

(19) 日本国特許庁(JP)

## 再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02020/162425

発行日 令和3年12月9日(2021.12.9)

(43) 国際公開日 令和2年8月13日(2020.8.13)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)	
<b>GO 1 M 99/00</b>	<b>(2011.01)</b>	GO 1 M	99/00	Z	2 G 0 2 4
<b>GO 1 H 17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 H	17/00	C	2 G 0 6 4

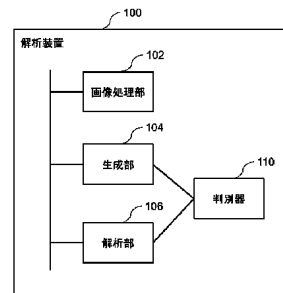
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 38 頁)

出願番号	特願2020-571198 (P2020-571198)	(71) 出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(21) 国際出願番号	PCT/JP2020/004042	(74) 代理人	100110928 弁理士 速水 進治
(22) 国際出願日	令和2年2月4日(2020.2.4)	(72) 発明者	大西 康晴 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2019-19068 (P2019-19068)	(72) 発明者	福田 靖行 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
(32) 優先日	平成31年2月5日(2019.2.5)	Fターム(参考)	2G024 AD01 AD08 BA11 CA13 FA04 FA06 FA11 2G064 AA01 AA11 AB01 AB02 BA02 BD02 CC41 CC42 DD02
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 解析装置、解析方法、およびプログラム

## (57) 【要約】

解析装置(100)は、生産設備(10)に設けられた振動センサの検出結果を画像化する画像処理部(102)と、画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器(110)を生成する生成部(104)と、判別器(110)を用いて生産設備(10)の状態解析処理を行う解析部(106)と、を備える。



100 Analysis device  
102 Image processing unit  
104 Generation unit  
106 Analysis unit  
110 Discriminator

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

生産設備に設けられた振動センサの検出結果を画像化する画像処理手段と、  
前記画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器を生成する生成手段と、  
前記判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う解析手段と、を備える解析装置

。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の解析装置において、

前記検出結果が示す前記振動センサの振動の特徴解析処理を行い、閾値を用いて前記生産設備の異常判定処理を行う判定手段と、

10

前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出する抽出手段と、をさらに備え、

前記生成手段は、抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け、前記閾値を更新し、

前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、解析装置。

**【請求項 3】**

生産設備に設けられた振動センサの検出結果に基づいて当該生産設備の異常判定処理を第 1 の判別器を用いて行う判定手段と、

前記第 1 の判別器により正常か異常かの判別ができなかった前記検出結果を画像化する画像処理手段と、

20

前記画像化したデータを機械学習処理の対象として第 2 の判別器を生成する生成手段と

、

前記第 2 の判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う解析手段と、

を備える、

解析装置。

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載の解析装置において、

前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出する抽出手段をさらに備え、

前記生成手段は、抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け前記第 1 の判別器を更新し、

30

前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、解析装置。

**【請求項 5】**

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の解析装置において、

前記生成手段は、前記状態解析処理により正常と判定された前記データを前記機械学習処理の教師データとする、解析装置。

**【請求項 6】**

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の解析装置において、

前記検出結果に対してノイズ除去処理を行う処理手段をさらに備え、

前記画像処理手段は、前記処理手段による前記ノイズ除去処理が行われた後の前記検出結果を画像化する、解析装置。

40

**【請求項 7】**

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の解析装置において、

前記生産設備は、ベルトコンベアであり、

前記振動センサは、前記ベルトコンベアに設けられた複数の振動センサである、解析装置。

**【請求項 8】**

解析装置が、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果を画像化し、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器を生成し、

50

前記判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う、  
解析方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の解析方法において、  
前記解析装置が、さらに、

前記検出結果が示す前記振動センサの振動の特徴解析処理を行い、閾値を用いて前記生産設備の異常判定処理を行い、

前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出し、  
抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け、前記閾値を更新し、  
前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、解析方法。

10

【請求項 10】

解析装置が、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果に基づいて当該生産設備の異常判定処理を第 1 の判別器を用いて行い、

前記第 1 の判別器により正常か異常かの判別ができなかった前記検出結果を画像化し、  
前記画像化したデータを機械学習処理の対象として第 2 の判別器を生成し、  
前記第 2 の判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う、  
解析方法。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の解析方法において、  
前記解析装置が、さらに、

前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出し、  
抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け前記第 1 の判別器を更新し、  
前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、解析方法。

20

【請求項 12】

請求項 8 から 11 のいずれか一項に記載の解析方法において、  
前記解析装置が、さらに、

前記状態解析処理により正常と判定された前記データを前記機械学習処理の教師データとする、解析方法。

【請求項 13】

請求項 8 から 12 のいずれか一項に記載の解析方法において、  
前記解析装置が、さらに、

前記検出結果に対してノイズ除去処理を行い、  
前記ノイズ除去処理が行われた後の前記検出結果を画像化する、解析方法。

30

【請求項 14】

請求項 8 から 13 のいずれか一項に記載の解析方法において、  
前記生産設備は、ベルトコンベアであり、

前記振動センサは、前記ベルトコンベアに設けられた複数の振動センサである、解析方法。

【請求項 15】

コンピュータに、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果を画像化する手順、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器を生成する手順、

前記判別器を用いて前記生産設備の異常判定処理を行う手順、を実行させるためのプログラム。

40

【請求項 16】

請求項 15 に記載のプログラムにおいて、

前記検出結果が示す前記振動センサの振動の特徴解析処理を行い、閾値を用いて前記生産設備の異常判定処理を行う手順、

前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出する手順

50

、  
前記生成する手順において、抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け、前記  
閾値を更新する手順、をさらにコンピュータに実行させ、

前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、プログラム。

【請求項 17】

コンピュータに、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果に基づいて当該生産設備の異常判定処理を  
第1の判別器を用いて行う手順、

前記第1の判別器により正常か異常かの判別ができなかった前記検出結果を画像化する  
手順、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象として第2の判別器を生成する手順、

前記第2の判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う手順、を実行させるため  
のプログラム。

【請求項 18】

請求項 17に記載のプログラムにおいて、

前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出する手順

、  
前記生成する手順において、抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け前記第  
1の判別器を更新する手順、をさらにコンピュータに実行させ、

前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、プログラム。

【請求項 19】

請求項 15から18のいずれか一項に記載のプログラムにおいて、

前記生成する手順において、前記状態解析処理により正常と判定された前記データを前  
記機械学習処理の教師データとする手順をさらにコンピュータに実行させるためのプログラ  
ム。

【請求項 20】

請求項 15から19のいずれか一項に記載のプログラムにおいて、

前記検出結果に対してノイズ除去処理を行う手順、

前記画像化する手順において、前記ノイズ除去処理が行われた後の前記検出結果を画像  
化する手順、をさらにコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 21】

請求項 15から20のいずれか一項に記載のプログラムにおいて、

前記生産設備は、ベルトコンベアであり、

前記振動センサは、前記ベルトコンベアに設けられた複数の振動センサである、プログラ  
ム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、解析装置、解析方法、およびプログラムに関し、特に、設備の状態を監視す  
るセンサのデータを解析する解析装置、解析方法、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

機械系設備を用いた生産材の製造品質管理に振動や音響センサを用いて状態監視する方  
法がある。例えば、生産材の加工時に加工機で生じた振動データを取得し、異常振動を捉  
えたときに生産材の加工をストップすることにより製造ロスを回避することや、生産設備  
の稼働状況を振動にて監視し、メンテナンスの効率化や、設備を長寿命化するための最適  
な稼働条件を見出すことなどにより、製造業の生産効率を向上させる技術として注目され  
ている。

【0003】

特許文献1には、監視対象の設備にセンサを取り付け、当該センサが測定した時系列デ

10

20

30

40

50

ータに基づきその設備の監視を行う方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-270843号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述した特許文献1に記載されたシステムのように、センサで収集したデータに基づき設備の異常等を検出しようとする、解析すべきデータの量が多くなり得る。また、ディープラーニングなどの機械学習により正常/異常状態モデルを構築することも考えられるが、この方法では、あくまで異常と推察される状態を抽出させるだけに留まり、稼働を停止するなどのアクションにしか適用できない。

10

【0006】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、生産設備の状態監視を効率よく高精度に行う技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の各側面では、上述した課題を解決するために、それぞれ以下の構成を採用する。

20

【0008】

第一の側面は、解析装置に関する。

第一の側面に係る第1の解析装置は、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果を画像化する画像処理手段と、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器を生成する生成手段と、

前記判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う解析手段と、を有する。

第一の側面に係る第2の解析装置は、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果に基づいて当該生産設備の異常判定処理を第1の判別器を用いて行う判定手段と、

前記第1の判別器により正常か異常かの判別ができなかった前記検出結果を画像化する画像処理手段と、

30

前記画像化したデータを機械学習処理の対象として第2の判別器を生成する生成手段と

、前記第2の判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う解析手段と、を有する。

【0009】

第二の側面は、少なくとも1つのコンピュータにより実行される解析方法に関する。

第二の側面に係る第1の解析方法は、

解析装置が、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果を画像化し、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器を生成し、

前記判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う、ことを含む。

40

第二の側面に係る第2の解析方法は、

解析装置が、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果に基づいて当該生産設備の異常判定処理を第1の判別器を用いて行い、

前記第1の判別器により正常か異常かの判別ができなかった前記検出結果を画像化し、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象として第2の判別器を生成し、

前記第2の判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う、ことを含む。

【0010】

なお、本発明の他の側面としては、上記第二の側面の方法を少なくとも1つのコンピュ

50

ータに実行させるプログラムであってもよいし、このようなプログラムを記録したコンピュータが読み取り可能な記録媒体であってもよい。この記録媒体は、非一時的な有形の媒体を含む。

このコンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されたとき、コンピュータに、解析装置上で、その解析方法を実施させるコンピュータプログラムコードを含む。

【0011】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【0012】

また、本発明の各種の構成要素は、必ずしも個々に独立した存在である必要はなく、複数の構成要素が一個の部材として形成されていること、一つの構成要素が複数の部材で形成されていること、ある構成要素が他の構成要素の一部であること、ある構成要素の一部と他の構成要素の一部とが重複していること、等でもよい。

【0013】

また、本発明の方法およびコンピュータプログラムには複数の手順を順番に記載してあるが、その記載の順番は複数の手順を実行する順番を限定するものではない。このため、本発明の方法およびコンピュータプログラムを実施するときには、その複数の手順の順番は内容的に支障のない範囲で変更することができる。

【0014】

さらに、本発明の方法およびコンピュータプログラムの複数の手順は個々に相違するタイミングで実行されることに限定されない。このため、ある手順の実行中に他の手順が発生すること、ある手順の実行タイミングと他の手順の実行タイミングとの一部ないし全部が重複していること、等でもよい。

【発明の効果】

【0015】

上記各側面によれば、生産設備の状態監視を効率よく高精度に行う技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

上述した目的、およびその他の目的、特徴および利点は、以下に述べる好適な実施の形態、およびそれに付随する以下の図面によってさらに明らかになる。

【0017】

【図1】本発明の実施の形態に係る解析装置を用いた設備監視システムのシステム構成を概念的に示す図である。

【図2】本実施形態の記憶装置が記憶する振動データと設備情報のデータ構造の一例を示す図である。

【図3】本実施形態の各装置のハードウェア構成を例示するブロック図である。

【図4】本実施形態の解析装置の論理的な構成を示す機能ブロック図である。

【図5】は画像化前の測定データの時系列データを示す図である。

【図6】画像処理部により画像化した画像データを示す図である。

【図7】本実施形態の解析装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図8】図7のステップS101の画像化処理の詳細フローの一例を示すフローチャートである。

【図9】本実施形態の解析装置の論理的な構成を示す機能ブロック図である。

【図10】本実施形態の解析装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図11】本実施形態の解析装置における異常判定処理の手順の一例を示すフローチャートである。

【図12】本実施形態の解析装置の画像処理部の論理的な構成を示す機能ブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】本実施形態の解析装置の画像処理部の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 1 4】本実施形態の解析装置の論理的な構成を示す機能ブロック図である。

【図 1 5】補正情報 3 0 のデータ構造の一例を示す図である。

【図 1 6】解析部による判別処理の詳細フローの一例を示すフローチャートである。

【図 1 7】図 1 6 のステップ S 4 0 6 で抽出されたデータを用いた判別器の更新処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 1 8】図 1 6 の状態解析処理のステップ S 4 0 1 で正常と判別された場合の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 1 9】解析装置の不具合モデル構築処理の手順の一例を示すフローチャートである。

10

【図 2 0】実施例 1 の解析装置を説明するためのフロー図である。

【図 2 1】実施例 2 の解析装置を説明するためのフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 8】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。尚、すべての図面において、同様な構成要素には同様の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0 0 1 9】

(第 1 の実施の形態)

図 1 は、本発明の実施の形態に係る解析装置を用いた設備監視システム 1 のシステム構成を概念的に示す図である。

20

設備監視システム 1 が監視対象とする設備は、生産設備 1 0 であり、本実施形態では、ベルトコンベアを例として説明する。図の例では、ベルトコンベアを監視するための複数のセンサ 1 2 がベルトコンベアの移動方向に沿って複数箇所に設置されている。各センサ 1 2 は、例えば、振動センサである。また、一方向の振動を検知する振動センサの場合、複数方向の振動を検出するために 1 箇所につき複数の振動センサを設置してもよい。

【0 0 2 0】

振動センサから出力される測定データは、振動波形を示す時系列データである。

振動センサは、監視対象の生産設備 1 0 に生じた振動を測定する。振動センサは、一軸方向の加速度を測定する一軸加速度センサであってもよいし、三軸方向の加速度を測定する三軸加速度センサであってもよいし、その他であってもよい。なお、複数の振動センサは、同種の振動センサであってもよいし、複数種類の振動センサが混在してもよい。

30

【0 0 2 1】

解析装置 1 0 0 は、ネットワーク 3 を介して G W (GateWay) 5 と接続され、生産設備 1 0 に複数設けられているセンサ 1 2 から検出結果を受信する。解析装置 1 0 0 は、記憶装置 2 0 に接続される。記憶装置 2 0 は、解析装置 1 0 0 が解析する振動データが格納される。記憶装置 2 0 は、解析装置 1 0 0 とは別体の装置であってもよいし、解析装置 1 0 0 の内部に含まれる装置であってもよいし、これらの組み合わせであってもよい。

【0 0 2 2】

実施形態の各図において、本発明の本質に関わらない部分の構成については省略しており、図示されていない。

40

【0 0 2 3】

図 2 は、本実施形態の記憶装置 2 0 が記憶する振動データ 2 2 と設備情報 2 4 のデータ構造の一例を示す図である。

振動データ 2 2 は、振動センサを識別するセンサ I D 毎に、時刻情報と、測定データとが紐付けられている。設備情報 2 4 は、設備を識別する設備 I D 毎に、少なくとも一つの振動センサのセンサ I D が紐付けられている。

【0 0 2 4】

図 3 は、本実施形態の各装置のハードウェア構成を例示するブロック図である。各装置は、プロセッサ 5 0、メモリ 5 2、入出力インターフェイス (I/F) 5 4、周辺回路 5 6、バス 5 8 を有する。周辺回路 5 6 には、様々なモジュールが含まれる。処理装置は周

50

辺回路 5 6 を有さなくてもよい。

【 0 0 2 5 】

バス 5 8 は、プロセッサ 5 0、メモリ 5 2、周辺回路 5 6 及び入出力インターフェイス 5 4 が相互にデータを伝送するためのデータ伝送路である。プロセッサ 5 0 は、例えば C P U (Central Processing Unit)、G P U (Graphics Processing Unit) などの演算処理装置である。メモリ 5 2、例えば R A M (Random Access Memory) や R O M (Read Only Memory) などのメモリである。入出力インターフェイス 5 4 は、入力装置、外部装置、外部サーバ、センサ等から情報を取得するためのインターフェイスや、出力装置、外部装置、外部サーバ等に情報を出力するためのインターフェイスなどを含む。入力装置は、例えばキーボード、マウス、マイク等である。出力装置は、例えばディスプレイ、スピーカ、プリンタ、メーラ等である。プロセッサ 5 0 は、各モジュールに指令を出し、それらの演算結果をもとに演算を行うことができる。

10

【 0 0 2 6 】

後述する図 4 の本実施形態の解析装置 1 0 0 の各構成要素は、図 3 に示すコンピュータのハードウェアとソフトウェアの任意の組合せによって実現される。そして、その実現方法、装置にはいろいろな変形例があることは、当業者には理解されるところである。以下説明する各実施形態の解析装置を示す機能ブロック図は、ハードウェア単位の構成ではなく、論理的な機能単位のブロックを示している。

【 0 0 2 7 】

プロセッサ 5 0 が、プログラムをメモリ 5 2 に読み出して実行することにより、図 4 の解析装置 1 0 0 の各ユニットの各機能を実現することができる。

20

【 0 0 2 8 】

本実施形態のコンピュータプログラムは、解析装置 1 0 0 を実現させるためのコンピュータ (図 3 のプロセッサ 5 0) に、生産設備 1 0 に設けられた振動センサ 1 2 の検出結果を画像化する手順、画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器を生成する手順、判別器を用いて生産設備 1 0 の異常判定処理を行う手順、を実行させるように記述されている。

【 0 0 2 9 】

本実施形態のコンピュータプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。記録媒体は特に限定されず、様々な形態のものが考えられる。また、プログラムは、記録媒体からコンピュータのメモリ 5 2 (図 3) にロードされてもよいし、ネットワークを通じてコンピュータにダウンロードされ、メモリ 5 2 にロードされてもよい。

30

【 0 0 3 0 】

コンピュータプログラムを記録する記録媒体は、非一時的な有形のコンピュータが使用可能な媒体を含み、その媒体に、コンピュータが読み取り可能なプログラムコードが埋め込まれる。コンピュータプログラムが、コンピュータ上で実行されたとき、コンピュータに、解析装置 1 0 0 を実現する本実施形態の解析方法を実行させる。

【 0 0 3 1 】

図 4 は、本実施形態の解析装置 1 0 0 の論理的な構成を示す機能ブロック図である。解析装置 1 0 0 は、画像処理部 1 0 2 と、生成部 1 0 4 と、解析部 1 0 6 と、を備える。

40

画像処理部 1 0 2 は、生産設備 1 0 に設けられた振動センサの検出結果を画像化する。生成部 1 0 4 は、画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器 1 1 0 を生成する。解析部 1 0 6 は、判別器 1 1 0 を用いて生産設備 1 0 の状態解析処理を行う。

【 0 0 3 2 】

振動は、振幅、周波数、および位相の 3 つの要素からなり、測定データは、変位、速度、および加速度の 3 つのパラメータで示すことができる。振動センサの測定データは、複数のパラメータで示される複数の振動波形を含む時系列データであるため、そのまま機械学習にかけても特徴を捉えられず、適切な学習モデルを生成することができない。そこで、本実施形態では、画像処理部 1 0 2 により測定データを画像化する。図 5 は画像化前の

50

測定データの時系列データを示す図である。図6は、画像処理部102により画像化した画像データを示す図である。

【0033】

画像処理部102は、生産設備10のセンサ12の検出結果（以下、振動データとも呼ぶ）を取得する。そして、画像処理部102は、取得した振動データをFFT処理してから周波数分割し、そして、得られた振動スペクトラムデータを画像化して画像データを取得する。これらの処理により、データ容量を圧縮することができ、機械学習処理および判別処理を高速化することができる。

【0034】

実施形態において「取得」とは、自装置が他の装置や記憶媒体に格納されているデータまたは情報を取りに行くこと（能動的な取得）、および、自装置に他の装置から出力されるデータまたは情報を入力すること（受動的な取得）の少なくとも一方を含む。能動的な取得の例は、他の装置にリクエストまたは問い合わせしてその返信を受信すること、及び、他の装置や記憶媒体にアクセスして読み出すこと等がある。また、受動的な取得の例は、配信（または、送信、プッシュ通知等）される情報を受信すること等がある。さらに、「取得」とは、受信したデータまたは情報の中から選択して取得すること、または、配信されたデータまたは情報を選択して受信することであってもよい。

10

【0035】

判別器110は、生成部104により、画像化されたデータを機械学習処理の対象にして生成される。解析部106は、この判別器110を用いて、生産設備10の状態解析処理を行う。

20

【0036】

機械学習は、例えば、ディープラーニング（深層学習）を用いることができるが、これに限定されない。判別器110が判別する生産設備10の状態は、例えば、正常か、それ以外の状態である。以後、正常以外の状態は「Unknown」とも呼ぶ。本実施形態では、判別器110は異常状態の判別は行わない。判別器110の機械学習処理については後述する実施形態で詳細に説明する。

【0037】

判別器110の判別結果はオペレータが参照できるように出力されてもよい。出力方法は、例えば、解析装置100のディスプレイに表示してもよいし、解析装置100からプリンタに印字出力されてもよいし、通信回線を介して他の装置（例えば、操作端末等）に送信されてもよい。

30

【0038】

このように構成された本実施形態の解析装置100の動作について説明する。図7は、本実施形態の解析装置100の動作の一例を示すフローチャートである。

まず、画像処理部102は、生産設備10に設けられた振動センサの検出結果を画像化する（ステップS101）。そして、生成部104は、画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器110を生成する（ステップS103）。そして、解析部106は、判別器110を用いて生産設備10の状態解析処理を行う（ステップS105）。

【0039】

図8は、図7のステップS101の画像化処理の詳細フローの一例を示すフローチャートである。まず、画像処理部102は、センサ12の測定データをFFT処理してから周波数分割し（ステップS113）、得られた振動スペクトラムデータを画像化して画像データを出力する（ステップS115）。ステップS115で得られた画像データは、図7のステップS103で解析部106により判別器110を用いた生産設備10の状態解析処理が行われる。

40

【0040】

以上説明したように、本実施形態において、画像処理部102によりセンサ12の測定データが画像化された後、生成部104により画像化された画像データを機械学習処理の対象にして判別器110が生成され、そして、この判別器110を用いて解析部106に

50

より生産設備 10 の状態解析処理が行われる。このように、本実施形態によれば、振動センサの検出結果を機械学習する際に、機械学習処理の対象となる振動波形データを画像化することで、データ量を圧縮できるので、処理負荷を低減するとともに、処理速度を高速化できる。

【0041】

(第2の実施の形態)

図9は、本実施形態の解析装置100の論理的な構成を示す機能ブロック図である。解析装置100は、図4の解析装置100と同様な画像処理部102と、生成部104と、解析部106と、を備えるとともに、さらに、異常判定部120を備える。

【0042】

異常判定部120は、生産設備10に設けられた振動センサの検出結果に基づいて当該生産設備10の異常判定処理を第1の判別器124を用いて行う。異常判定部120は、第1の判別器124を用いた異常判定処理の結果を出力する。出力された結果は、設備監視システム1において生産設備10の監視処理に使用されてもよい。

【0043】

また、本実施形態の画像処理部102は、画像化対象となる検出結果が、第1の判別器124により正常か異常かの判別ができなかった検出結果である点で上記実施形態の画像処理部102と相違する。生成部104は、このように閾値解析により正常か異常かの判別ができなかった測定データを機械学習処理するための第2の判別器126を生成する。

【0044】

振動センサで計測される振動は、複数の要因からなる複数の振動波形が含まれる。一般に、振動センサから検出される測定データは、高速フーリエ変換(FFT: Fast Fourier Transform)処理を行うことにより周波数解析が行われる。測定データをFFT処理することにより、特徴的な周波数(ピーク)が検出され、検出されたピークレベルを閾値により正常か異常かを判別することで異常診断することが可能になる。

【0045】

しかし、この閾値解析により正常か異常かの判別ができない場合がある。生成部104は、このように閾値解析により正常か異常かの判別できなかった測定データを機械学習処理の対象として第2の判別器126を生成する。この第2の判別器126は、図4の判別器110に相当する。

【0046】

「第1の判別器124で判別できない」場合とは、例えば、第1の判別モデル128に登録されている振動波形パターンと検出結果がマッチングしなかった場合、マッチング結果の尤度が所定値以上得られず、設備診断に必要とされる基準以上(例えば、検出率90%以上)の信頼性が得られなかった場合、等である。

【0047】

解析部106は、第2の判別器126を用いて生産設備10の状態解析処理を行う。解析部106は、第1の判別器124により正常か異常かの判別ができなかった検出結果を画像化したデータについて第2の判別器126を用いて生産設備10の状態解析処理を行う。

【0048】

第1の判別器124は、第1の判別モデル128を用いて、正常か異常かを判別する。第1の判別モデル128は、例えば振動スペクトルのパターンマッチングや、閾値判定を用いたモデルである。

【0049】

一例として、第1の判別器124は、振動センサの測定データをFFT処理して得られた周波数分布から、特定周波数のピークレベル、最大および平均ピークレベルの比、S/N比(Signal-to-Noise ratio)、および特定周波数の範囲でのピークレベルの積算値の少なくともいずれか一つについてそれぞれ求め、求めた値に閾値を設定し、閾値の範囲内か否かに基づいて異常判定処理を行う。そして閾値範囲内の場合は、正常と判別し、閾値

10

20

30

40

50

範囲外の場合は異常と判別する。

【 0 0 5 0 】

第 1 の判別器 1 2 4 は複数の特定周波数を用いて上記した判定処理を行ってもよい。その場合は、第 1 の判別器 1 2 4 は特定周波数毎に判定結果を出力してもよい。また、第 1 の判別器 1 2 4 は、複数の特定周波数のうち 1 つでも閾値を外れた値があった場合に異常と判定してもよいし、複数の特定周波数のうちの所定数以上の特定周波数が閾値を外れた値があった場合に異常と判定してもよいし、複数の特定周波数のすべてが閾値を外れていた場合に異常と判定してもよいし、複数の特定周波数のすべてが閾値範囲内の場合に正常と判定してもよい。また、不具合事象毎に複数の特定周波数の値の組み合わせをモデル化して第 1 の判別モデル 1 2 8 に登録しておき、第 1 の判別器 1 2 4 は第 1 の判別モデル 1 2 8 とのパターンマッチングにより、不具合事象を判別してもよい。判別された不具合事象を、異常判定部 1 2 0 は、対応する不具合事象項目をオペレータに通知してもよい。

10

【 0 0 5 1 】

閾値は自動設定されてもよいし、オペレータによる手動設定で行われてもよい。自動設定の場合は、生成部 1 0 4 は、第 1 の判別モデル 1 2 8 に登録されている振動特性パターン（周波数分布）について、特定周波数のピークレベル、最大および平均ピークレベルの比、S / N 比（Signal-to-Noise ratio）、および特定周波数の範囲でのピークレベルの積算値の少なくともいずれか一つについてそれぞれ求め、正常時と異常時の境界範囲を検出して閾値を設定してもよい。

【 0 0 5 2 】

手動設定の場合、生成部 1 0 4 は、第 1 の判別モデル 1 2 8 に登録されている振動特性パターン（周波数分布）について、特定周波数のピークレベル、最大および平均ピークレベルの比、S / N 比（Signal-to-Noise ratio）、および特定周波数の範囲でのピークレベルの積算値の少なくともいずれか一つについてそれぞれ求めた結果をオペレータに提示して、第 1 の判別器 1 2 4 の閾値の設定をオペレータ操作によりそれぞれ受け付けてもよい。オペレータへの結果の提示方法は様々考えられるが、例として、解析装置 1 0 0 のディスプレイに表示してもよいし、解析装置 1 0 0 からプリンタに印字出力されてもよいし、通信回線を介して他の装置（例えば、操作端末等）に送信されてもよい。

20

【 0 0 5 3 】

第 2 の判別器 1 2 6 は、生成部 1 0 4 により生成され、上記実施形態の生成部 1 0 4 で生成される判別器 1 1 0 に相当する。生成部 1 0 4 は、第 2 の判別器 1 2 6 により正常と判別されたデータのみを機械学習させ、正常状態を正規化して第 2 の判別モデル 1 3 0 を更新する。ここで、正規化とは、正常時の振動センサの測定データの画像化データのパターンをモデル化することである。第 2 の判別器 1 2 6 は、第 2 の判別モデル 1 3 0 の範囲から外れたデータを、例えば、「Unknown」として抽出する。つまり、この第 2 の判別器 1 2 6 を用いて解析部 1 0 6 により、第 1 の判別器 1 2 4 で判別できなかった検出結果について、さらに、第 2 の判別モデル 1 3 0 に基づいて、生産設備 1 0 の状態が、正常か「Unknown」かが判別される。第 2 の判別器 1 2 6 は、生産設備 1 0 の異常状態は判別しない、正常以外の状態は「Unknown」と判別する。

30

【 0 0 5 4 】

この判別器 1 1 0 により「Unknown」と判別されたデータは、オペレータにより参照されて、分析されてもよい。オペレータにより分析された結果は、検出結果の異常判定処理の閾値に反映されてもよい。「Unknown」と判別されたデータの利用方法については後述する実施形態で詳細に説明する。

40

【 0 0 5 5 】

このように構成された本実施形態の解析装置 1 0 0 の動作について説明する。図 1 0 は、本実施形態の解析装置 1 0 0 の動作の一例を示すフローチャートである。

まず、異常判定部 1 2 0 は、生産設備 1 0 に設けられた振動センサの検出結果に基づいて当該生産設備 1 0 の異常判定処理を第 1 の判別器 1 2 4 を用いて行う（ステップ S 1 2 1）。そして、画像処理部 1 0 2 は、第 1 の判別器 1 2 4 により正常か異常かの判別がで

50

きなかった検出結果を（ステップS 1 2 3のNO）、画像化する（ステップS 1 2 5）。  
判別できた場合は（ステップS 1 2 3のYES）、本処理を終了する。

【0056】

そして、生成部104は、画像化したデータを機械学習処理の対象にして第2の判別器126を生成する（ステップS 1 2 7）。そして、解析部106は、第2の判別器126を用いて生産設備10の状態解析処理を行う（ステップS 1 2 9）。

【0057】

また、本実施形態のコンピュータプログラムは、解析装置100を実現させるためのコンピュータ（図3のプロセッサ50）に、生産設備10に設けられた振動センサ12の検出結果に基づいて当該生産設備10の異常判定処理を第1の判別器124を用いて行う手順、第1の判別器124により正常か異常かの判別ができなかった検出結果を画像化する手順、画像化したデータを機械学習処理の対象として第2の判別器126を生成する手順、第2の判別器126を用いて生産設備10の状態解析処理を行う手順、を実行させるように記述されている。

10

【0058】

以上説明したように、本実施形態において、異常判定部120により第1の判別器124を用いて振動センサの検出結果に基づく異常判定処理で判別結果が得られなかった場合に、そのときの振動センサの検出結果を画像処理部102により画像化し、第2の判別器126により正常か「Unknown」かが判別される。このように、本実施形態によれば、第2の判別器126には、正常状態に対応する振動センサの検出結果のみを機械学習させ、正常状態について正規化するので、少量多品種や変種変動生産などで、製造条件が常に流動的が不具合事象の情報が積み上がりにくい場合であっても、判別の精度を向上できる。

20

【0059】

また、上記実施形態と同様に、振動センサの検出結果を機械学習する際に、機械学習処理の対象となる振動波形データを画像化することで、データ量を圧縮できるので、処理負荷を低減するとともに、処理速度を高速化できる。

【0060】

（第3の実施の形態）

図11は、本実施形態の解析装置100における異常判定処理の手順の一例を示すフローチャートである。本実施形態は、第1の判別器124を用いた生産設備10の異常判定処理の結果を出力する構成を有する点以外は図9の解析装置100と同様である。

30

【0061】

まず、異常判定部120は、生産設備10に設けられた振動センサから振動データを取得する（ステップS 3 0 1）。そして、異常判定部120は、第1の判別器124を用いて取得した振動データの異常判定処理を実行する（ステップS 3 0 3）。ここで、振動データはFFT処理された後、異常判定部120の第1の判別モデル128によって正常か異常を判別される（ステップS 3 0 5）。

【0062】

異常判定部120は、FFT処理して得られた周波数分布から、特定周波数のピークレベル、最大および平均ピークレベルの比、S/N比（Signal-to-Noise ratio）、および特定周波数の範囲でのピークレベルの積算値の少なくともいずれか一つについてそれぞれ求め、閾値を用いてこれらの値が正常か異常かを判別する（ステップS 3 0 5）。閾値の範囲内の場合（ステップS 3 0 5のNO）、第1の判別器124は、生産設備10は正常であると判定し（ステップS 3 0 7）、異常判定部120は、生産設備10は正常であることを示す判定結果を出力する（ステップS 3 1 1）。

40

【0063】

閾値の範囲外の場合（ステップS 3 0 5のYES）、第1の判別器124は、生産設備10は異常状態であると判定し（ステップS 3 0 9）、生産設備10は異常状態であることを示す判定結果を出力する（ステップS 3 1 1）。

【0064】

50

また、第1の判別器124による正常か異常かの判別ができなかった場合（ステップS305の判別不可）、異常判定部120は、画像処理部102に振動データを出力し（ステップS313）、図10のステップS125に進む。

#### 【0065】

本実施形態では、生産設備10の異常判定処理に第1の判別器124を用い、第2の判別器126は異常判定処理には使用しない。また、第2の判別器126の判別結果は、第1の判別器124の第2の判別モデル130を更新するのに使用されるが、この構成については後述する実施形態で説明する。

#### 【0066】

以上説明したように、本実施形態において、異常判定部120により第1の判別器124を用いて生産設備10の異常判定処理を行い、異常判定部120は第2の判別器126を生産設備10の異常判定処理には使用しない。生成部104によって更新される第2の判別器126の判別結果を用いて第1の判別器124を更新することができる。この構成によれば、第2の判別器126の判別結果を反映した第1の判別器124を用いて異常判定処理を行うことができるので、判定結果の精度を向上できる。

#### 【0067】

（第4の実施の形態）

図12は、本実施形態の解析装置100の画像処理部102の論理的な構成を示す機能ブロック図である。本実施形態の解析装置100は、画像処理部102において、測定データからノイズを除去する処理を行ってから、画像化処理を行う構成を有する点以外は上記実施形態と同様である。本実施形態の構成は、他のいずれの実施形態の構成と組み合わせてもよい。

#### 【0068】

画像処理部102は、ノイズ除去部112と、画像化処理部114とを含む。ノイズ除去部112は、検出結果に対してノイズ除去処理を行う。画像化処理部114は、ノイズ除去部112によるノイズ除去処理が行われた後の検出結果を画像化する。ノイズ除去により測定データの振動波形が鮮明になる。

#### 【0069】

ノイズ除去処理は、例えば、複数配置された振動センサからの環境ノイズを予め計測して記憶しておき、ノイズデータを元に差分処理することを含む。ただしノイズ除去処理は他の方法で行われてもよい。

#### 【0070】

図13は、本実施形態の解析装置100の画像処理部102の動作の一例を示すフローチャートである。図13のフローチャートは、上記実施形態で説明した図8のフローチャートのステップS113およびステップS115に加え、さらにステップS111を含む。

#### 【0071】

ステップS111では、ノイズ除去部112は、測定データのノイズ除去処理を行う。そして、ステップS111でノイズ除去処理されたデータを画像化処理部114がFFT処理してから周波数分割処理し（ステップS113）、得られた振動スペクトラムデータを画像化して画像データを出力する（ステップS115）。ステップS115で得られた画像データは、図7のステップS103で解析部106により判別器110を用いた生産設備10の状態解析処理が行われる。

#### 【0072】

以上説明したように、本実施形態において、ノイズ除去部112によりノイズ除去処理されたセンサ12の測定データを、画像化処理部114により画像化する。この構成により本実施形態によれば、上記実施形態と同様に機械学習処理又は判別処理の高速化を図ることができるとともに、さらに、ノイズ除去により測定データの振動波形が鮮明になり、FFT処理および画像化処理の精度が向上し、測定データの解析結果の精度および信頼性が向上する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 3 】

( 第 5 の実施の形態 )

図 1 4 は、本実施形態の解析装置 1 0 0 の論理的な構成を示す機能ブロック図である。本実施形態の解析装置 1 0 0 は、上記実施形態とは、生産設備 1 0 の状態解析処理により正常でないと判別されたデータを抽出し、そのデータに基づき第 1 の判別器 1 2 4 の第 1 の判別モデル 1 2 8 を更新する構成を有する点以外は上記実施形態と同様である。

## 【 0 0 7 4 】

解析装置 1 0 0 は、図 9 の解析装置 1 0 0 と同様な画像処理部 1 0 2 と、生成部 1 0 4 と、解析部 1 0 6 と、異常判定部 1 2 0 と、を備えるとともに、さらに抽出部 1 4 0 を備える。

10

## 【 0 0 7 5 】

抽出部 1 4 0 は、第 2 の判別器 1 2 6 を用いた状態解析処理で正常でない ( 「 Unknown 」 ) と判定されたデータを抽出する。生成部 1 0 4 は、抽出されたデータに基づく補正情報を受け付け第 1 の判別器 1 2 4 の第 1 の判別モデル 1 2 8 を更新する。ここで、補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む。

## 【 0 0 7 6 】

抽出されるデータとは、「Unknown」と判別された画像化データに対応する、画像処理部 1 0 2 が画像化処理する前の、振動センサから受信した生の振動波形データと、当該データの時刻情報を含む。この「Unknown」と判別された振動データが示す振動は、未だ特定されていない生産設備 1 0 の不具合事象により引き起こされている可能性がある。

20

## 【 0 0 7 7 】

そこで、抽出された振動データを時刻情報とともに、設備監視システム 1 が有している生産設備 1 0 の稼働情報、状態情報、加工物の情報等を用いて、オペレータが人手で分析を行い、当該振動の原因となった不具合事象を特定する。

## 【 0 0 7 8 】

そのため、解析装置 1 0 0 は、抽出部 1 4 0 が抽出したデータを出力し、オペレータに提示する。オペレータへのデータの提示方法は様々考えられるが、例として、解析装置 1 0 0 のディスプレイに表示してもよいし、解析装置 1 0 0 からプリンタに印字出力されてもよいし、通信回線を介して他の装置 ( 例えば、操作端末等 ) に送信されてもよい。

30

## 【 0 0 7 9 】

オペレータが特定した不具合情報に、対応する振動の振動特性情報を紐付けた図 1 5 の補正情報 3 0 を、オペレータは操作画面等を用いて解析装置 1 0 0 に入力する。生成部 1 0 4 は、入力された補正情報 3 0 を受け付け、第 1 の判別器 1 2 4 の第 1 の判別モデル 1 2 8 を更新する。

## 【 0 0 8 0 】

図 1 6 は、解析部 1 0 6 による判別処理の詳細フローの一例を示すフローチャートである。解析部 1 0 6 は、図 1 3 のステップ S 1 1 5 で出力された画像データを第 2 の判別器 1 2 6 にかへ、生産設備 1 0 の状態解析処理を行う ( ステップ S 4 0 1 ) 。第 2 の判別器 1 2 6 により正常と判別されたデータは ( ステップ S 4 0 1 の「正常」 ) 、生成部 1 0 4 に受け渡され、正常データとして機械学習処理される ( ステップ S 4 0 3 ) 。一方、解析部 1 0 6 は、第 2 の判別器 1 2 6 により正規化の範囲から外れたデータを ( ステップ S 4 0 1 の「Unknown」 ) 、抽出する ( ステップ S 4 0 5 ) 。

40

## 【 0 0 8 1 】

なお、図 1 6 のフローを用いて、図 8 のステップ S 1 1 5 で出力された画像データについても同様に処理してよい。

## 【 0 0 8 2 】

図 1 7 は、図 1 6 のステップ S 4 0 5 で抽出されたデータを用いた判別器の更新処理手順の一例を示すフローチャートである。

まず、抽出部 1 4 0 は、ステップ S 4 0 5 で抽出したデータ ( 振動データと時刻情報 ) を出力する ( ステップ S 4 1 1 ) 。ここでは、例えば、解析装置 1 0 0 のディスプレイに

50

表示する。そして、オペレータは、ステップS411で表示された振動データを時刻情報とともに、設備監視システム1が有している生産設備10の稼働情報、状態情報、加工物の情報等を用いて分析を行い、当該振動の原因となった不具合事象を特定する。オペレータは、特定した不具合事象と、対応する振動特性情報とを紐付けた情報を作成し、解析装置100の操作画面に従い、第1の判別器124の閾値の補正情報として入力する。

【0083】

生成部104は、入力された補正情報を受け付け（ステップS413）、受け付けた補正情報を用いて第1の判別器124を更新する（ステップS415）。

【0084】

具体的には、受け付けた補正情報に含まれる、振動特性情報と不具合事象とを第1の判別モデル128に登録し、特定周波数のピークレベル、最大および平均ピークレベルの比、S/N比（Signal-to-Noise ratio）、および特定周波数の範囲でのピークレベルの積算値の少なくともいずれか一つについてそれぞれ求め、正常時と異常時の境界範囲を検出して閾値を設定する。あるいは、オペレータが、上記特定した不具合事象に対応する振動特性情報から求められた各値を元に閾値をそれぞれ設定して操作画面を用いて入力してもよい。

10

【0085】

以上説明したように、本実施形態において、抽出部140により第2の判別器126の「Unknown」データが抽出され、オペレータに提示され、生成部104によりオペレータにより分析された不具合事象と振動特性情報とを紐付けた補正情報が受け付けられ、補正情報に基づき第1の判別器124が更新される。このように、本実施形態によれば、第1の判別器124が判別できなかった測定データについて、さらに第2の判別器126により判別処理を行い、「Unknown」とされたデータを抽出してオペレータが解析し、その結果を第1の判別器124に反映するので、異常判定処理の精度を向上させることができる。

20

【0086】

また、第2の判別器126には、正常時の情報のみを機械学習させるので、少量多品種や変種変動生産などで、製造条件が常に流動的が不具合事象の情報が積み上がりにくい場合であっても、第1の判別モデル128を更新できるので生産設備10の異常状態の判定精度を向上させることができる。

30

【0087】

（第5の実施の形態の変形態様）

図14の解析装置100は、図9の解析装置100の構成に抽出部140を設けた構成としていた。その変形態様として、図4の解析装置100において、抽出部140を設けた構成としてもよい。

【0088】

解析装置100は、異常判定部120と、抽出部140と、さらに備える。異常判定部120は、検出結果が示す振動センサの振動の特徴解析処理を行い、閾値を用いて生産設備10の異常判定処理を行う。抽出部140は、状態解析処理で生産設備10が正常状態でないと判定されたデータを抽出する。生成部104は、抽出されたデータに基づく補正情報を受け付け、閾値を更新する。補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む。

40

【0089】

以上、図面を参照して本発明の実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。

たとえば、図18は、図16の状態解析処理のステップS401で正常と判別された場合の処理手順の一例を示すフローチャートである。この実施形態は、第2の判別器126により正常と判別された検出結果を第2の判別器126の教師データとする構成を有する点以外は上記実施形態と同様である。

【0090】

50

生成部 104 は、第 2 の判別器 126 を用いた状態解析処理により、正常と判定された検出結果を（図 16 のステップ S401 の正常）、生産設備 10 の正常状態の教師データとして第 2 の判別器 126 の第 2 の判別モデル 130 を更新する（ステップ S501）。

【0091】

この構成によれば、第 2 の判別器 126 を用いた状態解析処理により、正常と判定された検出結果を生産設備 10 の正常状態の教師データとして第 2 の判別モデル 130 が生成部 104 により更新される。このように、第 1 の判別器 124 による異常判定処理において判別できなかった測定データから正常状態の教師データを生成し、第 2 の判別モデル 130 を更新することができ、第 2 の判別器 126 の判別精度を向上することができる。

【0092】

さらに、上記実施形態の第 1 の判別器 124 と、第 2 の判別器 126 に加え、解析装置 100 は、第 3 の判別器（不図示）を備えてもよい。図 19 は、解析装置 100 が第 3 の判別器を用いて不具合モデルを構築し、不具合事象を識別する処理手順の一例を示すフローチャートである。第 3 の判別器は、第 1 の判別器 124 で正常と判別された測定データを取得する（ステップ S601）。さらに、第 3 の判別器は、第 2 の判別器 126 でUnknownと判別された測定データを取得する（ステップ S603）。そして、第 3 の判別器は、これらのデータを機械学習し、不具合事象を分類したモデルを構築する（ステップ S605）。なお、第 3 の判別器が機械学習する各測定データについても、上記実施形態で説明したノイズ除去処理および画像化処理を行ってよい。

【0093】

さらに、第 3 の判別器を用いて、生産設備 10 のセンサ 12 の測定データが正常か異常かを判定し、さらに、異常の場合に不具合事象を識別する（ステップ S607）。

【0094】

また、複数のセンサ 12 の各々の位置情報を設備情報 24 に記憶しておき、振動データと位置情報の関係をさらに、機械学習させ、分類モデル 202、第 1 の判別モデル 128、および第 2 の判別モデル 130 の少なくともいずれか一つに反映させてもよい。

【0095】

さらに、複数のセンサ 12 の測定データの測定条件（設備種別、環境（温度、湿度）等）等の情報を設備情報 24 に記憶しておいてもよい。この測定条件、生産設備 10 の稼働情報に含まれる稼働状態、稼働条件等から近い条件の測定データをグルーピングして、グループ毎に測定データを機械学習させ、分類モデル 202、第 1 の判別モデル 128、および第 2 の判別モデル 130 の少なくともいずれか一つに反映させてもよい。

【実施例】

【0096】

（実施例 1）

図 20 は、実施例 1 の解析装置を説明するためのフロー図である。

まず、異常判定部 120 は、生産設備 10 のセンサ 12 から振動データが入力されると、第 1 の判別器 124 において FFT 処理を行う（ステップ S11）。このとき第 1 の判別モデル 128 を用いてパターンマッチング処理により振動特性を特定する。そして、第 1 の判別器 124 は振動特性が閾値の範囲内の場合には正常と判定し、閾値 210 の範囲を外れた場合は異常と判定する。異常判定部 120 はこの結果を設備監視システム 1 に生産設備 10 の異常判定結果として出力する（不図示）。

【0097】

さらに、異常判定部 120 は、ステップ S11 で第 1 の判別器 124 により正常か否かの判別ができなかったデータを抽出し（ステップ S13）、第 2 の判別器 126 の機械学習処理の対象として解析部 106 に受け渡す。

【0098】

解析部 106 は、第 1 の判別器 124 で判別できなかったセンサ 12 の測定データについてノイズ除去処理を行い（ステップ S15）、周波数分析して画像化する（ステップ S17）。解析部 106 は、画像化されたデータを第 2 の判別器 126 を用いて判別し（ス

10

20

30

40

50

ステップ S 1 9)、生産設備 1 0 の状態が正常か否かを判別する(ステップ S 2 1)。正常と判別された場合(ステップ S 2 1 の Y E S)、生成部 1 0 4 は、当該正常と判別された測定データを機械学習し第 2 の判別器 1 2 6 の第 2 の判別モデル 1 3 0 を更新する(ステップ S 2 3)。

【 0 0 9 9 】

一方、正常と判別されなかった(「Unknown」)場合(ステップ S 2 1 の N O)、抽出部 1 4 0 は、当該Unknownとなった測定データを抽出して出力する(ステップ S 3 1)。オペレータは、この抽出されたUnknownなデータを参照し、生産設備 1 0 の稼働情報等とともに分析して、不具合事象を特定する。そして、不具合事象と振動特性とを紐付けた補正情報を解析装置 1 0 0 に入力する(ステップ S 3 3)。

10

【 0 1 0 0 】

生成部 1 0 4 は、入力された補正情報を受け付け、受け付けた補正情報を元に第 1 の判別モデル 1 2 8 と閾値を更新する(ステップ S 3 5)。

【 0 1 0 1 】

このようにして、解析装置 1 0 0 により、第 1 の判別器 1 2 4 で異常判定できなかった測定データを、第 2 の判別器 1 2 6 により機械学習することで、正常でないUnknownなデータを抽出し、生産設備 1 0 の稼働情報とともにオペレータが分析することで不具合事象を特定し、振動特性と不具合事象を紐付けた補正情報として解析装置 1 0 0 に入力することで、補正情報を元に第 1 の判別器 1 2 4 の第 1 の判別モデル 1 2 8 と閾値を更新することができる。

20

【 0 1 0 2 】

(実施例 2)

図 2 1 は、実施例 2 の解析装置を説明するためのフロー図である。

この実施例の解析装置 1 0 0 は、第 1 の判別器 1 2 4 と、第 2 の判別器 1 2 6 と、に加え、さらに、第 3 の判別器 2 0 0 を備える。

第 3 の判別器 2 0 0 は、第 1 の判別器 1 2 4 により正常と判別された測定データと、第 2 の判別器 1 2 6 によりUnknownと判別された測定データとを用いて機械学習する(ステップ S 4 1)。第 2 の判別器 1 2 6 は、機械学習により、正常と異常の分類モデル 2 0 2 を構築する。分類モデル 2 0 2 は、不具合事象をクラス分けする。

30

【 0 1 0 3 】

第 3 の判別器 2 0 0 は、この分類モデル 2 0 2 を用いて、測定データが正常か異常の判別を行うとともに、さらに、不具合事象を識別して特定することができる。

【 0 1 0 4 】

以上、実施形態および実施例を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態および実施例に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明の Scope 内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

なお、本発明において利用者に関する情報を取得、利用する場合は、これを適法に行うものとする。

【 0 1 0 5 】

上記の実施形態の一部または全部は、以下の付記のようにも記載されうるが、以下に限られない。

40

1. 生産設備に設けられた振動センサの検出結果を画像化する画像処理手段と、前記画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器を生成する生成手段と、前記判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う解析手段と、を備える解析装置。

2. 1. に記載の解析装置において、

前記検出結果が示す前記振動センサの振動の特徴解析処理を行い、閾値を用いて前記生産設備の異常判定処理を行う判定手段と、

前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出する抽出手段と、をさらに備え、

50

前記生成手段は、抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け、前記閾値を更新し、

前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、解析装置。

3. 生産設備に設けられた振動センサの検出結果に基づいて当該生産設備の異常判定処理を第1の判別器を用いて行う判定手段と、

前記第1の判別器により正常か異常かの判別ができなかった前記検出結果を画像化する画像処理手段と、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象として第2の判別器を生成する生成手段と、

前記第2の判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う解析手段と、  
を備える、  
解析装置。

4. 3.に記載の解析装置において、

前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出する抽出手段をさらに備え、

前記生成手段は、抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け前記第1の判別器を更新し、

前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、解析装置。

5. 1.から4.のいずれか一つに記載の解析装置において、

前記生成手段は、前記状態解析処理により正常と判定された前記データを前記機械学習処理の教師データとする、解析装置。

6. 1.から5.のいずれか一つに記載の解析装置において、

前記検出結果に対してノイズ除去処理を行う処理手段をさらに備え、

前記画像処理手段は、前記処理手段による前記ノイズ除去処理が行われた後の前記検出結果を画像化する、解析装置。

7. 1.から6.のいずれか一つに記載の解析装置において、

前記生産設備は、ベルトコンベアであり、

前記振動センサは、前記ベルトコンベアに設けられた複数の振動センサである、解析装置。

【0106】

8. 解析装置が、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果を画像化し、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器を生成し、

前記判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う、

解析方法。

9. 8.に記載の解析方法において、

前記解析装置が、さらに、

前記検出結果が示す前記振動センサの振動の特徴解析処理を行い、閾値を用いて前記生産設備の異常判定処理を行い、

前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出し、

抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け、前記閾値を更新し、

前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、解析方法。

10. 解析装置が、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果に基づいて当該生産設備の異常判定処理を第1の判別器を用いて行い、

前記第1の判別器により正常か異常かの判別ができなかった前記検出結果を画像化し、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象として第2の判別器を生成し、

前記第2の判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う、

解析方法。

11. 10.に記載の解析方法において、

10

20

30

40

50

- 前記解析装置が、さらに、  
 前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出し、  
 抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け前記第1の判別器を更新し、  
 前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、解析方法。
12. 8. から11. のいずれか一つに記載の解析方法において、  
 前記解析装置が、さらに、  
 前記状態解析処理により正常と判定された前記データを前記機械学習処理の教師データとする、解析方法。
13. 8. から12. のいずれか一つに記載の解析方法において、  
 前記解析装置が、さらに、  
 前記検出結果に対してノイズ除去処理を行い、  
 前記ノイズ除去処理が行われた後の前記検出結果を画像化する、解析方法。 10
14. 8. から13. のいずれか一つに記載の解析方法において、  
 前記生産設備は、ベルトコンベアであり、  
 前記振動センサは、前記ベルトコンベアに設けられた複数の振動センサである、解析方法。
- 【0107】
15. コンピュータに、  
 生産設備に設けられた振動センサの検出結果を画像化する手順、  
 前記画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器を生成する手順、  
 前記判別器を用いて前記生産設備の異常判定処理を行う手順、を実行させるためのプログラム。 20
16. 15. に記載のプログラムにおいて、  
 前記検出結果が示す前記振動センサの振動の特徴解析処理を行い、閾値を用いて前記生産設備の異常判定処理を行う手順、  
 前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出する手順、  
 前記生成する手順において、抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け、前記閾値を更新する手順、をさらにコンピュータに実行させ、  
 前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、プログラム。 30
17. コンピュータに、  
 生産設備に設けられた振動センサの検出結果に基づいて当該生産設備の異常判定処理を第1の判別器を用いて行う手順、  
 前記第1の判別器により正常か異常かの判別ができなかった前記検出結果を画像化する手順、  
 前記画像化したデータを機械学習処理の対象として第2の判別器を生成する手順、  
 前記第2の判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う手順、を実行させるためのプログラム。
18. 17. に記載のプログラムにおいて、  
 前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出する手順 40  
 前記生成する手順において、抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け前記第1の判別器を更新する手順、をさらにコンピュータに実行させ、  
 前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、プログラム。
19. 15. から18. のいずれか一つに記載のプログラムにおいて、  
 前記生成する手順において、前記状態解析処理により正常と判定された前記データを前記機械学習処理の教師データとする手順をさらにコンピュータに実行させるためのプログラム。
20. 15. から19. のいずれか一つに記載のプログラムにおいて、  
 前記検出結果に対してノイズ除去処理を行う手順、 50

前記画像化する手順において、前記ノイズ除去処理が行われた後の前記検出結果を画像化  
化する手順、をさらにコンピュータに実行させるためのプログラム。

21. 15. から20. のいずれか一つに記載のプログラムにおいて、

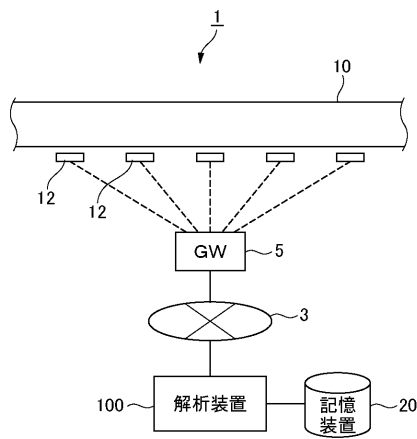
前記生産設備は、ベルトコンベアであり、

前記振動センサは、前記ベルトコンベアに設けられた複数の振動センサである、プログラ  
ム。

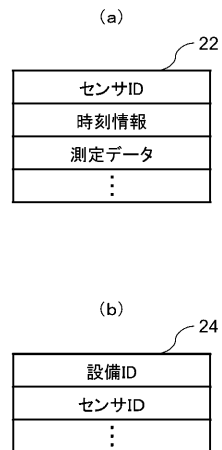
【0108】

この出願は、2019年2月5日に出願された日本出願特願2019-019068号  
を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

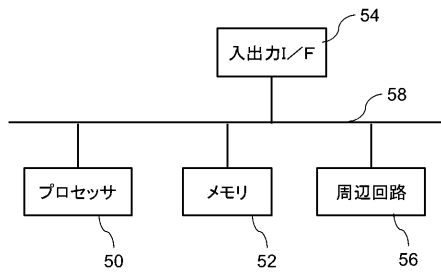
【図1】



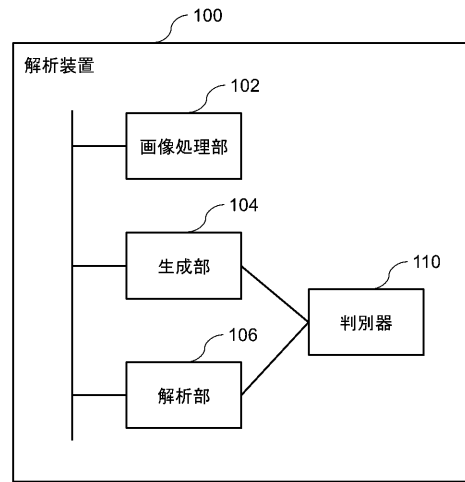
【図2】



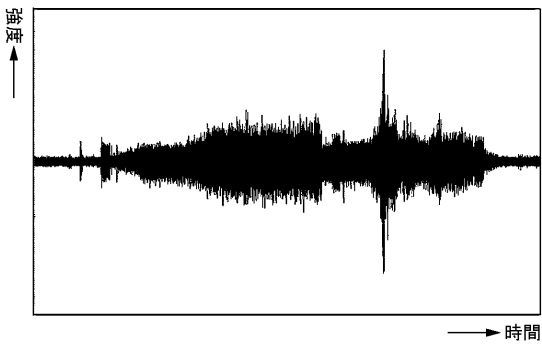
【 図 3 】



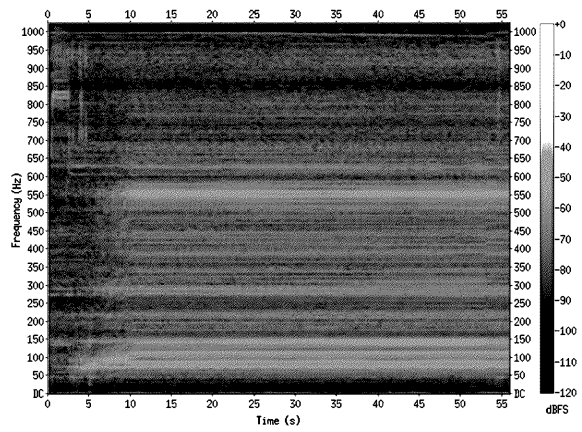
【 図 4 】



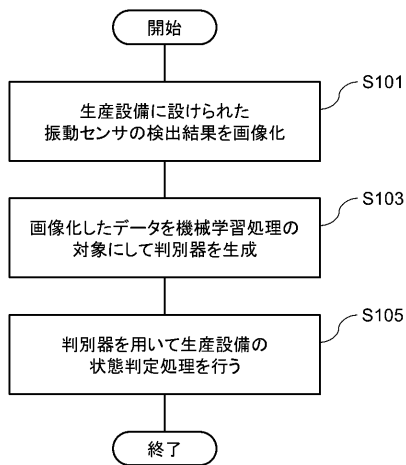
【 図 5 】



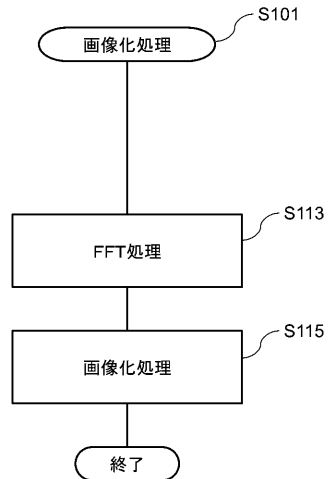
【 図 6 】



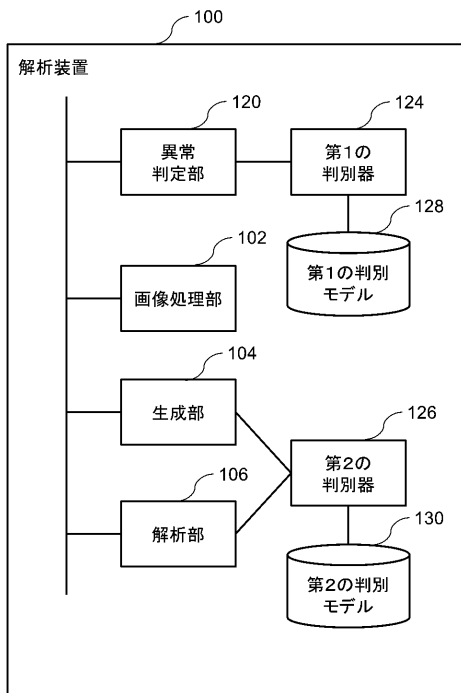
【 図 7 】



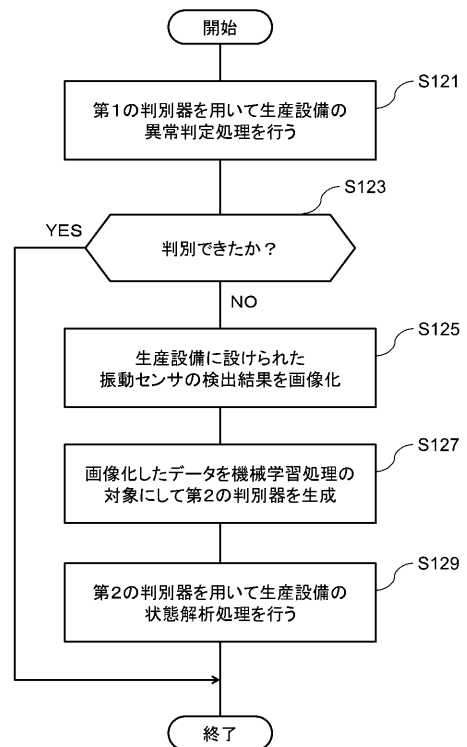
【 図 8 】



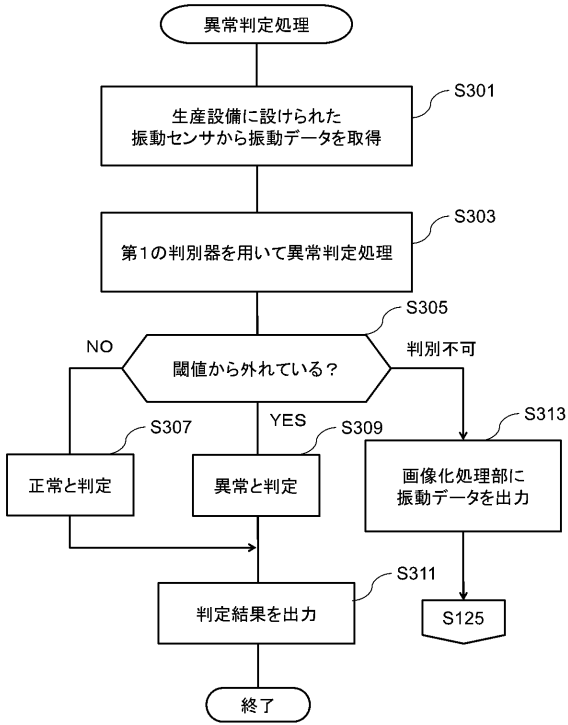
【 図 9 】



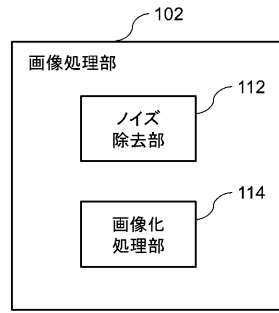
【 図 10 】



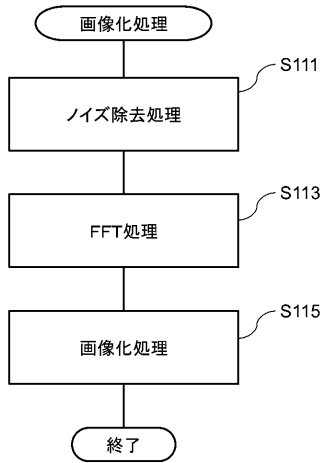
【 図 1 1 】



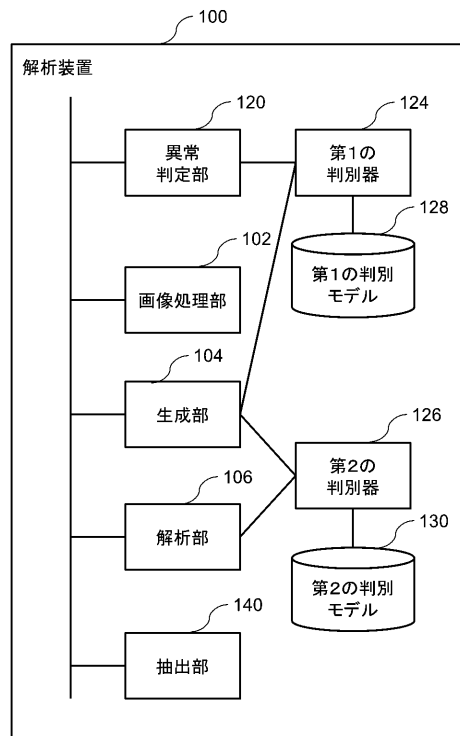
【 図 1 2 】



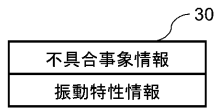
【 図 1 3 】



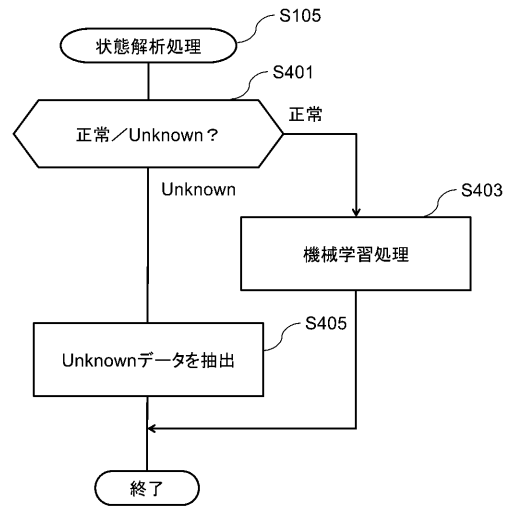
【 図 1 4 】



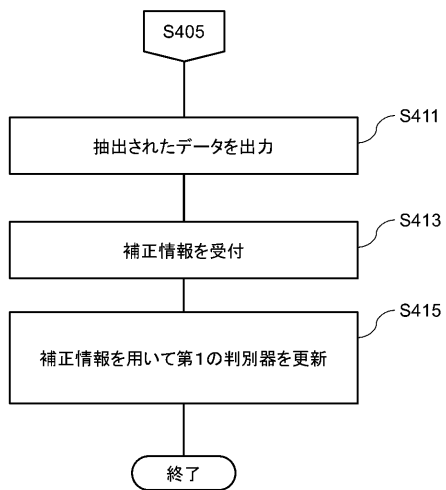
【 図 1 5 】



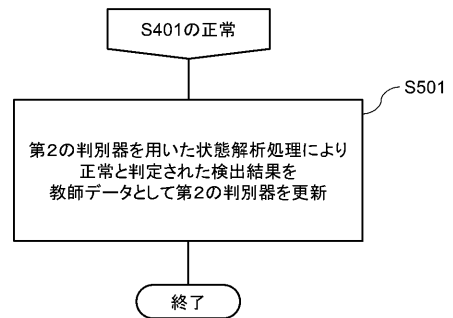
【 図 1 6 】



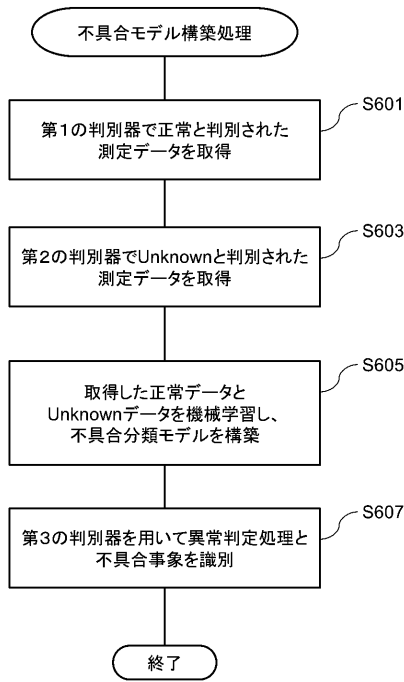
【 図 1 7 】



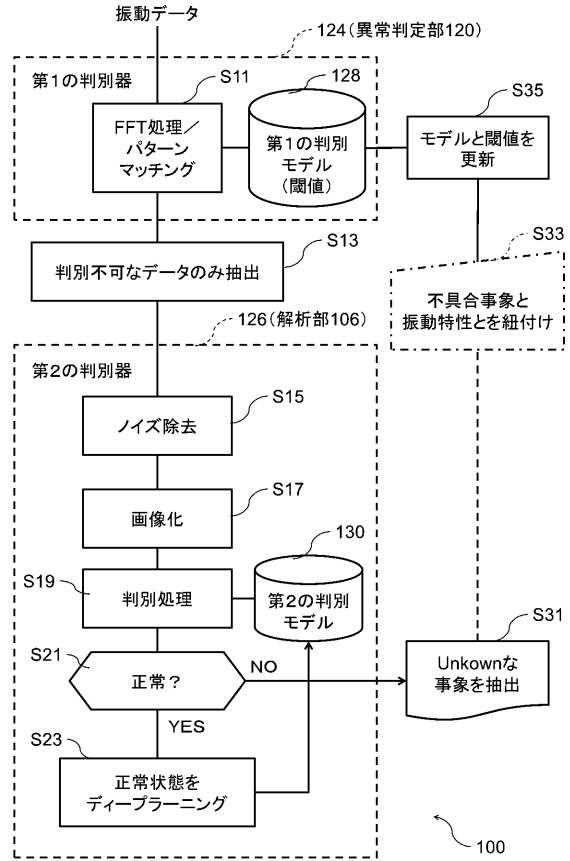
【 図 1 8 】



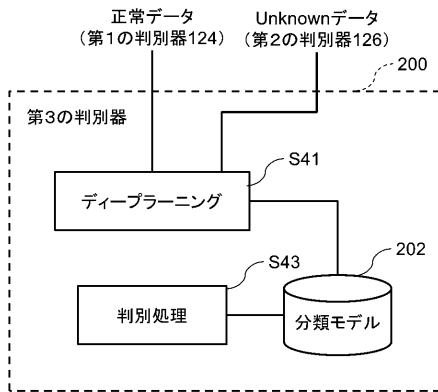
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



【 図 2 1 】



**【手続補正書】****【提出日】** 令和3年7月30日 (2021.7.30)**【手続補正 1】****【補正対象書類名】** 特許請求の範囲**【補正対象項目名】** 全文**【補正方法】** 変更**【補正の内容】****【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

生産設備に設けられた振動センサの検出結果を画像化する画像処理手段と、  
前記画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器を生成する生成手段と、  
前記判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う解析手段と、を備える解析装置

。

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の解析装置において、

前記検出結果が示す前記振動センサの振動の特徴解析処理を行い、閾値を用いて前記生産設備の異常判定処理を行う判定手段と、

前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出する抽出手段と、をさらに備え、

前記生成手段は、抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け、前記閾値を更新し、

前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、解析装置。

**【請求項 3】**

生産設備に設けられた振動センサの検出結果に基づいて当該生産設備の異常判定処理を第 1 の判別器を用いて行う判定手段と、

前記第 1 の判別器により正常か異常かの判別ができなかった前記検出結果を画像化する画像処理手段と、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象として第 2 の判別器を生成する生成手段と

、

前記第 2 の判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う解析手段と、

を備える、

解析装置。

**【請求項 4】**

請求項 3 に記載の解析装置において、

前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出する抽出手段をさらに備え、

前記生成手段は、抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け前記第 1 の判別器を更新し、

前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、解析装置。

**【請求項 5】**

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の解析装置において、

前記生成手段は、前記状態解析処理により正常と判定された前記データを前記機械学習処理の教師データとする、解析装置。

**【請求項 6】**

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の解析装置において、

前記検出結果に対してノイズ除去処理を行う処理手段をさらに備え、

前記画像処理手段は、前記処理手段による前記ノイズ除去処理が行われた後の前記検出結果を画像化する、解析装置。

**【請求項 7】**

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の解析装置において、

前記生産設備は、ベルトコンベアであり、

前記振動センサは、前記ベルトコンベアに設けられた複数の振動センサである、解析装置。

【請求項 8】

解析装置が、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果を画像化し、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器を生成し、

前記判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う、

解析方法。

【請求項 9】

解析装置が、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果に基づいて当該生産設備の異常判定処理を第 1 の判別器を用いて行い、

前記第 1 の判別器により正常か異常かの判別ができなかった前記検出結果を画像化し、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象として第 2 の判別器を生成し、

前記第 2 の判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う、

解析方法。

【請求項 10】

請求項 8 または 9 に記載の解析方法を少なくとも 1 つのコンピュータに実行させるプログラム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

【図 1】本発明の実施の形態に係る解析装置を用いた設備監視システムのシステム構成を概念的に示す図である。

【図 2】本実施形態の記憶装置が記憶する振動データと設備情報のデータ構造の一例を示す図である。

【図 3】本実施形態の各装置のハードウェア構成を例示するブロック図である。

【図 4】本実施形態の解析装置の論理的な構成を示す機能ブロック図である。

【図 5】は画像化前の測定データの時系列データを示す図である。

【図 6】画像処理部により画像化した画像データを示す図である。

【図 7】本実施形態の解析装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 8】図 7 のステップ S 101 の画像化処理の詳細フローの一例を示すフローチャートである。

【図 9】本実施形態の解析装置の論理的な構成を示す機能ブロック図である。

【図 10】本実施形態の解析装置の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 11】本実施形態の解析装置における異常判定処理の手順の一例を示すフローチャートである。

【図 12】本実施形態の解析装置の画像処理部の論理的な構成を示す機能ブロック図である。

【図 13】本実施形態の解析装置の画像処理部の動作の一例を示すフローチャートである。

【図 14】本実施形態の解析装置の論理的な構成を示す機能ブロック図である。

【図 15】補正情報 30 のデータ構造の一例を示す図である。

【図 16】解析部による判別処理の詳細フローの一例を示すフローチャートである。

【図 17】図 16 のステップ S 405 で抽出されたデータを用いた判別器の更新処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 18】図 16 の状態解析処理のステップ S 4 0 1 で正常と判別された場合の処理手順の一例を示すフローチャートである。

【図 19】解析装置の不具合モデル構築処理の手順の一例を示すフローチャートである。

【図 20】実施例 1 の解析装置を説明するためのフロー図である。

【図 21】実施例 2 の解析装置を説明するためのフロー図である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

バス 58 は、プロセッサ 50、メモリ 52、周辺回路 56 及び入出力インターフェイス 54 が相互にデータを伝送するためのデータ伝送路である。プロセッサ 50 は、例えば CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit) などの演算処理装置である。メモリ 52 は、例えば RAM (Random Access Memory) や ROM (Read Only Memory) などのメモリである。入出力インターフェイス 54 は、入力装置、外部装置、外部サーバ、センサ等から情報を取得するためのインターフェイスや、出力装置、外部装置、外部サーバ等に情報を出力するためのインターフェイスなどを含む。入力装置は、例えばキーボード、マウス、マイク等である。出力装置は、例えばディスプレイ、スピーカ、プリンタ、メーラ等である。プロセッサ 50 は、各モジュールに指令を出し、それらの演算結果をもとに演算を行うことができる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

画像処理部 102 は、生産設備 10 のセンサ 12 の検出結果（以下、振動データとも呼ぶ）を取得する。そして、画像処理部 102 は、取得した振動データを FFT 処理してから周波数分割し、そして、得られた振動スペクトラムデータを画像化して画像データを取得する。これらの処理により、データ量を圧縮することができ、機械学習処理および判別処理を高速化することができる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0039】

図 8 は、図 7 のステップ S 101 の画像化処理の詳細フローの一例を示すフローチャートである。まず、画像処理部 102 は、センサ 12 の測定データを FFT 処理してから周波数分割し（ステップ S 113）、得られた振動スペクトラムデータを画像化して画像データを出力する（ステップ S 115）。ステップ S 115 で得られた画像データは、図 7 のステップ S 105 で解析部 106 により判別器 110 を用いた生産設備 10 の状態解析処理が行われる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0044】

振動センサで計測される振動は、複数の要因からなる複数の振動波形が含まれる。一般に、振動センサから検出される測定データは、高速フーリエ変換（FFT：Fast Fourier Transform）処理を行うことにより周波数解析が行われる。測定データをFFT処理することにより、特徴的な周波数（ピーク）が検出され、検出されたピークレベルを閾値により正常か異常かを判別することで異常診断することが可能になる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

一例として、第1の判別器124は、振動センサの測定データをFFT処理して得られた周波数分布から、特定周波数のピークレベル、最大および平均ピークレベルの比、S/N比（Signal-to-Noise ratio）、および特定周波数の範囲でのピークレベルの積算値の少なくともいずれか一つについてそれぞれ求め、求めた値に閾値を設定し、閾値の範囲内か否かに基づいて異常判定処理を行う。そして閾値範囲内の場合は、第1の判別器124は、正常と判別し、閾値範囲外の場合は異常と判別する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0054】

この第2判別器126により「Unknown」と判別されたデータは、オペレータにより参照されて、分析されてもよい。オペレータにより分析された結果は、検出結果の異常判定処理の閾値に反映されてもよい。「Unknown」と判別されたデータの利用方法については後述する実施形態で詳細に説明する。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0058

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0058】

以上説明したように、本実施形態において、異常判定部120により第1の判別器124を用いて振動センサの検出結果に基づく異常判定処理で判別結果が得られなかった場合に、そのときの振動センサの検出結果を画像処理部102により画像化し、第2の判別器126により正常か「Unknown」かが判別される。このように、本実施形態によれば、第2の判別器126には、正常状態に対応する振動センサの検出結果のみを機械学習させ、正常状態について正規化するので、少量多品種や変種変動生産などで、製造条件が常に流動的で不具合事象の情報が積み上がりにくい場合であっても、判別の精度を向上できる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0065

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0065】

本実施形態では、生産設備10の異常判定処理に第1の判別器124を用い、第2の判別器126は異常判定処理には使用しない。また、第2の判別器126の判別結果は、第1の判別器124の第1の判別モデル128を更新するのに使用されるが、この構成については後述する実施形態で説明する。

## 【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 7 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 7 3】

(第 5 の実施の形態)

図 1 4 は、本実施形態の解析装置 1 0 0 の論理的な構成を示す機能ブロック図である。本実施形態の解析装置 1 0 0 は、生産設備 1 0 の状態解析処理により正常でないと判別されたデータを抽出し、そのデータに基づき第 1 の判別器 1 2 4 の第 1 の判別モデル 1 2 8 を更新する構成を有する点以外は上記実施形態と同様である。

## 【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 7 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 7 9】

オペレータが特定した不具合事象に、対応する振動の振動特性情報を紐付けた図 1 5 の補正情報 3 0 を、オペレータは操作画面等を用いて解析装置 1 0 0 に入力する。生成部 1 0 4 は、入力された補正情報 3 0 を受け付け、第 1 の判別器 1 2 4 の第 1 の判別モデル 1 2 8 を更新する。

## 【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 8 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 8 6】

また、第 2 の判別器 1 2 6 には、正常時の情報のみを機械学習させるので、少量多品種や変種変動生産などで、製造条件が常に流動的で不具合事象の情報が積み上がりにくい場合であっても、第 1 の判別モデル 1 2 8 を更新できるので生産設備 1 0 の異常状態の判定精度を向上させることができる。

## 【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 9 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 9 6】

(実施例 1)

図 2 0 は、実施例 1 の解析装置を説明するためのフロー図である。

まず、異常判定部 1 2 0 は、生産設備 1 0 のセンサ 1 2 から振動データが入力されると、第 1 の判別器 1 2 4 において FFT 処理を行う (ステップ S 1 1)。このとき第 1 の判別モデル 1 2 8 を用いてパターンマッチング処理により振動特性を特定する。そして、第 1 の判別器 1 2 4 は振動特性が閾値の範囲内の場合には正常と判定し、閾値の範囲を外れた場合は異常と判定する。異常判定部 1 2 0 はこの結果を設備監視システム 1 に生産設備 1 0 の異常判定結果として出力する (不図示)。

## 【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 1 0 7 】

15. コンピュータに、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果を画像化する手順、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象にして判別器を生成する手順、

前記判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う手順、を実行させるためのプログラム。

16. 15.に記載のプログラムにおいて、

前記検出結果が示す前記振動センサの振動の特徴解析処理を行い、閾値を用いて前記生産設備の異常判定処理を行う手順、

前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出する手順、

前記生成する手順において、抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け、前記閾値を更新する手順、をさらにコンピュータに実行させ、

前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、プログラム。

17. コンピュータに、

生産設備に設けられた振動センサの検出結果に基づいて当該生産設備の異常判定処理を第1の判別器を用いて行う手順、

前記第1の判別器により正常か異常かの判別ができなかった前記検出結果を画像化する手順、

前記画像化したデータを機械学習処理の対象として第2の判別器を生成する手順、

前記第2の判別器を用いて前記生産設備の状態解析処理を行う手順、を実行させるためのプログラム。

18. 17.に記載のプログラムにおいて、

前記状態解析処理で前記生産設備が正常状態でないと判定されたデータを抽出する手順、

前記生成する手順において、抽出された前記データに基づく補正情報を受け付け前記第1の判別器を更新する手順、をさらにコンピュータに実行させ、

前記補正情報は、不具合事象と振動特性とを紐付けた情報を含む、プログラム。

19. 15.から18.のいずれか一つに記載のプログラムにおいて、

前記生成する手順において、前記状態解析処理により正常と判定された前記データを前記機械学習処理の教師データとする手順をさらにコンピュータに実行させるためのプログラム。

20. 15.から19.のいずれか一つに記載のプログラムにおいて、

前記検出結果に対してノイズ除去処理を行う手順、

前記画像化する手順において、前記ノイズ除去処理が行われた後の前記検出結果を画像化する手順、をさらにコンピュータに実行させるためのプログラム。

21. 15.から20.のいずれか一つに記載のプログラムにおいて、

前記生産設備は、ベルトコンベアであり、

前記振動センサは、前記ベルトコンベアに設けられた複数の振動センサである、プログラム。

## 【 手 続 補 正 1 6 】

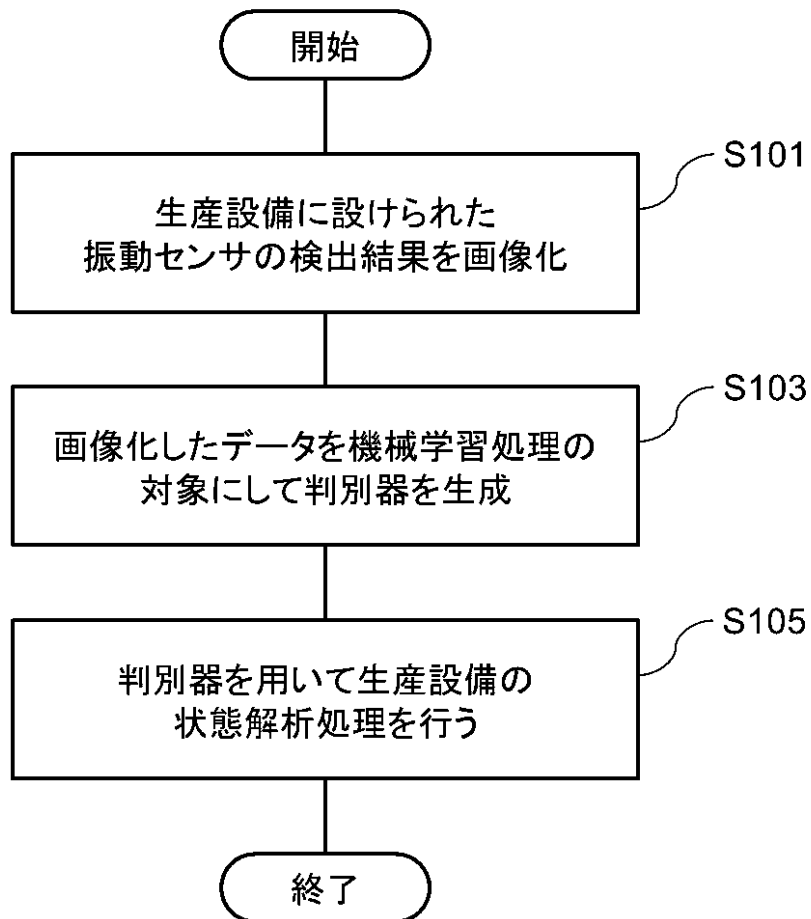
【 補 正 対 象 書 類 名 】 図 面

【 補 正 対 象 項 目 名 】 図 7

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【図 7】



【手続補正 17】

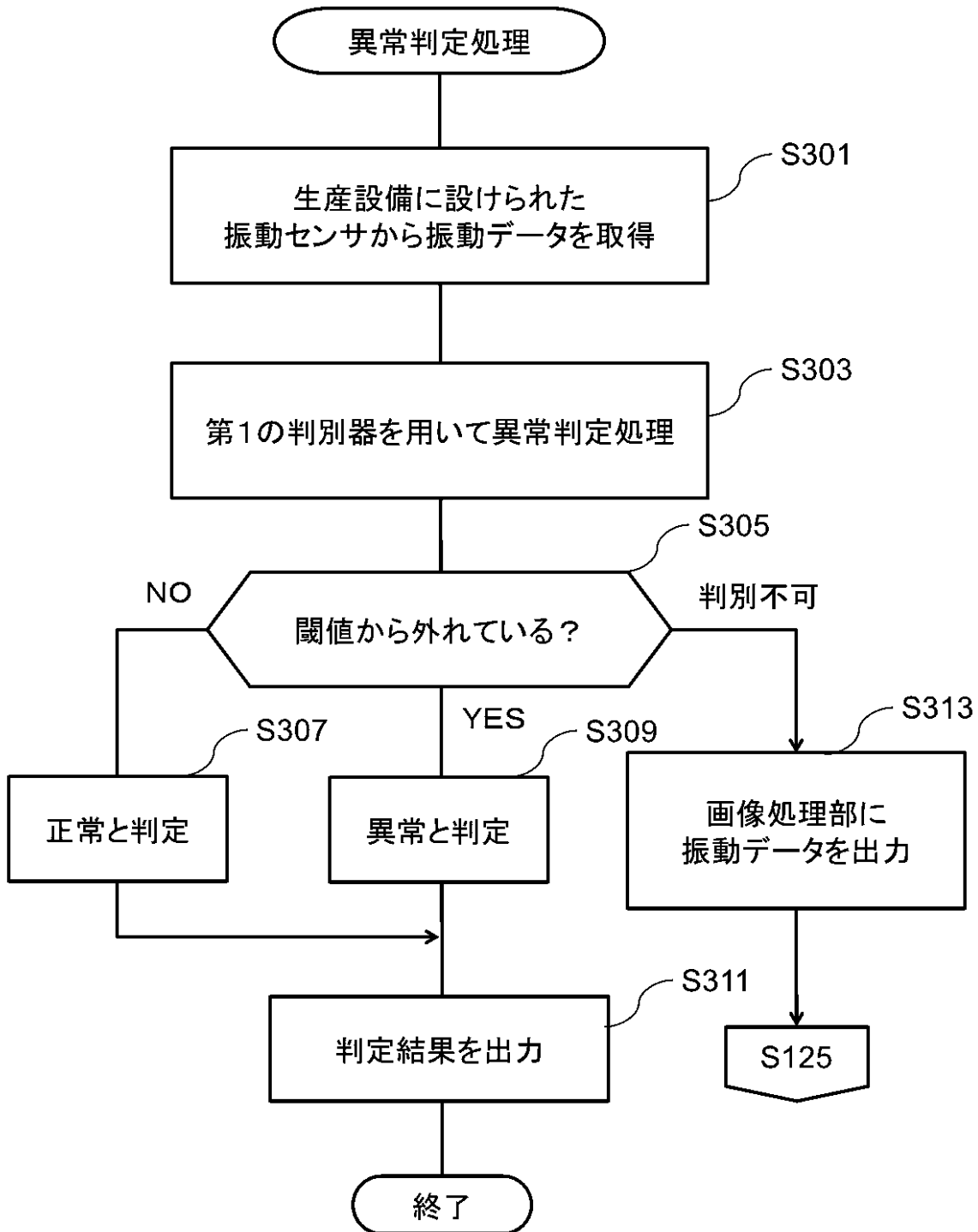
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図 1 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図 1 1】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2020/004042
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl. G01H17/00 (2006.01) i, G01M99/00 (2011.01) i FI: G01M99/00Z, G01H17/00C  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. G01H17/00, 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 1971-2020 Registered utility model specifications of Japan 1996-2020 Published registered utility model applications of Japan 1994-2020  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2018-178810 A (DENSO TEN LTD.) 15.11.2018 (2018-11-15), paragraphs [0010]-[0042], fig. 1, 2	1-2, 5-9, 12-16, 19-21 3-4, 10-11, 17-18
Y A	JP 2008-232708 A (JFE STEEL CORPORATION) 02.10.2008 (2008-10-02), paragraphs [0002]-[0005], [0021], [0022], fig. 1	1-2, 5-9, 12-16, 19-21 3-4, 10-11, 17-18
Y A	WO 2018/216258 A1 (NEC CORPORATION) 29.11.2018 (2018-11-29), paragraphs [0011]-[0073], [0092]-[0107], fig. 1-4, 7	2, 5-7, 9, 12-14, 16, 19-21 3-4, 10-11, 17-18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16.03.2020		Date of mailing of the international search report 31.03.2020
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 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/JP2020/004042

JP 2018-178810 A	15.11.2018	(Family: none)
JP 2008-232708 A	02.10.2008	(Family: none)
WO 2018/216258 A1	29.11.2018	(Family: none)

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2020/004042								
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01H 17/00(2006.01)i; G01M 99/00(2011.01)i FI: G01M99/00 Z; G01H17/00 C										
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）） G01H17/00; 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										
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">日本国実用新案公報</td> <td style="text-align: right;">1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td style="text-align: right;">1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td style="text-align: right;">1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td style="text-align: right;">1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
Y	JP 2018-178810 A (株式会社デンソーテン) 15.11.2018 (2018-11-15) [0010]-[0042], [図1]-[図2]	1-2, 5-9, 12-16, 19-21								
A	[0010]-[0042], [図1]-[図2]	3-4, 10-11, 17-18								
Y	JP 2008-232708 A (JFEスチール株式会社) 02.10.2008 (2008-10-02) [0002]-[0005], [0021]-[0022], [図1]	1-2, 5-9, 12-16, 19-21								
A	[0002]-[0005], [0021]-[0022], [図1]	3-4, 10-11, 17-18								
Y	WO 2018/216258 A1 (日本電気株式会社) 29.11.2018 (2018-11-29) [0011]-[0073], [0092]-[0107], [図1]-[図4], [図7]	2, 5-7, 9, 12-14, 16, 19-21								
A	[0011]-[0073], [0092]-[0107], [図1]-[図4], [図7]	3-4, 10-11, 17-18								
<input type="checkbox"/> C権の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           * 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         </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;">           "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            "&amp;" 同一パテントファミリー文献         </td> </tr> </table>			* 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						
* 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  16.03.2020	国際調査報告の発送日  31.03.2020									
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）  川瀬 正巳 2J 5260  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/JP2020/004042

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-178810 A	15.11.2018	(ファミリーなし)	
JP 2008-232708 A	02.10.2008	(ファミリーなし)	
WO 2018/216258 A1	29.11.2018	(ファミリーなし)	

## フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。