重工業株式会社) 07.01.1997 (1997-01-07) 特許請求の範囲、段落[0001]-[0003]、[0019]	6,10
A		3-5,7

☐ 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
18.04.2023	16.05.2023

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）
佐々木　創太郎 2J 3813
電話番号 03-3581-1101 内線 3292

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/JP2023/007222

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 54-147882 A	19.11.1979	（ファミリーなし）	
JP 9-4413 A	07.01.1997	（ファミリーなし）	