

(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
2025年1月9日(09.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/009540 A1

(51) 国際特許分類:
G01M 99/00 (2011.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/023996

(22) 国際出願日: 2024年7月2日(02.07.2024)

(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 2023-109624 2023年7月3日(03.07.2023) JP

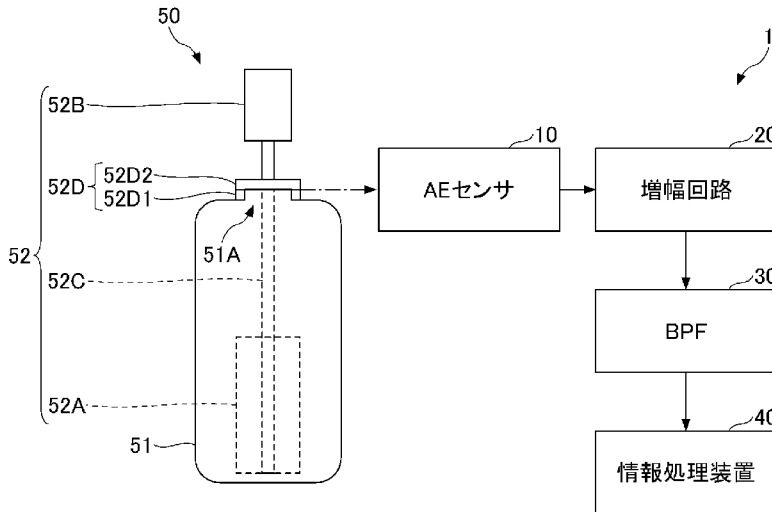
(71) 出願人: ダイキン工業株式会社 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス Osaka (JP).

(72) 発明者: 須藤 克 誉 (SUDO, Katsutaka); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 住中 由紀子 (SUMINAKA, Yukiko); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 浜崎 潤一 (HAMASAKI, Junichi); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 岡山 秀人 (OKAYAMA, Hideto); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 杉本 伊央理 (SUGIMOTO, Iori); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田一丁目13

(54) Title: INFORMATION PROCESSING METHOD AND INFORMATION PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 情報処理方法、情報処理装置

[図1]



10 AE sensor
20 Amplification circuit
40 Information processing device

(57) Abstract: The present disclosure provides a technology capable of easily monitoring the state of an object. For example, an information processing device 40 according to an embodiment of the present disclosure: acquires time-series measurement signals of acoustic emission of a mechanical seal 52D; calculates energy of the acoustic emission on the basis of the measurement signals; extracts time-series signals of a periodicity-removed component obtained by removing a periodicity component from time-series signals of the calculated energy or time-series signals of the periodicity component; and calculates a standard deviation σ_2 of the extracted time-series signals of the periodicity-removed component or a standard deviation σ_1 of the extracted time-series signals of the periodicity component.

番 1 号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 西本 重人 (NISHIMOTO, Shigeto); 〒5430001 大阪府大阪市天王寺区上本町 5 丁目 2 番 1 1 号 上六新興産ビル 5 0 8 株式会社 S E T L a 内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人 I T O H (ITOH PATENT ATTORNEY CORPORATION); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号 明治安田生命ビル 1 6 階 Tokyo (JP).

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

(57) 要約: 対象物の状態を容易に監視可能な技術を提供する。例えば、本開示の一実施形態に係る情報処理装置 4 0 は、メカニカルシール 5 2 D のアコースティックエミッションの時系列の測定信号を取得し、その測定信号に基づき、アコースティックエミッションのエネルギーを算出し、算出したエネルギーの時系列の信号から周期性成分を除去した周期性除去成分の時系列の信号、又は周期性成分の時系列の信号を抽出し、抽出した周期性除去成分の時系列の信号の標準偏差 $\sigma 2$ 、又は周期性成分の時系列の信号の標準偏差 $\sigma 1$ を算出する。

明 細 書

発明の名称： 情報処理方法、情報処理装置

技術分野

[0001] 本開示は、情報処理方法等に関する。

背景技術

[0002] 例えば、対象物の高周波振動を測定し、その測定結果に基づき、対象物の状態を監視する技術が知られている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特公平7－11466号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1では、高周波振動の実効値の一定時間当たりの最大値、最小値、平均値、及び分散を使用する必要がある。そのため、対象物の状態を判断するためのパラメータが比較的多く、判断基準の設定が煩雑になる可能性がある。

[0005] 本開示は、対象物の状態の容易な監視を実現可能な技術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

[0006] 本開示の第1の態様では、

情報処理装置が、対象物のアコースティックエミッションの時系列の測定信号を取得する取得ステップと、

情報処理装置が、前記測定信号に基づき、前記対象物のアコースティックエミッションのエネルギーを算出するエネルギー算出ステップと、

情報処理装置が、前記エネルギーの時系列の信号から周期性を有する第2の成分を除去した、第1の成分の時系列の信号、又は前記第2の成分の時系列の信号を抽出する第1の抽出ステップと、

情報処理装置が、前記第 1 の成分の時系列の信号、又は前記第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値を算出するばらつき算出ステップと、を含む、

情報処理方法が提供される。

[0007] 本態様によれば、情報処理装置は、対象物のアコースティックエミッションのエネルギーの第 1 の成分の時系列の信号、又は第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値を算出することができる。そのため、例えば、情報処理装置は、その指標値に基づき、対象物の状態を比較的容易に監視することができる。また、例えば、情報処理装置は、その指標値に対する基準値を設定し、指標値と基準値との比較に基づく対象物の状態のより容易な監視を実現することができる。

[0008] また、本開示の第 2 の態様では、上述の第 1 の態様を前提として、情報処理装置が、前記エネルギーの時系列の信号から前記第 2 の成分の時系列の信号を抽出する第 2 の抽出ステップを含み、前記第 1 の抽出ステップでは、前記第 1 の成分の時系列の信号を抽出し、前記ばらつき算出ステップでは、前記第 1 の成分の時系列の信号、及び前記第 2 の成分の時系列の信号の双方のばらつきに関する指標値を算出してもよい。

[0009] また、本開示の第 3 の態様では、上述の第 1 の態様を前提として、情報処理装置が、前記第 1 の成分の時系列の信号、又は前記第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴の時間変化の傾向に基づき、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候の有無を診断する診断ステップを含んでもよい。

[0010] また、本開示の第 4 の態様では、上述の第 2 の態様を前提として、情報処理装置が、前記第 1 の成分の時系列の信号、及び前記第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴の双方の時間変化の傾向に基づき、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候の有無を診断する診断ステップを含んでもよい。

- [0011] また、本開示の第5の態様では、上述の第3の態様を前提として、
前記診断ステップでは、前記第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴が時間経過に対する増加傾向から時間経過に対する減少傾向に移行する場合に、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候があると診断してもよい。
- [0012] また、本開示の第6の態様では、上述の第3の態様を前提として、
前記診断ステップでは、前記第1の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴が時間経過に対する変化が相対的に小さい状態から時間経過に対する変化が相対的に大きい状態に移行する場合に、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候があると診断してもよい。
- [0013] また、本開示の第7の態様では、上述の第4の態様を前提として、
前記診断ステップでは、前記第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴が時間経過に対する増加傾向から時間経過に対する減少傾向に移行し、その後、前記第1の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴が時間経過に対する変化が相対的に小さい状態から時間経過に対する増加が相対的に大きい状態に移行する場合に、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候があると診断してもよい。
- [0014] また、本開示の第8の態様では、上述の第1の態様を前提として、
情報処理装置が、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候の有無を判断するための基準値を設定する設定ステップを含み、
前記取得ステップでは、前記所定の機器に搭載される前記対象物のアコースティックエミッションの複数の前記測定信号であって、前記対象物の故障の発生前の状況での前記測定信号及び前記対象物の故障の発生後の状況での前記測定信号の双方を含む複数の前記測定信号を取得し、
前記エネルギー算出ステップでは、前記取得ステップで取得される、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーを算出し、
前記第1の抽出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーの時系列の信号から前記第1の成分を抽出し、

前記ばらつき算出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値を算出し、

前記設定ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値のうち、前記対象物の故障の発生前の状況での前記測定信号に対応する前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の分布と、前記対象物の故障の発生後の状況での前記測定信号に対応する前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の分布とに基づき、前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値に対する第 1 の基準値を設定してもよい。

[0015] また、本開示の第 9 の態様では、上述の第 2 の態様を前提として、
情報処理装置が、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候の有無を判断するための基準値を設定する設定ステップを含み、

前記取得ステップでは、前記所定の機器に搭載される前記対象物のアコースティックエミッションの複数の前記測定信号であって、前記対象物の故障の発生前の状況での前記測定信号及び前記対象物の故障の発生後の状況での前記測定信号の双方を含む複数の前記測定信号を取得し、

前記エネルギー算出ステップでは、前記取得ステップで取得される、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーを算出し、

前記第 1 の抽出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーの時系列の信号から前記第 1 の成分を抽出し、

前記第 2 の抽出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーの時系列の信号から前記第 1 の成分を除去した前記第 2 の成分の時系列の信号を抽出し、

前記ばらつき算出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値を算出し、
複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第 2 の成分のばらつきに関する前記指標値を算出し、

前記設定ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第

1 の成分及び前記第 2 の成分の双方の時系列の信号の前記指標値の組み合わせのうち、前記対象物の故障の発生前の状況での前記測定信号に対応する前記第 1 の成分及び前記第 2 の成分の双方の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の組み合わせの分布と、前記対象物の故障の発生後の状況での前記測定信号に対応する前記第 1 の成分及び前記第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の分布とに基づき、前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値に対する第 1 の基準値、及び前記第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値に対する第 2 の基準値を設定してもよい。

[0016] また、本開示の第 10 の態様では、上述の第 8 の態様を前提として、
複数の前記測定信号は、同一の前記所定の機器についての異なるタイミングでの前記測定信号の集まりであり、

前記設定ステップでは、前記対象物の故障の発生後の最初に記録された前記測定信号のタイミングから所定時間だけ遡ったタイミングでの前記測定信号に対応する前記第 1 の成分の信号の前記指標値に基づき、前記第 1 の基準値を設定してもよい。

[0017] また、上述の第 11 の態様では、上述の第 9 の態様を前提として、
複数の前記測定信号は、同一の前記所定の機器についての異なるタイミングでの前記測定信号の集まりであり、

前記設定ステップでは、前記対象物の故障の発生後の最初に記録された前記測定信号のタイミングから所定時間だけ遡ったタイミングでの前記測定信号に対応する前記第 1 の成分の信号のばらつきに関する前記指標値に基づき、前記第 1 の基準値を設定し、前記対象物の故障の発生後の最初に記録された前記測定信号に対応する前記第 2 の成分の信号のばらつきに関する前記指標値に基づき、前記第 2 の基準値を設定してもよい。

[0018] また、本開示の第 12 の態様では、上述の第 8 乃至第 11 の態様の何れか 1 つの態様を前提として、

前記設定ステップでは、前記対象物の使用条件に応じて区分される、複数

の前記所定の機器に関するグループごとに、前記対象物の故障の兆候の有無を判断するための基準値を設定してもよい。

[0019] また、本開示の第13の態様では、上述の第3乃至第12の態様の何れか1つの態様を前提として、

前記所定の機器は、重合反応槽であり、

前記対象物は、軸封用のメカニカルシールであってもよい。

[0020] また、本開示の第14の態様では、上述の第13の態様を前提として、

前記取得ステップでは、前記重合反応槽におけるプロセス反応前のタイミングで記録された前記測定信号を取得してもよい。

[0021] また、本開示の第15の態様では、

対象物のアコースティックエミッションの時系列の測定信号を取得し、

前記測定信号に基づき、アコースティックエミッションのエネルギーを算出し、

前記エネルギーの時系列の信号から周期性を有する第2の成分を除去した第1の成分の時系列の信号、又は前記第2の成分の時系列の信号を抽出し、

前記第1の成分の時系列の信号、又は前記第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値を算出する、

情報処理装置が提供される。

発明の効果

[0022] 上述の開示によれば、対象物の状態の容易な監視を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]診断基準設定システムの一例を示す図である。

[図2]情報処理装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図3]情報処理装置による診断基準の設定に関する処理フローの一例を示す図である。

[図4]診断基準の設定方法の一例を説明する図である。

[図5]監視システムの一例を示す図である。

[図6]情報処理装置によるメカニカルシールにおける漏洩の兆候の有無の監視に関する処理フローの一例を示す図である。

[図7]メカニカルシールのアコースティックエミッションのエネルギーの周期性成分、及び周期性除去成分のそれぞれの時系列データの標準偏差の履歴の時間変化の具体例を示す図である。

[図8]メカニカルシールにおける漏洩の兆候の有無の監視方法の第2例を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、図面を参照して実施形態について説明する。

[0025] [診断基準設定システムの概要]

図1を参照して、本実施形態に関する診断基準設定システム1の概要について説明する。

[0026] 図1は、診断基準設定システム1の一例を示す図である。

[0027] 図1に示すように、診断基準設定システム1は、アコースティックエミッション（AE：Acoustic Emission）センサ10と、増幅回路20と、バンドパスフィルタ（BPF：Band Pass Filter）30と、情報処理装置40とを含む。

[0028] 診断基準設定システム1は、重合反応槽の軸封用のメカニカルシールの状態を診断するための、所定の指標値に対する診断基準を設定する。具体的には、診断基準設定システム1は、メカニカルシールのアコースティックエミッション（AE：Acoustic Emission）の測定信号（以下、「AE信号」）のエネルギーの時系列データのばらつきに関する指標値に対する診断基準を設定する。

[0029] AEセンサ10は、重合反応槽50の軸封用のメカニカルシール52Dのアコースティックエミッションを測定し、その測定結果を表す信号（AE信号）を出力する。

[0030] 重合反応槽50は、メカニカルシールの状態の診断対象の重合反応槽（例えば、後述の重合反応槽150）と同じ仕様の実験機である。重合反応槽5

0は、槽本体51と、攪拌機52とを含む。

[0031] 槽本体51は、重合反応の対象のモノマ及び溶媒等を収容する容器である。槽本体51の上部には、内部と外部との間を貫通する貫通孔51Aが設けられる。

[0032] 攪拌機52は、槽本体51の収容物を攪拌する。攪拌機52は、回転翼52Aと、モータ52Bと、回転軸52Cと、メカニカルシール52Dとを含む。

[0033] 回転翼52Aは、槽本体51の内部に設けられ、回転軸52Cを中心として回転し、槽本体51の内容物を攪拌する。

[0034] モータ52Bは、槽本体51の外部の上方に設けられ、回転軸52Cを通じて回転翼52Aを回転駆動する。

[0035] 回転軸52Cは、上下方向に延びるように設けられ、槽本体51の外部のモータ52Bと、槽本体51の内部の回転翼52Aとの間を機械的に接続する。回転軸52Cは、中間部において、槽本体51の貫通孔51Aを貫通するように設けられる。

[0036] メカニカルシール52Dは、貫通孔51Aを通じた、槽本体51の内部からの内容物の外部への漏洩を防止する。メカニカルシール52Dは、固定環52D1と、回転環52D2とを含む。

[0037] 固定環52D1は、上面視で貫通孔51Aの外縁を取り囲む円環形状を有し、槽本体51の外面に固定される。

[0038] 回転環52D2は、回転軸52Cに設けられ、回転軸52Cと共に回転する。回転環52D2は、回転軸52Cと同心の円板形状を有し、固定環52D1の上面と接するように配置される。これにより、回転軸52Cの回転に応じて、回転環52D2は、その下面が固定環52D1の上面と接した状態で摺動し、その結果、貫通孔51Aを通じた内容物の漏洩が防止される。

[0039] AEセンサ10は、メカニカルシール52DのAE信号を取得可能であれば、任意の箇所に設けられてよい。例えば、AEセンサ10は、槽本体51の外面における固定環52D1の近傍に設けられる。AEセンサ10の出力

は、増幅回路 20 に入力される。

[0040] 増幅回路 20 は、A E センサ 10 から出力される A E 信号を増幅して出力する。増幅回路 20 の出力信号は、B P F 30 に入力される。

[0041] B P F 30 は、増幅回路 20 から入力される、増幅済みの A E 信号のうちの所定の周波数帯の成分のみを通過させて出力する。これにより、B P F 30 は、所定の周波数帯の A E 信号を出力することができる。所定の周波数帯は、メカニカルシール 52 D の状態がメカニカルシール 52 D の A E に特徴として生じうる周波数帯である。所定の周波数帯は、例えば、30 kHz ~ 200 kHz である。B P F 30 の出力信号は、情報処理装置 40 に入力される。

[0042] 情報処理装置 40 は、B P F 30 から入力される、所定期間の A E 信号に基づき、A E のエネルギーの時系列の信号のばらつきに関する指標値を算出し、算出した指標値の履歴データに基づき、指標値に対する診断基準を設定する。具体的には、情報処理装置 40 は、重合反応槽 50 の攪拌機 52 の継続運転中において、少なくともメカニカルシール 52 D における内容物の漏洩が発生するまでの間で、定期的に、所定期間の A E 信号に基づき指標値を算出して蓄積させる。この際、メカニカルシール 52 D に対する負荷が通常運転の場合よりも高くなるように攪拌機 52 の高負荷運転が行われてよい。これにより、メカニカルシール 52 D における漏洩が発生するまでの期間を短縮することができる。そして、情報処理装置 40 は、メカニカルシール 52 D が故障し内容物の漏洩が生じるまでの指標値の履歴データに基づき、指標値に対する診断基準を設定する。

[0043] 診断基準の設定のために利用される A E 信号は、例えば、重合反応槽 50 におけるプロセス反応前のタイミングで記録された A E 信号であることが好ましい。重合反応槽 50 におけるプロセス反応中の A E 信号には、プロセス反応に起因する外乱が重畳する可能性があるからである。

[0044] 情報処理装置 40 は、例えば、比較的高い処理能力を有するサーバ装置である。例えば、サーバ装置は、重合反応槽 50 が設置される施設とは離れた

別の施設に設置される、オンプレミスサーバやクラウドサーバである。また、サーバ装置は、重合反応槽50が設置される施設内に設置されるエッジサーバであってもよい。

[0045] また、情報処理装置40は、必要な処理を実行する能力を有する限り、サーバ装置よりも処理能力が低い端末装置であってもよい。例えば、端末装置は、デスクトップ型のPC (Personal Computer) 等の定置型の端末装置であってもよいし、タブレット端末やラップトップ型のPC等の可搬型の端末装置（携帯端末）であってもよい。

[0046] [情報処理装置のハードウェア構成]

次に、図2を参照して、情報処理装置40のハードウェア構成について説明する。

[0047] 図2は、情報処理装置40のハードウェア構成の一例を示す図である。

[0048] 情報処理装置40の機能は、任意のハードウェア、或いは、任意のハードウェア及びソフトウェアの組み合わせ等により実現される。例えば、図3に示すように、情報処理装置40は、外部インタフェース41と、補助記憶装置42と、メモリ装置43と、CPU44と、高速演算装置45と、通信インタフェース46と、入力装置47と、出力装置48とを含む。外部インタフェース41、補助記憶装置42、メモリ装置43、CPU44、高速演算装置45、通信インタフェース46、入力装置47、及び出力装置48は、バスBSにより接続される。

[0049] 外部インタフェース41は、記録媒体41Aからデータの読み取りや記録媒体41Aへのデータの書き込みのためのインタフェースとして機能する。記録媒体41Aには、例えば、フレキシブルディスク、CD (Compact Disc)、DVD (Digital Versatile Disc)、BD (Blu-ray (登録商標) Disc)、SDメモリカード、USBメモリ等の汎用の記録媒体が含まれる。これにより、情報処理装置40は、記録媒体41Aを通じて、処理で利用する各種データを読み込み、補助記憶装置42に格納したり、各種機能を実現するプログラムをインストールしたりすることができる。

- [0050] 補助記憶装置42は、インストールされた各種プログラムを格納すると共に、各種処理に必要なファイルやデータ等を格納する。補助記憶装置42は、例えば、HDD (Hard Disc Drive) やSSD (Solid State Disc) やEEPROMやフラッシュメモリ等を含む。
- [0051] メモリ装置43は、プログラムの起動指示があった場合に、補助記憶装置42からプログラムを読み出して格納する。メモリ装置43は、例えば、DRAM (Dynamic Random Access Memory) やSRAM (Static Random Access Memory) を含む。
- [0052] CPU44は、補助記憶装置42からメモリ装置43にロードされた各種プログラムを実行し、プログラムに従って情報処理装置40に関する各種機能を実現する。
- [0053] 高速演算装置45は、CPU44と連動し、CPU44よりも高い速度で演算処理を行う。高速演算装置45は、例えば、GPU (Graphics Processing Unit) やASIC (Application Specific Integrated Circuit) やFPGA (Field-Programmable Gate Array) 等を含む。
- [0054] 尚、情報処理装置40に必要な演算処理の速度によっては、高速演算装置45は、省略されてもよい。
- [0055] 通信インタフェース46は、外部機器と通信可能に接続するためのインタフェースとして用いられる。これにより、情報処理装置40は、通信インタフェース46を通じて、BPF30の出力を取り込むことができる。また、情報処理装置40は、例えば、通信インタフェース46を通じて、処理で利用する各種データやプログラムを外部装置から取得することができる。通信インタフェース46は、接続される機器との間の通信方式等によって、複数の種類の通信インタフェースを有してもよい。
- [0056] 入力装置47は、情報処理装置40のユーザから各種入力を受け付ける。
- [0057] 入力装置47は、例えば、情報処理装置40のユーザからの機械的な操作入力を受け付ける形態の入力装置（以下、「操作入力装置」）を含む。操作入力装置は、例えば、ボタン、トグル、レバー、キーボード、マウス、タッ

チパネル、タッチパッド等を含む。

[0058] また、入力装置 47 は、情報処理装置 40 のユーザからの音声入力を受付可能な音声入力装置を含んでもよい。音声入力装置は、例えば、情報処理装置 40 のユーザの音声を集音可能なマイクロフォンを含む。

[0059] また、入力装置 47 は、情報処理装置 40 のユーザからのジェスチャ入力を受付可能なジェスチャ入力装置を含んでもよい。ジェスチャ入力装置は、例えば、ユーザのジェスチャの様子を撮像可能なカメラを含む。

[0060] また、入力装置 47 は、情報処理装置 40 のユーザからの生体入力を受付可能な生体入力装置を含んでもよい。生体入力装置は、例えば、ユーザの指紋や虹彩に関する情報を内包する画像データを取得可能なカメラを含む。

[0061] 出力装置 48 は、情報処理装置 40 のユーザに向けて情報を出力する。

[0062] 出力装置 48 は、例えば、視覚的に情報を出力する照明装置や表示装置である。照明装置は、例えば、インジケータランプ等である。表示装置は、例えば、液晶ディスプレイや有機 EL (Electroluminescence) ディスプレイ等である。

[0063] また、出力装置 48 は、聴覚的な情報を出力する音出力装置であってもよい。音出力装置は、例えば、ブザー、アラーム、スピーカ等である。

[0064] [診断基準の設定方法]

次に、図 3、図 4 を参照して、診断基準の設定方法について説明する。

[0065] 図 3 は、情報処理装置 40 の診断基準の設定に関する処理フローを示す図である。具体的には、図 3 は、診断基準の設定のための事前処理を表す図 3 A と、診断基準の設定のためのメイン処理を表す図 3 B とを含む。

[0066] <事前処理>

事前処理は、例えば、重合反応槽 50 の攪拌機 52 の運転開始後、定期的に（例えば、数時間ごとに）実施される。事前処理は、所定のタイミングの到来に応じて、自動的に実施されてもよいし、入力装置 47 を通じたユーザからの要求に応じて、手動で実施されてもよい。また、事前処理は、重合反応槽 50 におけるプロセス反応前のタイミングで実施されてもよい。これに

より、重合反応槽50におけるプロセス反応に起因する外乱がAE信号に重畳するような事態を防止することができ、その結果、後述のメイン処理で設定される診断基準の精度を向上させることができる。

[0067] 図3Aに示すように、ステップS102（信号取得処理）では、情報処理装置40は、BPF30から取り込まれた最新の所定期間のAE信号の時系列データを受信バッファ等から取得する。

[0068] ステップS102が完了すると、情報処理装置40は、ステップS104に進む。

[0069] ステップS104（エネルギー演算処理）では、情報処理装置40は、AE信号の時系列データに基づき、所定期間におけるAEのエネルギーを演算し、所定期間におけるAEのエネルギーの時系列データを出力する。AEのエネルギーは、AE信号の時間波形の面積に対応し、情報処理装置40は、対象の時刻と隣接する時刻との間でのAE信号の時間積分によって、AEのエネルギーを算出することができる。

[0070] ステップS104が完了すると、情報処理装置40は、ステップS106及びステップS108に進む。

[0071] ステップS106（周期性成分抽出処理）では、情報処理装置40は、AEのエネルギーの時系列データから周期性を有する成分（周期性成分）を抽出する。例えば、情報処理装置40は、AEのエネルギーの時系列データについて、各時刻の直近の一定期間の移動平均を算出することにより、AEのエネルギーの周期性成分の時系列データを抽出する。また、情報処理装置40は、周波数分析やローパスフィルタ処理を用いることにより、AEのエネルギーの周期性成分の時系列データを抽出してもよい。

[0072] ステップS108（周期性除去成分抽出処理）では、情報処理装置40は、AEのエネルギーの時系列データから周期性成分を除去した成分（周期性除去成分）を抽出する。例えば、情報処理装置40は、AEのエネルギーの時系列データについて、対象の時刻とその直前の時刻との差分を演算し差分系列に変換することにより、AEのエネルギーの周期性除去成分の時系列データを

抽出する。また、情報処理装置40は、AEのエネルギーの時系列データとステップS106で抽出される周期性成分の時系列データとの差分を演算することにより、AEのエネルギーの周期性除去成分の時系列データを抽出してもよい。

[0073] ステップS106及びステップS108が完了すると、情報処理装置40は、ステップS110に進む。

[0074] ステップS110（標準偏差演算処理）では、情報処理装置40は、ステップS106で抽出された、AEのエネルギーの周期性成分の時系列データのばらつきに関する指標値として、標準偏差 $\sigma 1$ を演算する。同様に、ステップS110では、情報処理装置40は、ステップS108で抽出された、AEのエネルギーの周期性除去成分の時系列データのばらつきに関する指標値として、標準偏差 $\sigma 2$ を演算する。

[0075] ステップS110が完了すると、情報処理装置40は、ステップS112に進む。

[0076] 尚、ステップS106及びステップS108の処理は、直列で処理されてもよい。

[0077] ステップS112（記録処理）では、ステップS110で演算された標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ を、時刻を表す情報及びメカニカルシール52Dにおける漏洩の発生の有無を表す情報と共に、レコードデータとして補助記憶装置42に記録する。メカニカルシール52Dにおける漏洩の有無は、例えば、入力装置47を通じてユーザから入力される。また、メカニカルシール52Dにおける漏洩の有無は、メカニカルシール52Dを撮像するカメラの画像に対して既知の画像処理技術や学習済みモデル等が適用されることにより自動的に判断されてもよい。これにより、情報処理装置40は、定期的の実施される事前処理によって、標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ の履歴データに相当するレコードデータ群を補助記憶装置42に保持させることができる。

[0078] ステップS112の処理が完了すると、情報処理装置40は、事前処理を終了する。

[0079] <メイン処理>

メイン処理は、メカニカルシール 5 2 D における内容物の漏洩の発生後に実行される。メイン処理は、入力装置 4 7 を通じたユーザからの要求に応じて実施されてもよいし、メカニカルシール 5 2 D における漏洩の有無が自動的に判断される場合、漏洩ありの判断に応じて、自動的に実施されてもよい。

[0080] 図 3 B に示すように、ステップ S 1 1 4（履歴データ取得処理）では、情報処理装置 4 0 は、補助記憶装置 4 2 から上述の履歴データ（レコードデータ群）を取得する。

[0081] ステップ S 1 1 4 の処理が完了すると、情報処理装置 4 0 は、ステップ S 1 1 6 に進む。

[0082] ステップ S 1 1 6（診断基準設定処理）では、情報処理装置 4 0 は、標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ の履歴データに基づき、標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ に対する診断基準を設定する。具体的には、情報処理装置 4 0 は、メカニカルシール 5 2 D における漏洩の発生前の状況に対応する標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ の組み合わせの分布と、メカニカルシール 5 2 D における漏洩発生後に対応する標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ の組み合わせの分布とに基づき、標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ に対する診断基準を設定する。設定された診断基準は、補助記憶装置 4 2 に登録される。

[0083] ステップ S 1 1 6 の処理が完了すると、情報処理装置 4 0 は、メイン処理を終了する。

[0084] <診断基準設定処理の具体例>

図 4 は、診断基準の設定方法の一例を説明する図である。具体的には、図 4 は、縦軸を A E のエネルギーの周期性成分の標準偏差 $\sigma 1$ とし、横軸を A E のエネルギーの周期性除去成分の標準偏差 $\sigma 2$ として、標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ の履歴データ P 1 ~ P 1 6 をプロットしたグラフを表している。

[0085] 尚、履歴データ P 1 ~ P 1 6 は、符号の数字が小さいほど古い履歴データを表し、数字が大きいほど新しい履歴データを表す。例えば、履歴データ P 1 は、最も古い履歴データを表し、履歴データ P 1 6 は、最も新しい履歴デ

ータを表す。また、履歴データ P 1 ~ P 1 5 は、メカニカルシール 5 2 D における漏洩の発生前の状況に対応し、履歴データ P 1 6 は、メカニカルシール 5 2 D の漏洩の発生後の状況に対応する。

[0086] 図 4 に示すように、履歴データ P 1 ~ P 7 において、A E のエネルギーの周期性成分の標準偏差 $\sigma 1$ は、時間経過に応じて比較的大きく増加している。一方、履歴データ P 1 ~ P 7 において、A E のエネルギーの周期性除去成分の標準偏差 $\sigma 2$ は、時間経過に対する変化が比較的小さい。これにより、履歴データ P 1 ~ P 7 に対応する時間軸では、メカニカルシール 5 2 D の固定環 5 2 D 1 及び回転環 5 2 D 2 の摺動面の全体的な摩耗が進行していることが推測される。

[0087] その後、履歴データ P 8 ~ P 1 6 において、A E のエネルギーの周期性成分の標準偏差 $\sigma 1$ は、一定のレベルの比較的小さい範囲に収束している。一方、履歴データ P 8 ~ P 1 6 において、A E のエネルギーの周期性除去成分の標準偏差 $\sigma 2$ は、履歴データ P 1 ~ P 7 の場合よりも比較的大きい。これにより、履歴データ P 8 ~ P 1 6 に対応する時間軸では、摺動面の全体的な摩耗は収束する一方、突発的な傷等が発生し、その結果、最終的に、メカニカルシール 5 2 D における漏洩が発生していることが推測される。

[0088] このように、メカニカルシール 5 2 D は、A E のエネルギーの周期性成分の標準偏差 $\sigma 1$ が最初に増加し、一定のレベルに収束した後に、A E のエネルギーの周期性除去成分の標準偏差 $\sigma 2$ が比較的高いレベルを取るようになることで、最終的に漏洩が発生している。そのため、情報処理装置 4 0 は、A E のエネルギーの周期性除去成分の標準偏差 $\sigma 2$ が比較的高いレベルにあることを表すための診断基準値 $\sigma 2_th$ を設定することができる。よって、診断主体（例えば、後述の情報処理装置 1 4 0）は、対象のメカニカルシールの A E のエネルギーの周期性除去成分の標準偏差 $\sigma 2$ が診断基準値 $\sigma 2_th$ に対して相対的に大きい場合に、メカニカルシールにおける漏洩の兆候があると診断できる。標準偏差 $\sigma 2$ が診断基準値 $\sigma 2_th$ に対して相対的に大きいとは、標準偏差 $\sigma 2$ が診断基準値 $\sigma 2_th$ 以上であることであってもよ

いし、標準偏差 $\sigma 2$ が診断基準値 $\sigma 2_th$ より大きいことであってもよい。

[0089] 例えば、図4に示すように、情報処理装置40は、履歴データP1～P7の標準偏差 $\sigma 2$ における上限と、履歴データP8～P16の標準偏差 $\sigma 2$ における下限との間に、診断基準値 $\sigma 2_th$ を設定する。具体的には、情報処理装置40は、履歴データP8～P16のうちの標準偏差 $\sigma 2$ の下限値（履歴データP9の標準偏差 $\sigma 2$ ）から若干の余裕分を減じた値に相当する診断基準値 $\sigma 2_th$ を設定してよい。また、情報処理装置40は、履歴データP8～P15のうちの、メカニカルシール52Dにおける漏洩の発生後の最初の履歴データP16のタイミングから所定時間だけ遡ったタイミングに対応する履歴データの標準偏差 $\sigma 2$ の値に基づき、診断基準値 $\sigma 2_th$ を設定してもよい。具体的には、情報処理装置40は、履歴データP8～P15のうちの履歴データP16のタイミングから所定時間だけ遡ったタイミングでの履歴データの標準偏差 $\sigma 2$ から若干の余裕分を減じた値に相当する診断基準値 $\sigma 2_th$ を設定してよい。

[0090] また、情報処理装置40は、AEのエネルギーの周期性成分の標準偏差 $\sigma 1$ が上述の収束した状態に対応する一定のレベルにあることを表す診断基準値 $\sigma 1_th$ を設定してもよい。これにより、診断主体は、対象のメカニカルシールの標準偏差 $\sigma 2$ が診断基準値 $\sigma 2_th$ に対して相対的に大きく、且つ、標準偏差 $\sigma 1$ が診断基準値 $\sigma 1_th$ に対して相対的に大きい場合に、メカニカルシールにおける漏洩の兆候があると診断できる。そのため、例えば、外乱等の影響によって、標準偏差 $\sigma 1$ が比較的小さい状態で、標準偏差 $\sigma 2$ が診断基準値 $\sigma 2_th$ に対して相対的に大きくなってしまった場合等を排除することができる。よって、診断主体は、対象のメカニカルシールにおける漏洩の兆候の有無をより適切に診断することができる。

[0091] 例えば、情報処理装置40は、履歴データP8～P16のうちの標準偏差 $\sigma 1$ の下限値（履歴データP13の標準偏差 $\sigma 1$ ）に基づき、診断基準値 $\sigma 1_th$ を設定する。具体的には、情報処理装置40は、履歴データP8～

P 1 6 のうちの標準偏差 $\sigma 1$ の下限値から若干の余裕分を減じた値に相当する診断基準値 $\sigma 1_th$ を設定してよい。また、図 4 に示すように、情報処理装置 4 0 は、履歴データ P 8 ~ P 1 6 のうちの、メカニカルシール 5 2 D における漏洩の発生後の最初の履歴データ P 1 6 の標準偏差 $\sigma 1$ の値に基づき、診断基準値 $\sigma 1_th$ を設定してもよい。具体的には、情報処理装置 4 0 は、履歴データ P 1 6 の標準偏差 $\sigma 1$ の値から所定の余裕分を減じた値に相当する診断基準値 $\sigma 1_th$ を設定してよい。

[0092] このように、情報処理装置 4 0 は、A E のエネルギーの時系列データの周期性成分の標準偏差 $\sigma 1$ 、及び周期性除去成分の標準偏差 $\sigma 2$ のそれぞれに対する診断基準値 $\sigma 1_th$ 、及び診断基準値 $\sigma 2_th$ を設定することができる。

[0093] [監視システムの概要]

次に、図 5 を参照して、監視システム 1 0 0 の概要について説明する。

[0094] 図 5 は、監視システム 1 0 0 の一例を示す図である。

[0095] 図 5 に示すように、監視システム 1 0 0 は、アコースティックエミッション (A E) センサ 1 1 0 と、増幅回路 1 2 0 と、バンドパスフィルタ (B P F) 1 3 0 と、情報処理装置 1 4 0 とを含む。

[0096] 監視システム 1 0 0 は、監視対象の重合反応槽 1 5 0 に搭載される、軸封用のメカニカルシール 1 5 2 D の状態を監視する。具体的には、監視システム 1 0 0 は、メカニカルシール 1 5 2 D における漏洩の兆候の有無を診断することにより、メカニカルシール 1 5 2 D の状態を監視する。

[0097] 重合反応槽 1 5 0 は、上述の重合反応槽 5 0 と同じ仕様の重合反応槽である。重合反応槽 1 5 0 は、上述の重合反応槽 5 0 と同様、槽本体 1 5 1 と、攪拌機 1 5 2 とを含む。

[0098] 槽本体 1 5 1 は、上述の槽本体 5 1 と同様の機能及び構造等を有し、槽本体 1 5 1 の上部には、内部と外部との間を貫通する貫通孔 1 5 1 A が設けられる。

[0099] 攪拌機 1 5 2 は、上述の攪拌機 5 2 と同様の機能及び構造等を有し、回転

翼 1 5 2 A と、モータ 1 5 2 B と、回転軸 1 5 2 C と、メカニカルシール 1 5 2 D とを含む。

[0100] メカニカルシール 1 5 2 D は、上述のメカニカルシール 5 2 D と同様、固定環 1 5 2 D 1 と、回転環 1 5 2 D 2 とを含む。

[0101] 回転翼 1 5 2 A、モータ 1 5 2 B、回転軸 1 5 2 C、及びメカニカルシール 1 5 2 D の機能や構造等は、上述の回転翼 5 2 A、モータ 5 2 B、回転軸 5 2 C、及びメカニカルシール 5 2 D と同様であるため、詳細な説明を省略する。

[0102] A E センサ 1 1 0 は、監視対象の重合反応槽 1 5 0 に搭載される、軸封用のメカニカルシール 1 5 2 D の A E を測定し、その測定結果を表す信号（A E 信号）を出力する。

[0103] 増幅回路 1 2 0 は、上述の増幅回路 2 0 と同じ機能を有し、A E センサ 1 1 0 から出力される A E 信号を増幅して出力する。増幅回路 1 2 0 の出力信号は、B P F 1 3 0 に入力される。

[0104] B P F 1 3 0 は、上述の B P F 3 0 と同じ機能を有し、増幅回路 1 2 0 から入力される、増幅済みの A E 信号のうちの所定の周波数帯の成分のみを通過させて出力する。これにより、B P F 3 0 は、所定の周波数帯の A E 信号を出力することができる。所定の周波数帯は、メカニカルシール 1 5 2 D の状態が A E に特徴として生じうる周波数帯である。所定の周波数帯は、例えば、上述の B P F 3 0 の場合と同様、3 0 k H z ~ 2 0 0 k H z である。B P F 1 3 0 の出力信号は、情報処理装置 1 4 0 に入力される。

[0105] 情報処理装置 1 4 0 は、B P F 1 3 0 から入力される、所定期間の A E 信号と、上述の情報処理装置 4 0 により設定された診断基準とに基づき、メカニカルシール 1 5 2 D における漏洩の兆候の有無を診断する。

[0106] メカニカルシール 1 5 2 D における漏洩の兆候の有無の診断のために利用される A E 信号は、例えば、重合反応槽 1 5 0 におけるプロセス反応前のタイミングで記録された A E 信号であることが好ましい。これにより、プロセス反応に起因する外乱が A E 信号に重畳するような事態を防止することがで

き、その結果、情報処理装置 140 は、診断の精度を向上させることができる。

[0107] 情報処理装置 140 は、例えば、上述の情報処理装置 40 と同様、比較的高い処理能力を有するサーバ装置である。また、情報処理装置 140 は、情報処理装置 40 と同様、必要な処理を実行する能力を有する限り、サーバ装置よりも処理能力が低い端末装置であってもよい。

[0108] 尚、情報処理装置 140 のハードウェア構成は、上述の情報処理装置 40 と同様であってよい。そのため、情報処理装置 140 のハードウェア構成の図示及び説明を省略する。

[0109] [メカニカルシールの状態の監視方法の第 1 例]

次に、図 6 を参照して、メカニカルシール 152D の状態の監視方法の第 1 例について説明する。

[0110] 図 6 は、情報処理装置 140 のメカニカルシール 152D における漏洩の兆候の有無の監視に関する処理フローの一例を示す図である。

[0111] 図 6 の処理フローは、例えば、所定の処理周期ごとに自動で実行される。また、図 6 の処理フローは、入力装置を通じたユーザからの要求に応じて手動で実行されてもよい。また、図 6 の処理フローは、重合反応槽 150 におけるプロセス反応前のタイミングで実施されてもよい。これにより、重合反応槽 150 におけるプロセス反応に起因する外乱が AE 信号に重畳するような事態を防止することができ、その結果、情報処理装置 140 は、メカニカルシール 152D における漏洩の兆候の有無の診断の精度を向上させることができる。

[0112] 以下、ステップ S202, S204, S206, S208, S210 は、上述の情報処理装置 40 によるステップ S102, S104, S106, S108, S110 の処理と同じであるため、詳細な説明を省略する場合がある。

[0113] ステップ S202 (信号取得処理) では、情報処理装置 140 は、BPF 130 から取り込まれた最新の所定期間の AE 信号の時系列データを受信バ

ッファ等から取得する。

[0114] ステップS 2 0 2の処理が完了すると、情報処理装置1 4 0は、ステップS 2 0 4に進む。

[0115] ステップS 2 0 4（エネルギー演算処理）では、情報処理装置1 4 0は、A E信号の時系列データに基づき、所定期間におけるA Eのエネルギーを演算し、所定期間におけるA Eのエネルギーの時系列データを出力する。

[0116] ステップS 2 0 4が完了すると、情報処理装置1 4 0は、ステップS 2 0 6及びステップS 2 0 8に進む。

[0117] ステップS 2 0 6（周期性成分抽出処理）では、情報処理装置1 4 0は、A Eのエネルギーの時系列データから周期性成分を抽出する。

[0118] ステップS 2 0 8（周期性除去成分抽出処理）では、情報処理装置1 4 0は、A Eのエネルギーの時系列データから周期性除去成分を抽出する。

[0119] ステップS 2 0 6及びステップS 2 0 8が完了すると、情報処理装置1 4 0は、ステップS 2 1 0に進む。

[0120] ステップS 2 1 0（標準偏差演算処理）では、情報処理装置1 4 0は、ステップS 2 0 6で抽出された、A Eのエネルギーの周期性成分の時系列データの標準偏差 $\sigma 1$ を演算する。同様に、ステップS 2 1 0では、情報処理装置1 4 0は、ステップS 2 0 8で抽出された、A Eのエネルギーの周期性除去成分の時系列データの標準偏差 $\sigma 2$ を演算する。

[0121] ステップS 2 1 0が完了すると、情報処理装置1 4 0は、ステップS 2 1 2に進む。

[0122] 尚、ステップS 2 0 6及びステップS 2 0 8の処理は、直列で処理されてもよい。

[0123] ステップS 2 1 2（診断処理）では、情報処理装置1 4 0は、ステップS 2 1 0で算出された標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ に基づき、メカニカルシール1 5 2 Dにおける漏洩の兆候の有無を診断する。具体的には、情報処理装置1 4 0は、ステップS 2 1 0で算出された標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ と、情報処理装置4 0により設定された診断基準値 $\sigma 1_th$ 、 $\sigma 2_th$ とに基づき、メカニ

カルシール 1 5 2 D における漏洩の兆候の有無を診断する。より具体的には、情報処理装置 1 4 0 は、標準偏差 $\sigma 1$ が診断基準値 $\sigma 1_th$ に対して相対的に大きく、且つ、標準偏差 $\sigma 2$ が診断基準値 $\sigma 2_th$ に対して相対的に大きい場合に、メカニカルシール 1 5 2 D における漏洩の兆候があると診断する。一方、情報処理装置 1 4 0 は、それ以外の場合に、メカニカルシール 1 5 2 D における漏洩の兆候がないと診断する。

[0124] ステップ S 2 1 2 が完了すると、情報処理装置 1 4 0 は、ステップ S 2 1 4 に進む。

[0125] ステップ S 2 1 4（通知処理）では、情報処理装置 1 4 0 は、ステップ S 2 1 2 における診断結果をユーザに通知する。例えば、情報処理装置 1 4 0 は、自身の表示装置や音出力装置等の出力装置を通じて、視覚的な方法や聴覚的な方法によって、診断結果をユーザに通知する。また、情報処理装置 1 4 0 は、通信インタフェースを通じて、ユーザが所持する端末装置（ユーザ端末）に診断結果を送信することにより、ユーザに診断結果を通知してもよい。また、情報処理装置 1 4 0 は、電子メールや SNS（Social Networking Service）等を通じて、ユーザに診断結果を通知してもよい。これにより、監視システム 1 0 0 のユーザは、メカニカルシール 1 5 2 D における漏洩の兆候の有無の診断結果を把握することができる。そのため、例えば、ユーザは、メカニカルシール 1 5 2 D における漏洩の兆候があるとの診断結果を把握すると、メカニカルシール 1 5 2 D の交換に向けて部品の発注や重合反応槽 1 5 0 の運転状況等に応じて、交換のタイミングを調整することができる。

[0126] ステップ S 2 1 4 の処理が完了すると、情報処理装置 1 4 0 は、処理フローを終了する。

[0127] このように、情報処理装置 1 4 0 は、メカニカルシール 1 5 2 D の AE のエネルギーの周期性成分及び周期性除去成分のそれぞれの時系列データの標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ と、診断基準値 $\sigma 1_th$ 、 $\sigma 2_th$ との比較により、メカニカルシール 1 5 2 D における漏洩の兆候の有無を診断することができる。

。

[0128] [メカニカルシールの状態の監視方法の第2例]

次に、図6に加えて、図7、図8を参照して、メカニカルシール152Dの状態の監視方法の第2例について説明する。

[0129] 以下、上述の監視方法の第1例と異なる部分を中心に説明を行い、上述の第1例と同じ或いは対応する内容の説明を省略する場合がある。

[0130] <監視方法の概要>

図7は、メカニカルシール152Dのアコースティックエミッション(AE)のエネルギーの周期性成分、及び周期性除去成分のそれぞれの時系列データの標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ の履歴の時間変化の具体例を示す図である。図7は、それぞれ、互い異なる重合反応槽150におけるメカニカルシール152Dの漏洩が発生するまでのAEのエネルギーの周期性成分、及び周期性除去成分のそれぞれの時系列データの標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ の履歴の時間変化を表す図7A、図7Bを含む。図7Aは、メカニカルシール152DのAEのエネルギーの周期性除去成分の時系列データの標準偏差 $\sigma 2$ の履歴の時間変化のグラフ701と、メカニカルシール152DのAEのエネルギーの周期性成分の時系列データの標準偏差 $\sigma 1$ の履歴の時間変化のグラフ702とを含む。図7Bは、メカニカルシール152DのAEのエネルギーの周期性除去成分の時系列データの標準偏差 $\sigma 2$ の履歴の時間変化のグラフ703と、メカニカルシール152DのAEのエネルギーの周期性成分の時系列データの標準偏差 $\sigma 1$ の履歴の時間変化のグラフ704とを含む。図8は、メカニカルシール152Dにおける漏洩の兆候の有無の監視方法の第2例を説明する図である。具体的には、図8は、メカニカルシール152DのAEのエネルギーの周期性成分の時系列データの標準偏差 $\sigma 1$ の故障に至るまでの時間変化の傾向を表す2次曲線801、及び周期性除去成分の時系列データの標準偏差 $\sigma 2$ の故障に至るまでの時間変化の傾向を表す2次曲線802を模式的に示す図である。

[0131] 尚、グラフ701～704の実線は、それぞれ、標準偏差 $\sigma 1$ 或いは標準

偏差 $\sigma 2$ の履歴のデータの時間変化を近似して表す2次曲線である。

[0132] グラフ702, グラフ704に示すように、標準偏差 $\sigma 1$ の履歴のデータは、時間経過に対する増加傾向が継続し、その後、時間経過に対する減少傾向に移行し、その傾向が継続した後に、メカニカルシール152Dの漏洩に至っていることが分かる。

[0133] そのため、例えば、図8の2次曲線801に示すように、情報処理装置140は、標準偏差 $\sigma 1$ の履歴が時間経過に対する増加傾向の状態801Aから時間経過に対する減少傾向の状態801Bに移行する場合に、メカニカルシール152Dの漏洩の兆候があると診断することができる。

[0134] また、グラフ701, 703に示すように、標準偏差 $\sigma 2$ の履歴のデータは、比較的小さい値を取り、且つ、時間経過に対する変化が比較的小さい状態が継続し、その後、時間経過に対する増加が比較的大きい状態に移行する。そして、標準偏差 $\sigma 2$ の履歴は、時間経過に対する増加が比較的大きい状態から比較的大きい値のピークに達した後、時間経過に対する減少が比較的大きい状態に移行し、その傾向が継続した後、比較的小さい値で、メカニカルシール152Dの漏洩に至ることが分かる。

[0135] そのため、例えば、図8の2次曲線802に示すように、情報処理装置140は、標準偏差 $\sigma 2$ の履歴が時間経過に対する変化が比較的小さい傾向の状態802Aから時間経過に対する増加が比較的大きい傾向の状態802Bに移行する場合に、メカニカルシール152Dの漏洩の兆候があると診断することができる。

[0136] また、グラフ701, 702、及びグラフ703, 704のそれぞれの比較から、標準偏差 $\sigma 1$ の履歴が時間経過に対する増加傾向から減少傾向に移行するタイミングが先にあり、その後、標準偏差 $\sigma 2$ の履歴の時間経過に対する変化が比較的小さい状態から増加が比較的大きい状態に移行するタイミングが後にあることが分かる。

[0137] そのため、例えば、図8の2次曲線801, 802に示すように、情報処理装置140は、標準偏差 $\sigma 1$ の履歴が時間経過に対する増加傾向が継続す

る状態801Aから時間経過に対する減少傾向が継続する状態801Bに移行し、その後、標準偏差 $\sigma 2$ の履歴が時間経過に対する変化の比較的小さい傾向の状態802Aから時間経過に対する増加の比較的大きい傾向の状態802Bに移行する場合に、メカニカルシール152Dの漏洩の兆候があると診断してもよい。これにより、情報処理装置140は、メカニカルシール152Dにおける漏洩の兆候の有無をより確実に診断することができる。

[0138] <処理フロー>

本例に係る監視方法についての処理フローは、上述の第1例の場合と同様に、図6で表されるため、図示を省略し、図6を援用して説明を行う。

[0139] ステップS202, S204, S206, S208, S210は、その処理内容が上述の監視方法の第1例の場合と同様であるため、説明を省略する。

[0140] ステップS210が完了すると、情報処理装置140は、ステップS212に進む。

[0141] ステップS212（診断処理）では、情報処理装置140は、今回のステップS210で算出された標準偏差 $\sigma 1$, $\sigma 2$ を含む標準偏差の履歴のデータに基づき、メカニカルシール152Dにおける漏洩の兆候の有無を診断する。具体的には、情報処理装置140は、過去の処理で既に標準偏差 $\sigma 1$ の履歴のデータについての第1の監視条件が成立しており、且つ、今回の処理で標準偏差 $\sigma 2$ の履歴データについて、第2の監視条件が成立しているか否かを判定する。第1の監視条件は、標準偏差の履歴が時間経過に対する増加傾向の継続する状態から時間経過に対する減少傾向が継続する状態に移行したことを表す条件である。第2の監視条件は、標準偏差 $\sigma 2$ の履歴が時間経過に対する変化の比較的小さい傾向の状態から時間経過に対する増加の比較的大きい傾向の状態に移行したことを表す条件である。

[0142] 例えば、情報処理装置140は、過去の処理で第1の監視条件が成立していない場合、第1の監視条件が成立しているか否かを判定する。情報処理装置140は、第1の監視条件が成立している場合、第1の監視条件が成立済

であることを表すフラグF 1を“0”（未成立）から“1”（成立）に設定し、第1の監視条件が成立していない場合、フラグF 1を初期値の“0”に維持する。そして、情報処理装置140は、メカニカルシール152Dにおける漏洩の兆候はないと診断する。一方、情報処理装置140は、過去の処理で第1の監視条件が成立している場合、即ち、フラグF 1が“1”である場合、第2の監視条件が成立しているか否かを判定する。情報処理装置140は、第2の監視条件が成立している場合、メカニカルシール152Dにおける漏洩の兆候があると診断し、第2の監視条件が成立していない場合、メカニカルシール152Dにおける漏洩の兆候はないと診断する。

[0143] 第1の監視条件は、例えば、標準偏差 $\sigma 1$ の履歴の時間変化を表す近似曲線（例えば、2次曲線）について、直近の所定期間（第1の期間）で減少を継続しており、且つ、第1の期間の前の所定期間（第2の期間）で増加を継続していることである。この場合、情報処理装置140は、例えば、標準偏差 $\sigma 1$ の履歴のデータについての2次曲線近似を行い、近似曲線を取得する。

[0144] 第2の監視条件は、例えば、標準偏差 $\sigma 2$ の履歴の時間変化を表す近似曲線（例えば、2次曲線）について、最新の値が所定の閾値 $TH1$ 以上であり、且つ、過去の全体の期間或いは過去の直近の所定期間の平均値が閾値 $TH2$ （ $< TH1$ ）以下であることである。この場合、情報処理装置140は、例えば、標準偏差 $\sigma 2$ の履歴のデータについての2次曲線近似を行い、近似曲線を取得する。

[0145] ステップS212の処理が完了すると、情報処理装置140は、ステップS214に進む。

[0146] ステップS214は、その処理内容が上述の監視方法の第1例の場合と同様であるため、説明を省略する。

[0147] ステップS214の処理が完了すると、情報処理装置140は、処理フローを終了する。

[0148] このように、情報処理装置140は、メカニカルシール152DのAEの

エネルギーの周期性成分及び周期性除去成分のそれぞれの時系列データの標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ の時間変化の傾向に基づき、メカニカルシール152Dにおける漏洩の兆候の有無を診断することができる。

[0149] [他の実施形態]

次に、他の実施形態について説明する。

[0150] 上述の実施形態には、適宜、変形や変更が加えられてもよい。

[0151] 例えば、上述の実施形態では、診断基準設定システム1において、複数の重合反応槽50のそれぞれに対応するAEセンサ10の測定信号(AE信号)を利用して診断基準が設定されてもよい。

[0152] また、上述の実施形態やその変形・変更の例では、診断基準設定システム1において、実験機としての重合反応槽50に代えて、或いは、加えて、工場等で実際に製品の製造等に使用されている同じ仕様の重合反応槽を用いて、診断基準が設定されてもよい。

[0153] また、上述の実施形態やその変形・変更の例では、診断基準設定システム1において、メカニカルシールを搭載した重合反応槽に代えて、重合反応槽に搭載されたメカニカルシールを模擬した実験装置を用いて、診断基準が設定されてもよい。

[0154] また、上述の実施形態やその変形・変更の例では、診断基準設定システム1において、互いに仕様の異なる複数の重合反応槽に搭載されるメカニカルシールに対応する共通の診断基準が設定されてもよい。この場合、情報処理装置40は、対象の全ての重合反応槽に対応するメカニカルシールのAE信号を利用して、診断基準を設定してもよいし、対象の全ての重合反応槽のうちの一部の重合反応槽に対応するメカニカルシールのAE信号を利用して、診断基準を設定してもよい。例えば、情報処理装置40は、メカニカルシールの使用条件に応じて区分される重合反応槽のグループごとに、診断基準を設定してよい。これにより、診断基準を共通化することが可能な複数の重合反応槽が1つのグループにまとめられ、1つのグループに含まれる複数の重合反応槽に対する共通の診断基準が設定される。メカニカルシールの使用条

件に応じて区分されるグループとは、例えば、重合反応槽の攪拌機の回転軸の材質で区分されるグループである。重合反応槽の攪拌機の回転軸の材質で区分されるグループには、例えば、攪拌機の回転軸が機械加工の金属部品のみで構成されるグループやガラスや樹脂等の焼成加工の部品を含むグループ等が含まれる。

[0155] また、上述の実施形態やその変形・変更の例では、診断基準設定システム 1 において、重合反応槽とは異なる機器に搭載されるメカニカルシールにおける漏洩の兆候の有無を診断するための診断基準が設定されてもよい。

[0156] また、上述の実施形態やその変形・変更の例では、診断基準設定システム 1 において、メカニカルシールとは異なる対象物の故障の兆候の有無を診断するための診断基準が設定されてもよい。例えば、情報処理装置 40 は、所定の回転機械に搭載される軸受の AE 信号に基づき、軸受の故障の兆候の有無を診断するための診断基準を設定してよい。

[0157] また、上述の実施形態やその変形・変更の例では、診断基準設定システム 1 において、診断基準値 $\sigma 1$ [t/h]、 $\sigma 2$ [t/h] のうちの何れか一方のみが設定され、何れか他方の診断基準値の設定が省略されてもよい。この場合、情報処理装置 140 は、設定された何れか一方の診断基準値を用いて、メカニカルシール 152D の AE のエネルギーの周期性成分及び周期性除去成分の時系列の信号のうちの何れか一方の成分の時系列の信号のみに基づき、メカニカルシール 152D における漏洩の兆候の有無を診断する。また、この場合、図 3 のステップ S106、S108 の処理の何れか一方、及び図 6 のステップ S206、S208 の処理の何れか一方が省略される。

[0158] また、上述の実施形態やその変形・変更の例では、情報処理装置 40 は、診断基準を設定するのに代えて、標準偏差 $\sigma 1$ 及び標準偏差 $\sigma 2$ の少なくとも一方の履歴データに基づき、学習済みモデルを生成してもよい。この場合、学習済みモデルは、対象物の AE のエネルギーの周期性成分の標準偏差 $\sigma 1$ 及び周期性除去成分の標準偏差 $\sigma 2$ の少なくとも一方に基づき、対象物の故障の兆候の有無を分類する分類器に相当する。これにより、情報処理装置 1

40は、対象物のAEのエネルギーの周期性成分の標準偏差 $\sigma 1$ 及び周期性除去成分の標準偏差 $\sigma 2$ の少なくとも一方に基づき、学習済みモデルを用いて、対象物の故障の兆候の有無を診断することができる。

[0159] また、上述の実施形態の監視方法の第2例の処理フロー（図6）では、標準偏差 $\sigma 1$ 、 $\sigma 2$ の何れか一方のみに基づき、メカニカルシール152Dにおける漏洩の兆候が診断されてもよい。この場合、図6のステップS206、S208の処理の何れか一方が省略される。

[0160] また、上述の実施形態やその変形・変更の例では、情報処理装置40と情報処理装置140とは同じ情報処理装置であってもよい。即ち、共通の情報処理装置によって、診断基準の設定、及び設定した診断基準に基づく対象物の状態の監視が行われてもよい。

[0161] また、上述の実施形態やその変形・変更の例では、診断基準設定システム1において、増幅回路20及びBPF30の少なくとも一方が省略されてもよい。同様に、監視システム100において、増幅回路120及びBPF130の少なくとも一方が省略されてもよい。

[0162] [作用]

次に、本実施形態に係る情報処理装置及び情報処理方法の作用について説明する。

[0163] 本実施形態の第1の態様では、情報処理装置は、対象物のアコースティックエミッション（AE）の時系列の測定信号を取得する。情報処理装置は、例えば、上述の情報処理装置40や情報処理装置140である。対象物は、例えば、上述のメカニカルシール52Dやメカニカルシール152Dである。また、情報処理装置は、前記測定信号に基づき、前記対象物のAEのエネルギーを算出する。また、情報処理装置は、前記エネルギーの時系列の信号から周期性を有する第2の成分を除去した第1の成分の時系列の信号、又は前記第2の成分の時系列の信号を抽出する。第1の成分は、例えば、上述の周期性除去成分である。第2の成分は、例えば、上述の周期性成分である。そして、情報処理装置は、前記第1の成分の時系列の信号、又は前記第2の成分

の時系列の信号のばらつきに関する指標値を算出する。前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値は、例えば、上述の標準偏差 $\sigma 2$ である。前記第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値は、例えば、上述の標準偏差 $\sigma 1$ である。

[0164] また、本実施形態の第 1 の態様では、情報処理方法は、取得ステップと、エネルギー算出ステップと、第 1 の抽出ステップと、ばらつき算出ステップと、を含む。取得ステップは、例えば、上述のステップ S 102 やステップ S 202 である。エネルギー算出ステップは、例えば、上述のステップ S 104 やステップ S 204 である。第 1 の抽出ステップは、上述のステップ S 108 やステップ S 208 或いはステップ S 206 である。ばらつき算出ステップは、上述のステップ S 110 やステップ S 210 である。具体的には、前記取得ステップでは、情報処理装置が、前記対象物の A E の時系列の測定信号を取得する。また、前記エネルギー算出ステップでは、情報処理装置が、前記測定信号に基づき、前記対象物の A E のエネルギーを算出する。また、前記第 1 の抽出ステップでは、情報処理装置が、前記エネルギーの時系列の信号から周期性を有する第 2 の成分を除去した、第 1 の成分の時系列の信号、又は前記第 2 の成分の時系列の信号を抽出する。そして、前記ばらつき算出ステップでは、情報処理装置が、前記第 1 の成分の時系列の信号、又は前記第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値を算出する。

[0165] これにより、情報処理装置は、対象物の A E のエネルギーの第 1 の成分の時系列の信号、又は第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値を算出することができる。そのため、例えば、情報処理装置は、その指標値に基づき、対象物の状態を比較的容易に監視することができる。また、例えば、情報処理装置は、その指標値に対する基準値を設定し、指標値と基準値との比較に基づく対象物の状態のより容易な監視を実現することができる。

[0166] また、本実施形態の第 2 の態様では、上述の第 1 の態様を前提として、情報処理方法は、第 2 の抽出ステップを含んでもよい。第 2 の抽出ステップは、例えば、上述のステップ S 106 やステップ S 206 である。具体的には

、第1の抽出ステップでは、前記第1の成分の時系列の信号を抽出してもよい。また、第2の抽出ステップでは、情報処理装置が前記エネルギーの時系列の信号から前記第2の成分の時系列の信号を抽出してもよい。そして、前記ばらつき算出ステップでは、前記第1の成分の時系列の信号、及び前記第2の成分の時系列の信号の双方のばらつきに関する指標値を算出してもよい。

[0167] これにより、情報処理装置は、対象物のAEのエネルギーの第1の成分及び第2の成分の双方の時系列の信号のばらつきに関する指標値を算出することができる。そのため、例えば、情報処理装置は、双方の指標値に基づき、対象物の状態を比較的容易に監視することができる。また、例えば、情報処理装置は、双方の指標値のそれぞれに対する基準値を設定することにより、指標値と基準値との比較に基づく対象物の状態のより容易な監視を実現することができる。

[0168] また、本実施形態の第3の態様では、上述の第1の態様を前提として、情報処理方法は、情報処理装置が、前記第1の成分の時系列の信号、又は前記第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴の時間変化の傾向に基づき、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候の有無を診断する診断ステップを含んでもよい。

[0169] これにより、情報処理装置は、対象物のAEエネルギーの第1の成分の時系列の信号、又は第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値に基づき、所定の機器に搭載される対象物の故障の兆候の有無を容易に監視することができる。

[0170] また、本実施形態の第4の態様では、上述の第2の態様を前提として、情報処理方法は、情報処理装置が、前記第1の成分の時系列の信号、及び前記第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴の双方の時間変化の傾向に基づき、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候の有無を診断する診断ステップを含んでもよい。

[0171] これにより、情報処理装置は、対象物のAEエネルギーの第1の成分の時系列の信号、及び第2の成分の時系列の信号の双方のばらつきに関する指標値

に基づき、所定の機器に搭載される対象物の故障の兆候の有無を容易に監視することができる。

[0172] また、本実施形態の第5の態様では、上述の第3の態様を前提として、前記診断ステップでは、前記第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴が時間経過に対する増加傾向から時間経過に対する減少傾向に移行する場合に、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候があると診断してもよい。

[0173] これにより、情報処理装置は、対象物のAEエネルギーの第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値に基づき、所定の機器に搭載される対象物の故障の兆候の有無を容易に監視することができる。

[0174] また、本実施形態の第6の態様では、上述の第3の態様を前提として、前記診断ステップでは、前記第1の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴が時間経過に対する変化が相対的に小さい状態から時間経過に対する変化が相対的に大きい状態に移行する場合に、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候があると診断してもよい。

[0175] これにより、情報処理装置は、対象物のAEエネルギーの第1の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値に基づき、所定の機器に搭載される対象物の故障の兆候の有無を容易に監視することができる。

[0176] また、本実施形態の第7の態様では、上述の第4の態様を前提として、前記診断ステップでは、前記第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴が時間経過に対する増加傾向から時間経過に対する減少傾向に移行し、その後、前記第1の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴が時間経過に対する変化が相対的に小さい状態から時間経過に対する増加が相対的に大きい状態に移行する場合に、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候があると診断してもよい。

[0177] これにより、情報処理装置は、対象物のAEエネルギーの第1の成分の時系列の信号、及び第2の成分の時系列の信号の双方のばらつきに関する指標値に基づき、所定の機器に搭載される対象物の故障の兆候の有無を容易に監視

することができる。

[0178] また、本実施形態の第8の態様では、上述の第1の態様を前提として、情報処理方法は、設定ステップを含んでもよい。設定ステップは、例えば、上述のステップS116である。具体的には、前記設定ステップでは、情報処理装置が、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候の有無を判断するための基準値を設定する。情報処理装置は、例えば、上述の情報処理装置40である。所定の機器は、例えば、上述の重合反応槽50である。対象物は、例えば、上述のメカニカルシール52Dである。また、前記取得ステップでは、前記所定の機器に搭載される前記対象物のAEの複数の前記測定信号であって、前記対象物の故障の発生前の状況での前記測定信号及び前記対象物の故障の発生後の状況での前記測定信号の双方を含む複数の前記測定信号を取得してもよい。また、前記エネルギー算出ステップでは、前記取得ステップで取得される、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーを算出してもよい。また、前記第1の抽出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーの時系列の信号から前記第1の成分を抽出してもよい。また、前記ばらつき算出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第1の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値を算出してもよい。そして、前記設定ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第1の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値のうち、前記対象物の故障の発生前の状況での前記測定信号に対応する前記第1の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の分布と、前記対象物の故障の発生後の状況での前記測定信号に対応する前記第1の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の分布とに基づき、前記第1の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値に対する第1の基準値を設定してもよい。第1の基準値は、例えば、上述の診断基準値 σ_{2_th} である。

[0179] これにより、情報処理装置は、対象物の故障の兆候の有無を判断するための、AEのエネルギーの第1の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値

に対する第1の基準値を設定することができる。そのため、情報処理装置は、AEのエネルギーの第1の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値と第1の基準値との比較に基づく対象物の故障の兆候の有無の監視を実現することができる。

[0180] また、本実施形態の第9の態様では、上述の第2の態様を前提として、情報処理装置が、設定ステップを含んでもよい。具体的には、前記設定ステップでは、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候の有無を判断するための基準値を設定してよい。また、前記取得ステップでは、前記所定の機器に搭載される前記対象物のAEの複数の前記測定信号であって、前記対象物の故障の発生前の状況での前記測定信号及び前記対象物の故障の発生後の状況での前記測定信号の双方を含む複数の前記測定信号を取得してもよい。また、前記エネルギー算出ステップでは、前記取得ステップで取得される、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーを算出してもよい。また、前記第1の抽出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーの時系列の信号から前記第1の成分を抽出してもよい。また、前記第2の抽出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーの時系列の信号から前記第1の成分を除去した前記第2の成分の時系列の信号を抽出してもよい。また、前記ばらつき算出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第1の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値を算出し、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値を算出してもよい。そして、前記設定ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第1の成分及び前記第2の成分の双方の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の組み合わせのうち、前記対象物の故障の発生前の状況での前記測定信号に対応する前記第1の成分及び前記第2の成分の双方の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の組み合わせの分布と、前記対象物の故障の発生後の状況での前記測定信号に対応する前記第1の成分及び前記第2の成分の時系列の信号の前記指標値の組み合わせの分布とに基

づき、前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値に対する第 1 の基準値、及び前記第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値に対する第 2 の基準値を設定してもよい。第 1 の基準値、及び第 2 の基準値は、例えば、上述の診断基準値 $\sigma 2$ ___ t h 及び診断基準値 $\sigma 1$ ___ t h のそれぞれである。

[0181] これにより、情報処理装置は、対象物の故障の兆候の有無を判断するための第 1 の基準値及び第 2 の基準値であって、A E のエネルギーの第 1 の成分及び第 2 の成分のそれぞれの時系列の信号のばらつきに関する指標値に対する第 1 の基準値及び第 2 の基準値を設定することができる。そのため、情報処理装置は、A E のエネルギーの第 1 の成分及び第 2 の成分のそれぞれの時系列の信号のばらつきに関する指標値と、第 1 の基準値及び第 2 の基準値のそれぞれとの比較に基づく対象物の故障の兆候の有無の監視を実現することができる。

[0182] また、本実施形態の第 10 の態様では、上述の第 8 の態様を前提として、複数の前記測定信号は、同一の前記所定の機器についての異なるタイミングでの前記測定信号の集まりであってもよい。そして、前記設定ステップでは、前記対象物の故障の発生後の最初に記録された前記測定信号のタイミングから所定時間だけ遡ったタイミングでの前記測定信号に対応する前記第 1 の成分の信号のばらつきに関する前記指標値に基づき、前記第 1 の基準値を設定してもよい。

[0183] これにより、情報処理装置は、同一の所定の機器についての対象物の A E のエネルギーの第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値の経時変化に基づき、対象物の故障の発生時の兆候の有無を判断するための第 1 の基準値を適切に設定することができる。

[0184] また、本実施形態の第 11 の態様では、上述の第 9 の態様を前提として、複数の前記測定信号は、同一の前記所定の機器についての異なるタイミングでの測定信号の集まりであってもよい。そして、前記設定ステップでは、前記対象物の故障の発生後の最初に記録された前記測定信号のタイミングから

所定時間だけ遡ったタイミングでの前記測定信号に対応する前記第 1 の成分の信号のばらつきに関する前記指標値に基づき、前記第 1 の基準値を設定し、前記対象物の故障の発生後の最初に記録された前記測定信号に対応する前記第 2 の成分の信号のばらつきに関する前記指標値に基づき、前記第 2 の基準値を設定してもよい。

[0185] これにより、情報処理装置は、同一の所定の機器についての対象物の A E のエネルギーの第 1 の成分及び第 2 の成分のそれぞれの時系列の信号のばらつきに関する指標値の経時変化に基づき、対象物の故障の発生の兆候の有無を判断するための第 1 の基準値及び第 2 の基準値を適切に設定することができる。

[0186] また、本実施形態の第 1 2 の態様では、上述の第 8 乃至第 1 1 の態様の何れか 1 つの態様を前提として、前記設定ステップでは、前記対象物の使用条件に応じて区分される、複数の前記所定の機器に関するグループごとに、前記対象物の故障の兆候の有無を判断するための基準値を設定してもよい。

[0187] これにより、情報処理装置は、複数の所定の機器のグループごとに、その使用条件に合わせた基準値を設定することができる。そのため、情報処理装置は、複数の所定の機器のグループごとの対象物の故障の兆候の有無の判断の精度を向上させることができる。

[0188] また、本実施形態の第 1 3 の態様では、上述の第 3 乃至第 1 2 の態様の何れか 1 つの態様を前提として、前記所定の機器は、重合反応槽であってもよい。そして、前記対象物は、軸封用のメカニカルシールであってもよい。

[0189] これにより、情報処理装置は、重合反応槽に搭載される軸封用のメカニカルシールにおける内容物の漏洩の故障の兆候の有無を判断するための基準値を設定することができる。

[0190] また、本実施形態の第 1 4 の態様では、上述の第 1 3 の態様を前提として、前記取得ステップでは、前記重合反応槽におけるプロセス反応前のタイミングで記録された前記測定信号を取得してもよい。

[0191] これにより、情報処理装置は、重合反応槽の内部でのプロセス反応の影響

による外乱が測定信号に重畳するような事態を防止し、基準値の設定に関する精度向上を図ることができる。

[0192] 以上、実施形態を説明したが、特許請求の範囲の趣旨及び範囲から逸脱することなく、形態や詳細の多様な変更が可能なが理解されるであろう。

[0193] 最後に、本願は、2023年7月3日出願した日本国特許出願2023-109624号に基づく優先権を主張するものであり、日本国特許出願の全内容を本願に参照により援用する。

符号の説明

[0194] 1 診断基準設定システム

10 アコースティックエミッションセンサ

40 情報処理装置

50 重合反応槽

51 槽本体

52 攪拌機

52D メカニカルシール

52D1 固定環

52D2 回転環

100 監視システム

110 アコースティックエミッションセンサ

140 情報処理装置

150 重合反応槽

151 槽本体

152 攪拌機

152D メカニカルシール

152D1 固定環

152D2 回転環

請求の範囲

- [請求項1] 情報処理装置が、対象物のアコースティックエミッションの時系列の測定信号を取得する取得ステップと、
- 情報処理装置が、前記測定信号に基づき、前記対象物のアコースティックエミッションのエネルギーを算出するエネルギー算出ステップと、
- 情報処理装置が、前記エネルギーの時系列の信号から周期性を有する第2の成分を除去した、第1の成分の時系列の信号、又は前記第2の成分の時系列の信号を抽出する第1の抽出ステップと、
- 情報処理装置が、前記第1の成分の時系列の信号、又は前記第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値を算出するばらつき算出ステップと、を含む、
- 情報処理方法。
- [請求項2] 情報処理装置が、前記エネルギーの時系列の信号から前記第2の成分の時系列の信号を抽出する第2の抽出ステップを含み、
- 前記第1の抽出ステップでは、前記第1の成分の時系列の信号を抽出し、
- 前記ばらつき算出ステップでは、前記第1の成分の時系列の信号、及び前記第2の成分の時系列の信号の双方のばらつきに関する指標値を算出する、
- 請求項1に記載の情報処理方法。
- [請求項3] 情報処理装置が、前記第1の成分の時系列の信号、又は前記第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴の時間変化の傾向に基づき、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候の有無を診断する診断ステップを含む、
- 請求項1に記載の情報処理方法。
- [請求項4] 情報処理装置が、前記第1の成分の時系列の信号、及び前記第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴の双方の時間変化の傾向に基づき、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の

兆候の有無を診断する診断ステップを含む、

請求項 2 に記載の情報処理方法。

[請求項5] 前記診断ステップでは、前記第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴が時間経過に対する増加傾向から時間経過に対する減少傾向に移行する場合に、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候があると診断する、

請求項 3 に記載の情報処理方法。

[請求項6] 前記診断ステップでは、前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴が時間経過に対する変化が相対的に小さい状態から時間経過に対する増加が相対的に大きい状態に移行する場合に、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候があると診断する、

請求項 3 に記載の情報処理方法。

[請求項7] 前記診断ステップでは、前記第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴が時間経過に対する増加傾向から時間経過に対する減少傾向に移行し、その後、前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の履歴が時間経過に対する変化が相対的に小さい状態から時間経過に対する増加が相対的に大きい状態に移行する場合に、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候があると診断する、

請求項 4 に記載の情報処理方法。

[請求項8] 情報処理装置が、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候の有無を判断するための基準値を設定する設定ステップを含み、

前記取得ステップでは、前記所定の機器に搭載される前記対象物のアコースティックエミッションの複数の前記測定信号であって、前記対象物の故障の発生前の状況での前記測定信号及び前記対象物の故障の発生後の状況での前記測定信号の双方を含む複数の前記測定信号を取得し、

前記エネルギー算出ステップでは、前記取得ステップで取得される、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーを算出し、

前記第 1 の抽出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーの時系列の信号から前記第 1 の成分を抽出し、

前記ばらつき算出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値を算出し、

前記設定ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値のうち、前記対象物の故障の発生前の状況での前記測定信号に対応する前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の分布と、前記対象物の故障の発生後の状況での前記測定信号に対応する前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の分布とに基づき、前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値に対する第 1 の基準値を設定する、

請求項 1 に記載の情報処理方法。

[請求項9]

情報処理装置が、所定の機器に搭載される前記対象物の故障の兆候の有無を判断するための基準値を設定する設定ステップを含み、

前記取得ステップでは、前記所定の機器に搭載される前記対象物のアコースティックエミッションの複数の前記測定信号であって、前記対象物の故障の発生前の状況での前記測定信号及び前記対象物の故障の発生後の状況での前記測定信号の双方を含む複数の前記測定信号を取得し、

前記エネルギー算出ステップでは、前記取得ステップで取得される、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーを算出し、

前記第 1 の抽出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記エネルギーの時系列の信号から前記第 1 の成分を抽出し、

前記第 2 の抽出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対

応する前記エネルギーの時系列の信号から前記第 1 の成分を除去した前記第 2 の成分の時系列の信号を抽出し、

前記ばらつき算出ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値を算出し、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値を算出し、

前記設定ステップでは、複数の前記測定信号のそれぞれに対応する前記第 1 の成分及び前記第 2 の成分の双方の時系列の信号の前記指標値の組み合わせのうち、前記対象物の故障の発生前の状況での前記測定信号に対応する前記第 1 の成分及び前記第 2 の成分の双方の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の組み合わせの分布と、前記対象物の故障の発生後の状況での前記測定信号に対応する前記第 1 の成分及び前記第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値の分布とに基づき、前記第 1 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値に対する第 1 の基準値、及び前記第 2 の成分の時系列の信号のばらつきに関する前記指標値に対する第 2 の基準値を設定する、

請求項 2 に記載の情報処理方法。

[請求項10] 複数の前記測定信号は、同一の前記所定の機器についての異なるタイミングでの前記測定信号の集まりであり、

前記設定ステップでは、前記対象物の故障の発生後の最初に記録された前記測定信号のタイミングから所定時間だけ遡ったタイミングでの前記測定信号に対応する前記第 1 の成分の信号のばらつきに関する前記指標値に基づき、前記第 1 の基準値を設定する、

請求項 8 に記載の情報処理方法。

[請求項11] 複数の前記測定信号は、同一の前記所定の機器についての異なるタイミングでの前記測定信号の集まりであり、

前記設定ステップでは、前記対象物の故障の発生後の最初に記録さ

れた前記測定信号のタイミングから所定時間だけ遡ったタイミングでの前記測定信号に対応する前記第1の成分の信号のばらつきに関する前記指標値に基づき、前記第1の基準値を設定し、前記対象物の故障の発生後の最初に記録された前記測定信号に対応する前記第2の成分の信号のばらつきに関する前記指標値に基づき、前記第2の基準値を設定する、

請求項9に記載の情報処理方法。

[請求項12] 前記設定ステップでは、前記対象物の使用条件に応じて区分される、複数の前記所定の機器に関するグループごとに、前記対象物の故障の兆候の有無を判断するための基準値を設定する、

請求項8乃至11の何れか一項に記載の情報処理方法。

[請求項13] 前記所定の機器は、重合反応槽であり、
前記対象物は、軸封用のメカニカルシールである、
請求項3乃至12の何れか一項に記載の情報処理方法。

[請求項14] 前記取得ステップでは、前記重合反応槽におけるプロセス反応前のタイミングで記録された前記測定信号を取得する、
請求項13に記載の情報処理方法。

[請求項15] 対象物のアコースティックエミッションの時系列の測定信号を取得し、

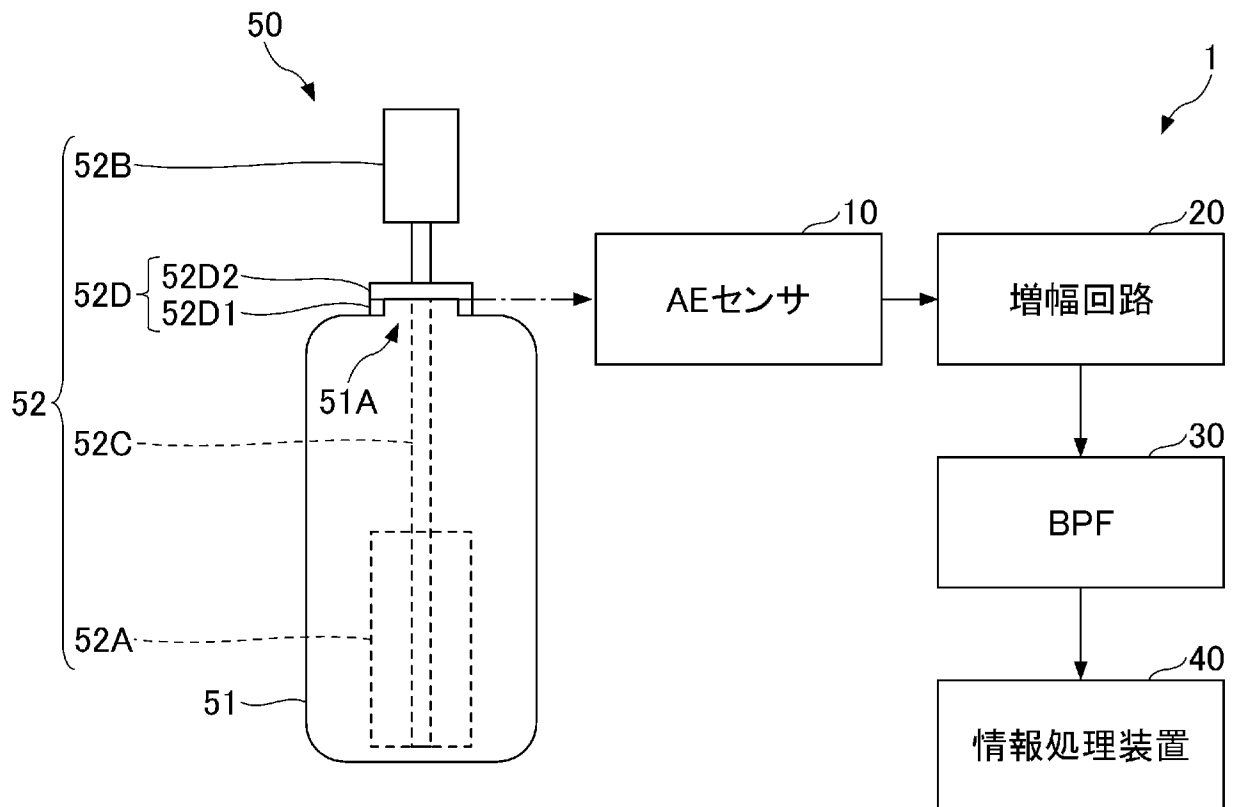
前記測定信号に基づき、アコースティックエミッションのエネルギーを算出し、

前記エネルギーの時系列の信号から周期性を有する第2の成分を除去した第1の成分の時系列の信号、又は前記第2の成分の時系列の信号を抽出し、

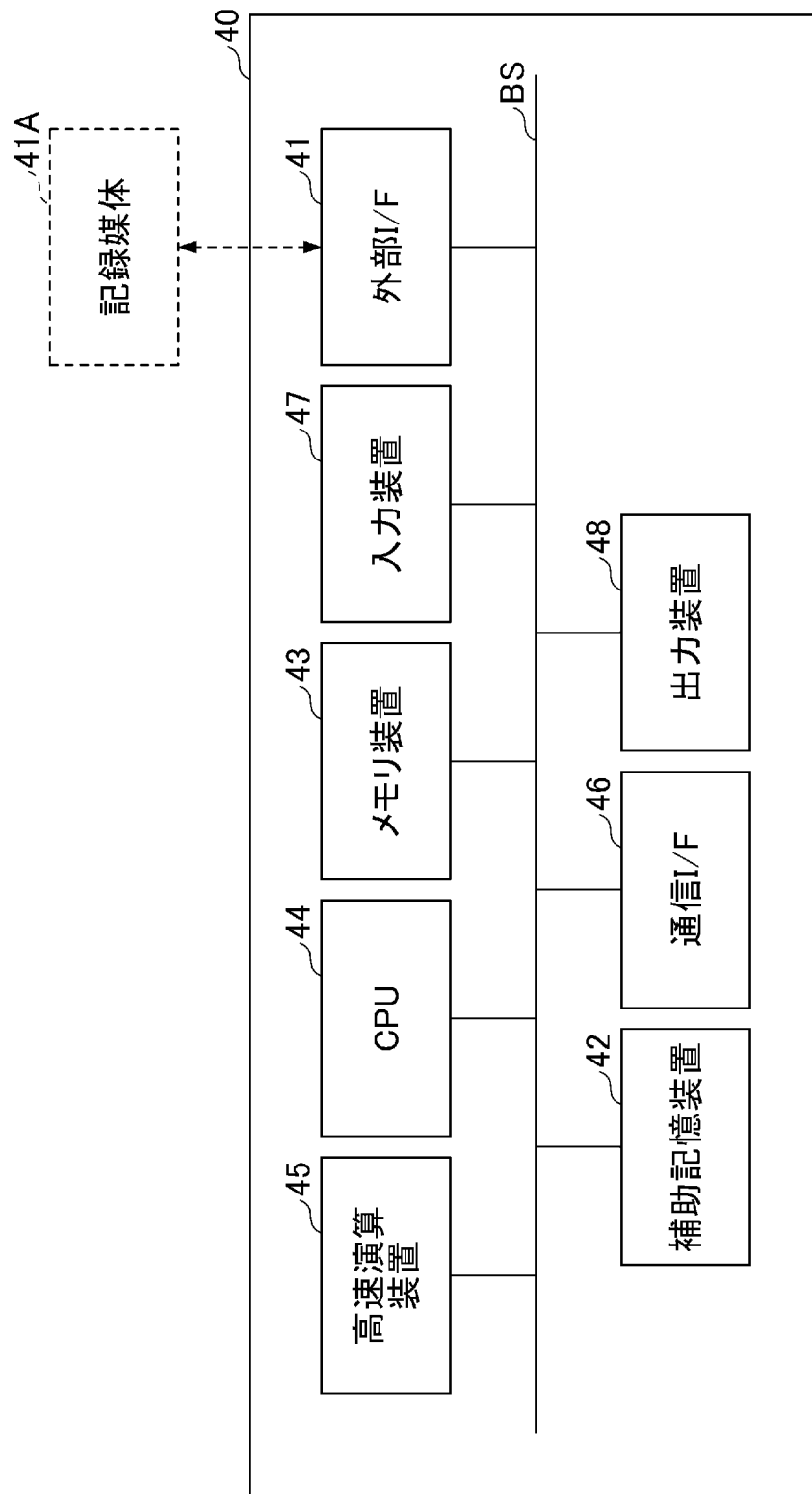
前記第1の成分の時系列の信号、又は前記第2の成分の時系列の信号のばらつきに関する指標値を算出する、

情報処理装置。

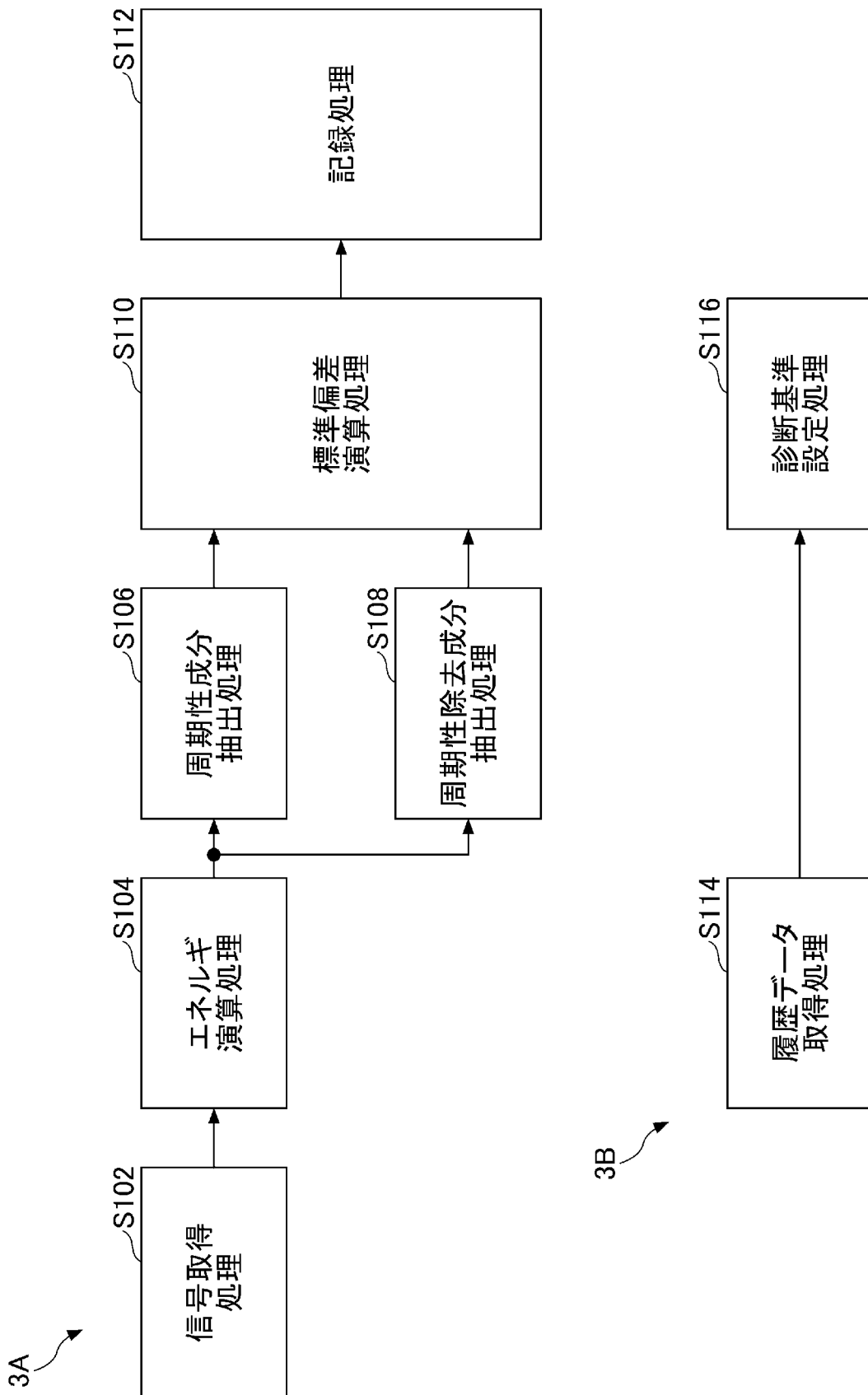
[図1]



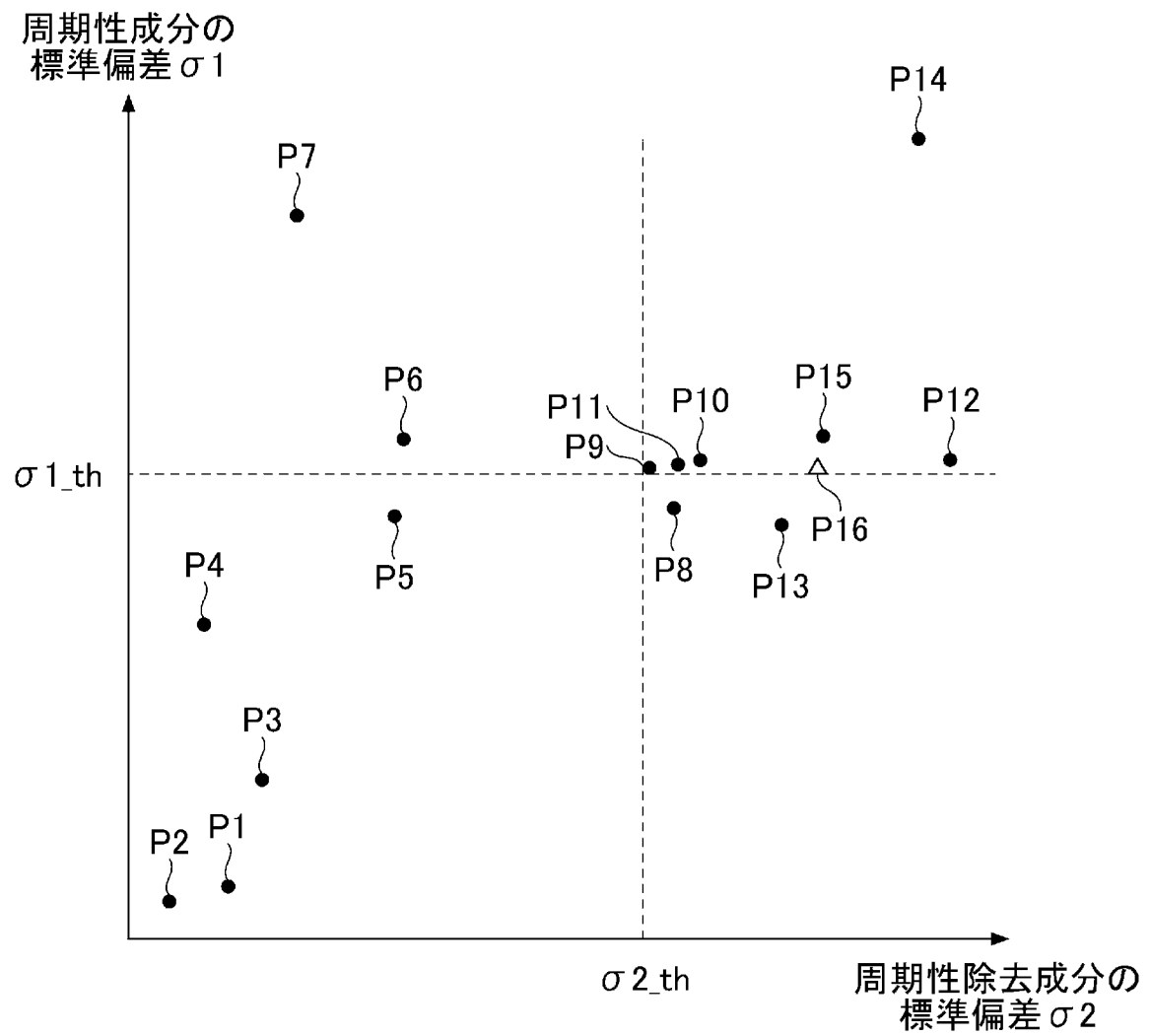
[図2]



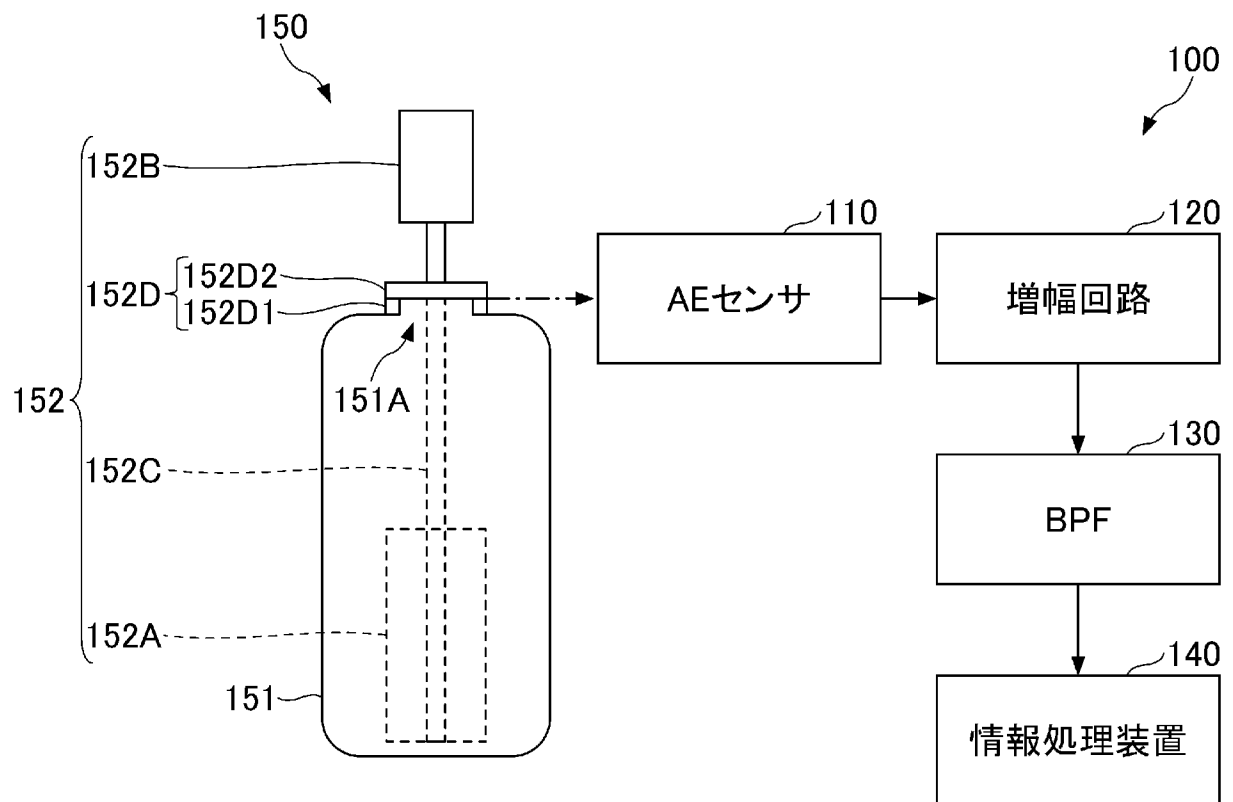
[図3]



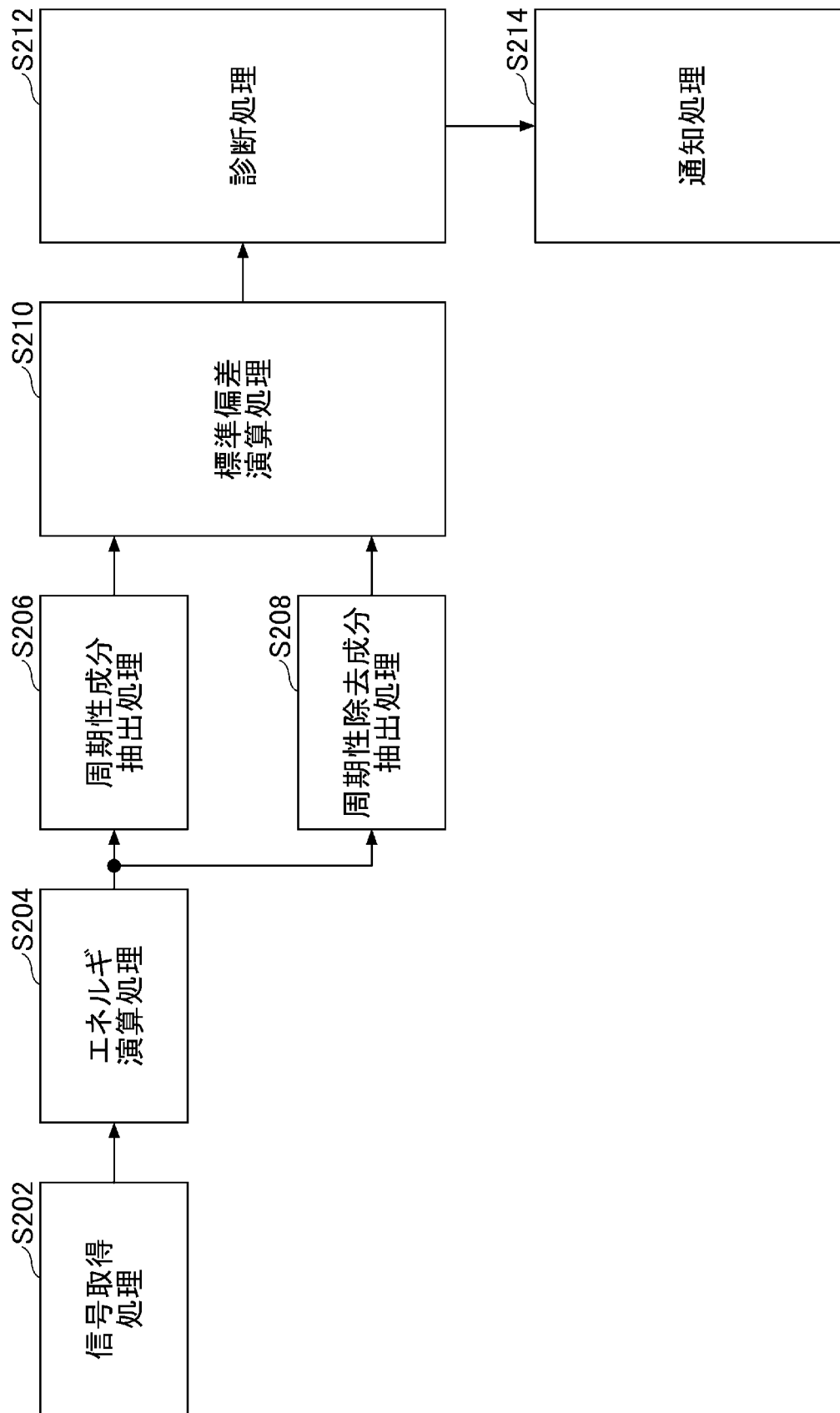
[図4]



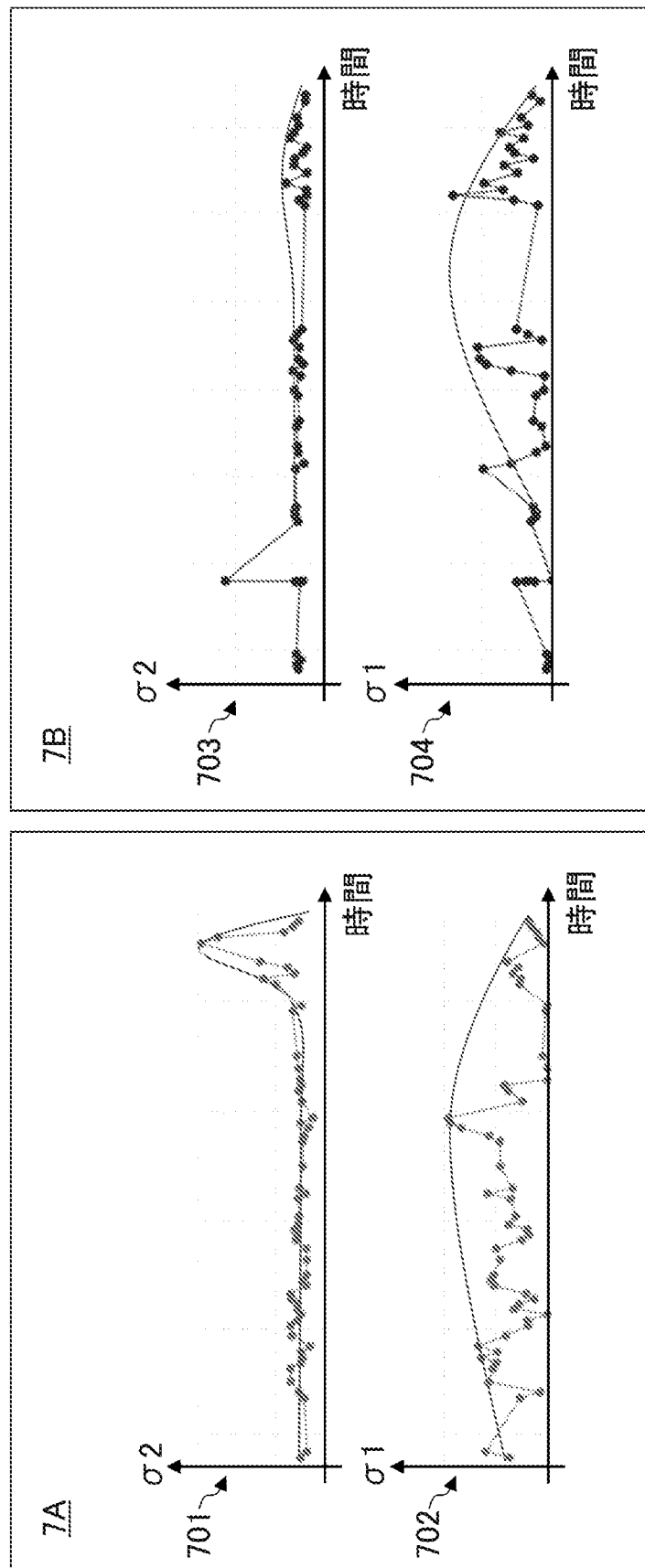
[図5]



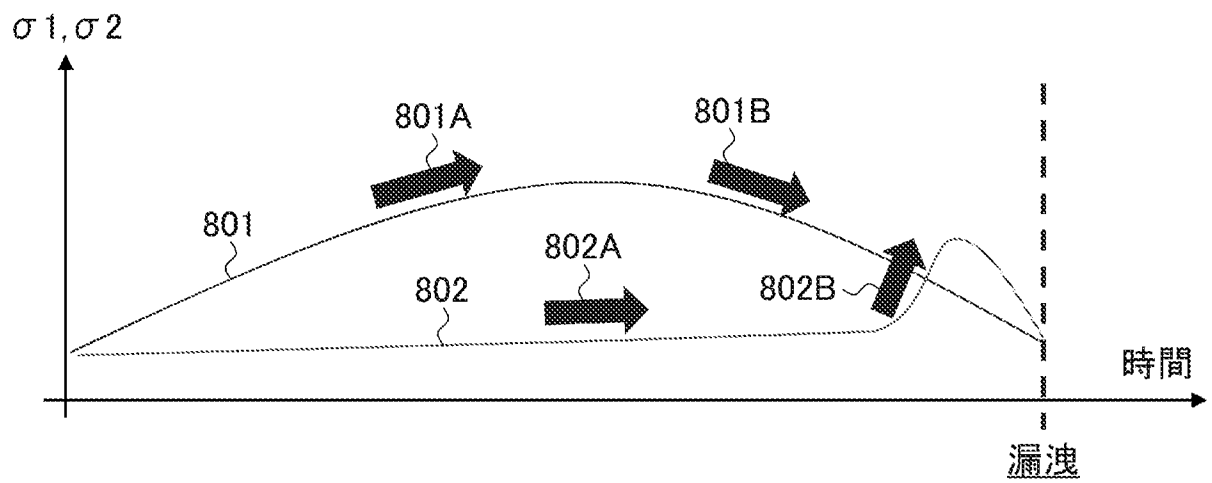
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/023996

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01M 99/00 (2011.01)i FI: G01M99/00 Z According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01H1/00-17/00; G01M13/00-13/045; G01M99/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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 5143863 B2 (JFE ADVANTECH CO., LTD.) 13 February 2013 (2013-02-13) entire text, all drawings	1-15
A	JP 2023-86039 A (MITSUBISHI HEAVY IND MACH SYSTEMS LTD.) 21 June 2023 (2023-06-21) entire text, all drawings	1-15
A	JP 2022-52947 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 05 April 2022 (2022-04-05) entire text, all drawings	1-15
A	JP 2018-159622 A (NTN CORPORATION) 11 October 2018 (2018-10-11) entire text, all drawings	1-15
A	US 2021/0208021 A1 (TSINGHUA UNIVERSITY) 08 July 2021 (2021-07-08) entire text, all drawings	1-15
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 09 September 2024		Date of mailing of the international search report 24 September 2024
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/JP2024/023996

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
JP	5143863	B2	13 February 2013	KR	10-2011-0132236	A
JP	2023-86039	A	21 June 2023	EP	4357751	A1
				entire text, all drawings		
				WO	2023/105999	A1
				CN	117677829	A
JP	2022-52947	A	05 April 2022	US	2022/0091070	A1
				entire text, all drawings		
				DE	102021209174	A1
JP	2018-159622	A	11 October 2018	WO	2018/173831	A1
				entire text, all drawings		
US	2021/0208021	A1	08 July 2021	WO	2020/006971	A1
				CN	108956043	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G01M 99/00(2011.01)i
FI: G01M99/00 Z

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

G01H1/00-17/00; G01M13/00-13/045; G01M99/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2024年
日本国実用新案登録公報 1996-2024年
日本国登録実用新案公報 1994-2024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 5143863 B2（JFEアドバンテック株式会社）13.02.2013（2013-02-13） 全文、全図	1-15
A	JP 2023-86039 A（三菱重工機械システム株式会社）21.06.2023（2023-06-21） 全文、全図	1-15
A	JP 2022-52947 A（株式会社東芝）05.04.2022（2022-04-05） 全文、全図	1-15
A	JP 2018-159622 A（NTN株式会社）11.10.2018（2018-10-11） 全文、全図	1-15
A	US 2021/0208021 A1（TSINGHUA UNIVERSITY）08.07.2021（2021-07-08） 全文、全図	1-15

☐ 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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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
09.09.2024

国際調査報告の発送日
24.09.2024

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）

中村 圭伸 2J 9020

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/023996

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	5143863	B2	13.02.2013	KR	10-2011-0132236	A	
JP	2023-86039	A	21.06.2023	EP	4357751	A1	
				全文, 全図			
				WO	2023/105999	A1	
				CN	117677829	A	
JP	2022-52947	A	05.04.2022	US	2022/0091070	A1	
				全文, 全図			
				DE	102021209174	A1	
JP	2018-159622	A	11.10.2018	WO	2018/173831	A1	
				全文, 全図			
US	2021/0208021	A1	08.07.2021	WO	2020/006971	A1	
				CN	108956043	A	