

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年9月14日(14.09.2023)



(10) 国際公開番号

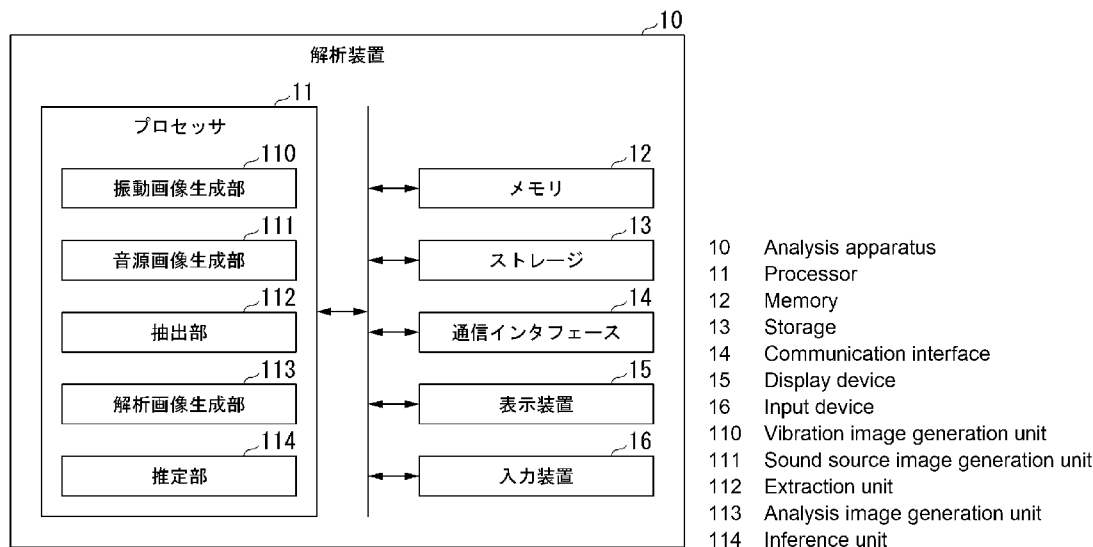
WO 2023/171663 A1

- (51) 国際特許分類:
G01H 3/00 (2006.01) G01H 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/008558
- (22) 国際出願日: 2023年3月7日(07.03.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-036498 2022年3月9日(09.03.2022) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岩崎 晃久 (IWASAKI Akihisa);
〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
後藤 尚貴 (GOTO Naoki); 〒1008332 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松沼 泰史, 外 (MATSUNUMA Yasushi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: ANALYSIS APPARATUS, ANALYSIS METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 解析装置、解析方法、およびプログラム

[図2]



(57) Abstract: This analysis apparatus comprises: a vibration image generation unit for generating, on the basis of an image obtained by imaging an inspection target, a vibration image obtained by visualizing, for each region of the inspection target on the image, a vibration level at a first natural vibration frequency at which a peak of the vibration level appears; a sound source image generation unit for generating a sound source image that is obtained by visualizing the sound pressure level for each of the regions on the image on the basis of recorded sound data of the inspection target simultaneously recorded with the image; an extraction unit for extracting a first natural vibration frequency included in a predetermined range from a second natural vibration frequency at which a peak of the sound pressure level of noise appears; and an analysis image generation unit for generating an analysis image in which the vibration image corresponding to the extracted

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

first natural vibration frequency overlaps with the sound source image.

(57) 要約: 解析装置は、検査対象を撮影した画像に基づいて、振動レベルのピークが現れる第1固有振動数における、画像上の検査対象の領域毎の振動レベルを可視化した振動画像を生成する振動画像生成部と、画像と同時に録音した検査対象の録音データに基づいて、画像上の領域毎の音圧レベルを可視化した音源画像を生成する音源画像生成部と、騒音の音圧レベルのピークが現れる第2固有振動数から所定範囲内に含まれる第1固有振動数を抽出する抽出部と、抽出した第1固有振動数に対応する振動画像と、音源画像とを重ねた解析画像を生成する解析画像生成部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 解析装置、解析方法、およびプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、解析装置、解析方法、およびプログラムに関する。

本願は、2022年3月9日に、日本に出願された特願2022-036498号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 検査対象となる構造物、機械などを撮影した画像（映像）から、検査対象の状態を把握する技術が考えられている。例えば、特許文献1には、橋梁等の構造物を撮影した画像から構造物の面内変位を測定して、構造物の状態を点検する技術が記載されている。また、撮影した画像から、検査対象の振動状態（振動が生じている位置、振動の大きさなど）を計測する技術が考えられている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2020/255231号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 検査対象は、振動により騒音を生じる場合がある。騒音を抑制するための対策を適切に行うためには、騒音の原因となる振動を特定する必要がある。

[0005] 本開示は、このような課題に鑑みてなされたものであって、検査対象の振動および騒音の相関を可視化することができる解析装置、解析方法、およびプログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様によれば、解析装置は、検査対象を撮影した画像に基づいて前記検査対象の振動レベルの時系列、および振動数毎の振動レベルの分布を含む振動情報を取得して、前記振動レベルのピークが現れる第1固有振動

数における、前記画像上の前記検査対象の領域毎の振動レベルを可視化した振動画像を生成する振動画像生成部と、前記画像と同時に録音した前記検査対象の録音データに基づいて前記検査対象から生じる騒音の音圧レベルの時系列、および振動数毎の音圧レベルの分布を含む騒音情報を取得して、前記画像上の前記領域毎の音圧レベルを可視化した音源画像を生成する音源画像生成部と、前記振動情報および前記騒音情報に基づいて、前記騒音の音圧レベルのピークが現れる第2固有振動数から所定範囲内に含まれる第1固有振動数を抽出する抽出部と、抽出した前記第1固有振動数に対応する前記振動画像と、前記音源画像とを重ねた解析画像を生成する解析画像生成部と、を備える。

[0007] 本開示の一態様によれば、解析方法は、検査対象を撮影した画像に基づいて前記検査対象の振動レベルの時系列、および振動数毎の振動レベルの分布を含む振動情報を取得して、前記振動レベルのピークが現れる第1固有振動数における、前記画像上の前記検査対象の領域毎の振動レベルを可視化した振動画像を生成するステップと、前記画像と同時に録音した前記検査対象の録音データに基づいて前記検査対象から生じる騒音の音圧レベルの時系列、および振動数毎の音圧レベルの分布を含む騒音情報を取得して、前記画像上の前記領域毎の音圧レベルを可視化した音源画像を生成するステップと、前記振動情報および前記騒音情報に基づいて、前記騒音の音圧レベルのピークが現れる第2固有振動数から所定範囲内に含まれる第1固有振動数を抽出するステップと、抽出した前記第1固有振動数に対応する前記振動画像と、前記音源画像とを重ねた解析画像を生成するステップと、を有する。

[0008] 本開示の一態様によれば、プログラムは、検査対象を撮影した画像に基づいて前記検査対象の振動レベルの時系列、および振動数毎の振動レベルの分布を含む振動情報を取得して、前記振動レベルのピークが現れる第1固有振動数における、前記画像上の前記検査対象の領域毎の振動レベルを可視化した振動画像を生成するステップと、前記画像と同時に録音した前記検査対象の録音データに基づいて前記検査対象から生じる騒音の音圧レベルの時系列

、および振動数毎の音圧レベルの分布を含む騒音情報を取得して、前記画像上の前記領域毎の音圧レベルを可視化した音源画像を生成するステップと、前記振動情報および前記騒音情報に基づいて、前記騒音の音圧レベルのピークが現れる第2固有振動数から所定範囲内に含まれる第1固有振動数を抽出するステップと、抽出した前記第1固有振動数に対応する前記振動画像と、前記音源画像とを重ねた解析画像を生成するステップと、を解析装置に実行させる。

発明の効果

[0009] 本開示に係る解析装置、解析方法、およびプログラムによれば、検査対象の騒音の音源および振動の相関を可視化することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本開示の第1の実施形態に係る解析システムの全体構成を示す図である。

[図2]本開示の第1の実施形態に係る解析装置の機能構成を示すブロック図である。

[図3]本開示の第1の実施形態に係る解析装置の処理の一例を示すフローチャートである。

[図4]本開示の第1の実施形態に係る振動画像の一例を示す図である。

[図5]本開示の第1の実施形態に係る音源画像の一例を示す図である。

[図6]本開示の第1の実施形態に係る解析装置の機能を説明するための第1の図である。

[図7]本開示の第1の実施形態に係る解析装置の機能を説明するための第2の図である。

[図8]本開示の第1の実施形態に係る解析画像の一例を示す図である。

[図9]本開示の第2の実施形態に係る解析装置の機能を説明するための第1の図である。

[図10]本開示の第2の実施形態に係る解析装置の機能を説明するための第2の図である。

[図11]本開示の第3の実施形態に係る解析装置の機能を説明するための第1の図である。

[図12]本開示の第3の実施形態に係る解析装置の機能を説明するための第2の図である。

発明を実施するための形態

[0011] <第1の実施形態>

以下、本開示の第1の実施形態に係る解析システム1および解析装置10について、図1～図8を参照しながら説明する。

[0012] (全体構成)

図1は、本開示の第1の実施形態に係る解析システムの全体構成を示す図である。

解析システム1は、検査対象9の振動および騒音を計測し、騒音の音源位置の特定およびメカニズム（騒音の原因となる振動等）を視覚的に確認可能な解析画像を出力するためのシステムである。検査対象9は、例えば、モータやガスタービンのような回転機械等である。図1には、検査対象9が回転機械の回転軸である例が示されている。また、他の実施形態では、検査対象9は、ガスタービンの回転翼であってもよいし、配管のような構造物であってもよい。

[0013] 図1に示すように、解析システム1は、カメラ2と、複数のマイクロホン3と、解析装置10とを備える。

[0014] カメラ2は、検査対象9を撮影する。カメラ2が撮影した画像D1（映像）は、解析装置10に送信される。

[0015] 複数のマイクロホン3は、それぞれ、検査対象9が発する音（騒音）を録音する。各マイクロホン3が録音した録音データD2は、解析装置10に送信される。

[0016] 解析装置10は、画像D1および録音データD2に基づいて、検査対象9の振動および騒音の状態を可視化した解析画像を生成する。

[0017] (解析装置の機能構成)

図2は、本開示の第1の実施形態に係る解析装置の機能構成を示すブロック図である。

図2に示すように、解析装置10は、プロセッサ11と、メモリ12と、ストレージ13と、通信インタフェース14と、表示装置15と、入力装置16とを備えている。

[0018] プロセッサ11は、所定のプログラムに従って動作することにより、振動画像生成部110、音源画像生成部111、抽出部112、解析画像生成部113、および推定部114としての機能を発揮する。

[0019] 振動画像生成部110は、検査対象9を撮影した画像D1に基づいて検査対象9の振動レベルの時系列、および振動数毎の振動レベルの分布を含む振動情報を取得する。また、振動画像生成部110は、振動レベルのピークが現れる第1固有振動数における、画像D1上の検査対象の領域毎の振動レベルを可視化した振動画像を生成する。

[0020] 音源画像生成部111は、画像D1と同時に録音した検査対象9の録音データD2に基づいて検査対象9から生じる騒音の音圧レベルの時系列、および振動数毎の音圧レベルの分布を含む騒音情報を取得する。また、音源画像生成部111は、画像D1上の領域毎の音圧レベルを可視化した音源画像を生成する。

[0021] 抽出部112は、振動情報および騒音情報に基づいて、騒音の音圧レベルのピークが現れる第2固有振動数から所定範囲内に含まれる第1固有振動数を抽出する。

[0022] 解析画像生成部113は、抽出部112が抽出した第1固有振動数に対応する振動画像と、音源画像とを重ねた解析画像を生成する。

[0023] 推定部114は、解析画像に基づいて、騒音の原因となる振動を推定する。

[0024] なお、プロセッサ11が実行する所定のプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶される。また、コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM

、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしてもよい。さらに、このプログラムは、上述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。更に、上述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

[0025] メモリ 12 は、プロセッサ 11 の動作に必要なメモリ領域を有する。

[0026] ストレージ 13 は、いわゆる補助記憶装置であって、例えば、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive) 等である。

[0027] 通信インタフェース 14 は、外部機器（カメラ 2、マイクロホン 3 等）との間で各種信号の送受信を行うためのインタフェースである。

[0028] 表示装置 15 は、解析画像等を表示する表示デバイスであって、例えば、液晶ディスプレイや有機ELディスプレイなどである。

[0029] 入力装置 16 は、解析装置 10 のユーザの操作を受け付ける入力デバイスであって、例えば、一般的なマウス、キーボード、タッチセンサなどである。

[0030] （解析装置の処理フロー）

図 3 は、本開示の第 1 の実施形態に係る解析装置の処理の一例を示すフローチャートである。

以下、図 3 を参照しながら、解析装置 10 が騒音の音源位置および原因を解析するための解析画像を生成する処理の一例について説明する。

[0031] まず、振動画像生成部 110 は、カメラ 2 が撮影した検査対象 9 の画像 D1 に基づいて、振動情報を取得する（ステップ S10）。振動情報は、画像 D1 上の領域毎（例えば、画素毎）の振動レベルの時系列と、振動数毎の振動レベルの分布とを含む。まず、振動画像生成部 110 は、画像 D1 に既知の画像処理を施すことにより、画像 D1 の各画素における検査対象 9 の変位量を表す振動レベルを取得する。また、振動画像生成部 110 は、振動レベルの時系列に対し周波数分析（例えば、高速フーリエ変換）を行い、振動数毎

の振動レベルの分布を表す周波数スペクトルを求める。

[0032] 振動画像生成部 110 は、周波数スペクトルに基づいて、振動レベルがピークとなる第 1 固有振動数を検出する。また、振動画像生成部 110 は、第 1 固有振動数における、画像 D 1 上の各領域の振動レベルを可視化した振動画像を生成する（ステップ S 11）。

[0033] 図 4 は、本開示の第 1 の実施形態に係る振動画像の一例を示す図である。

図 4 に示すように、振動画像生成部 110 は、画像 D 1 から取得した振動情報 D 3 に含まれる周波数スペクトル S P 1 に基づいて、振動レベルのピーク検出を行う。図 4 の例では、周波数スペクトル S P 1 には 4 つのピーク P 1 a、P 1 b、P 1 c、P 1 d が現れている。これらピークに対応する振動数 f_{1a} 、 f_{1b} 、 f_{1c} 、 f_{1d} が、検査対象 9 の振動モードを示す第 1 固有振動数である。また、振動画像生成部 110 は、第 1 固有振動数 f_{1a} 、 f_{1b} 、 f_{1c} 、 f_{1d} それぞれについて、振動画像 D 4 を生成する。

[0034] 例えば、振動画像 D 4 は、画像 D 1 に対し、各画素の変位量を X 倍に増幅する画像処理（振動増幅処理）を施した映像である。これにより、振動画像生成部 110 は、検査対象 9 に肉眼での検出が困難な微細な振動が生じている場合であっても、各時刻における振動の状態（各画素の振動レベル）を視認可能な振動画像を得ることができる。

[0035] また、振動画像 D 4 は、第 1 固有振動数における振動レベルの分布を表すコンター図であってもよい。さらに、振動画像 D 4 は、第 1 固有振動数における各画素の振動の向きおよび大きさを表すベクトルを描画した振動ベクトル画像であってもよい。

[0036] 音源画像生成部 111 は、複数のマイクロホン 3 それぞれが録音した録音データ D 2 に基づいて、騒音情報を取得する（ステップ S 12）。騒音情報は、画像 D 1 の領域毎（画素毎）の音圧レベルの時系列と、振動数毎の音圧レベルの分布とを含む。具体的には、音源画像生成部 111 は、各録音データに記録された騒音の音圧差、時間差などに基づいて、画像 D 1 上の各画素における騒音の音圧レベルの時系列を取得する。また、音源画像生成部 11

1 は、音圧レベルの時系列に対し周波数分析（例えば、高速フーリエ変換）を行い、振動数毎の音圧レベルの分布を表す周波数スペクトルを求める。

[0037] なお、録音データ D 2 は、画像 D 1 と同時に録音されたものである。また、画像 D 1 および録音データ D 2 には、解析開始タイミングを示すトリガ信号が記録されていてもよい。この場合、音源画像生成部 1 1 1 は、トリガ信号に基づいて画像 D 1 と録音データ D 2 を同期する。

[0038] 音源画像生成部 1 1 1 は、周波数スペクトルに基づいて、振動レベルがピークとなる第 2 固有振動数を検出する。また、音源画像生成部 1 1 1 は、第 2 固有振動数における、画像 D 1 上の各領域の音圧レベルを可視化した音源画像を生成する（ステップ S 1 3）。

[0039] 図 5 は、本開示の第 1 の実施形態に係る音源画像の一例を示す図である。

図 5 に示すように、音源画像生成部 1 1 1 は、録音データ D 2 から取得した騒音情報 D 5 に含まれる周波数スペクトル S P 2 に基づいて、音圧レベルのピーク検出を行う。図 5 の例では、周波数スペクトル S P 2 には 2 つのピーク P 2 a、P 2 b が現れている。これらピークに対応する振動数 f_{2a} 、 f_{2b} が、検査対象 9 の騒音に関する第 2 固有振動数である。また、音源画像生成部 1 1 1 は、第 2 固有振動数 f_{2a} 、 f_{2b} それぞれについて、音源画像 D 6 を生成する。音源画像 D 6 は、例えば、第 2 固有振動数における音圧レベルの分布を表すコンター図である。

[0040] 次に、抽出部 1 1 2 は、振動情報 D 3 および騒音情報 D 5 に基づいて、構造系および音響系とで略一致する固有振動数を抽出する。具体的には、抽出部 1 1 2 は、振動および騒音の周波数スペクトル S P 1、S P 2 を比較して、振動レベルおよび音圧レベルの両方のピークが現れる固有振動数を抽出する（ステップ S 1 5）。

[0041] 図 6 は、本開示の第 1 の実施形態に係る解析装置の機能を説明するための第 1 の図である。

図 6 に例示する振動の周波数スペクトル S P 1 によれば、振動レベルのピーク P 1 a ~ P 1 d が現れる第 1 固有振動数は振動数 f_{1a} ~ f_{1d} である

。また、図6に例示する騒音の周波数スペクトルSP2によれば、音圧レベルのピークP2a～P2bが現れる第2固有振動数は振動数f2a、f2bである。抽出部112は、振動の複数の第1固有振動数のうち、騒音の第2固有振動数から所定範囲に含まれる第1固有振動数を、振動レベルおよび音圧レベルが共通して大きくなる固有振動数として抽出する。図6の例では、第2固有振動数f2bを中心とした所定範囲Rに、振動レベルのピークP1cが現れる第1固有振動数f1cが1つのみ含まれている。この場合、抽出部112は、第1固有振動数f1cを抽出する。

[0042] 図7は、本開示の第1の実施形態に係る解析装置の機能を説明するための第2の図である。

図7の例では、第2固有振動数f2bを中心とした所定範囲Rに、複数の振動レベルのピークP1b、P1c、P1dが現れる。この場合、抽出部112は、これらピークP1b、P1c、P1dに対応する複数の第1固有振動数f1b、f1c、f1dを抽出する。

[0043] また、図6および図7の例では、音圧レベルのピークP2aが現れる第2固有振動数f2aから所定範囲内には、振動レベルのピークが現れていない。この場合、抽出部112は、このピークP2aで示される騒音は振動との相関がない（例えば、風切音など振動に関係しない音である）と判断し、この第2固有振動数f2aに対する第1固有振動数の抽出を行わない。

[0044] 次に、解析画像生成部113は、抽出部112が抽出した第1固有振動数に対応する振動画像D4に音源画像D6を重ねた解析画像を生成する（ステップS15）。

[0045] 図8は、本開示の第1の実施形態に係る解析画像の一例を示す図である。

ステップS14で抽出した第1固有振動数が1つのみである場合、解析画像生成部113はこの第1固有振動数に対応する振動画像D4に音源画像D6を重ねた解析画像D7を1つ生成する。また、図7および図8の例のように、ステップS14で抽出した第1固有振動数が複数ある場合、解析画像生成部113は第1固有振動数に対応する振動画像D4それぞれに音源画像D

6を重ねた複数の解析画像D7を生成する。なお、図8の例では、振動画像D4としてコンター図を用いる例が示されているが、これに限られることはない。他の実施形態では、振動画像D4として、振動増幅映像または振動ベクトル画像を用いてもよい。

[0046] 解析画像生成部113は、生成した解析画像D7を表示装置15に表示する。解析装置10のユーザは、表示装置15に表示された解析画像D7を参照して、騒音の音源位置、および騒音の原因となる振動を確認することができる。解析画像生成部113は、複数の解析画像D7を生成した場合、これらを見比べられるように表示装置15に並べて表示してもよいし、解析装置10のユーザの操作に従い、各解析画像D7を切り替えて表示してもよい。また、解析画像生成部113は、解析画像D7とともに、振動および騒音の周波数スペクトルSP1、SP2や、解析画像D7に用いた第1固有振動数、第2固有振動数等の情報を表示してもよい。

[0047] 図7の例のように、第2固有振動数 f_{2b} と近い第1固有振動数 f_{1b} 、 f_{1c} 、 f_{1d} が複数ある場合、どの第1固有振動数の振動（振動モード）が、第2固有振動数 f_{2b} で示される騒音の原因であるのかを特定することが困難である。しかしながら、図8に示すように、第1固有振動数 f_{1b} 、 f_{1c} 、 f_{1d} それぞれの振動画像D4に、音源画像D6を重ねることにより、各振動モードによる振動が生じている位置と、騒音の音源位置との比較が容易となる。図8の例では、3つの第1固有振動数のうち、第1固有振動数 f_{1b} の振動が生じる位置と、騒音の音源位置（音圧レベルが最大となる位置）とが略一致している。また、他の第1固有振動数 f_{1c} 、 f_{1d} の振動が生じる位置は、騒音の音源位置から離れている。このため、解析装置10のユーザは、この騒音は第1固有振動数 f_{1b} の振動が原因であると推定することができる。

[0048] また、振動位置（振動発生源）から他の場所へ振動が伝搬して、振動位置から離れた場所から騒音が生じるケースもある。このようなケースを考慮して、解析画像生成部113は、例えば、抽出部112が抽出した第1固有振

動数で表される複数の振動それぞれについて、一の振動と他の振動との2点間の振動データの相関分析を行い、この分析結果を解析画像D7とともに表示してもよい。ユーザは、解析画像D7とともに、各振動間の相関分析の分析結果を参照して、騒音の原因と推定される振動を、1つまたは複数、選択する。例えば、図8に示す解析画像D7において、第1固有振動数 f_{1b} の振動位置は、騒音の音源位置と略一致しており、且つ、第1固有振動数 f_{1b} および第1固有振動数 f_{1c} の相関が、予め設定した値よりも大きいとする。この場合、ユーザは、この解析画像D7と、相関分析の分析結果とに基づいて、第1固有振動数 f_{1b} および第1固有振動数 f_{1c} の2つの振動が、騒音の原因の候補であると推定する。

[0049] また、騒音の発生原因の推定は、ユーザが解析画像D7を目視して行うのではなく、解析装置10が自動的に行ってもよい。具体的には、推定部114は、各解析画像D7の音圧レベルおよび振動レベルが最大となる領域（画素）を比較して、各解析画像D7で示される第1固有振動数の振動が騒音の原因であるか否かを推定する。推定部114は、解析画像D7の音圧レベルが最大となる領域（音源位置）と、振動レベルが最大となる領域（振動位置）との間の距離が閾値以下である場合、この解析画像D7で示される第1固有振動数の振動が騒音の原因であると推定する。一方、音源位置および振動位置の間の距離が閾値を超える場合、この解析画像D7で示される振動は騒音の原因ではないと推定する。音圧レベルが最大となる領域とは、音圧レベルの最大値が検出された領域、または、音圧レベルの最大値からX%（例えば、90%）までの値が検出された領域である。振動レベルが最大となる領域についても同様である。

[0050] また、推定部114は、解析画像生成部113が各振動の他の振動との相関分析を行っている場合、この分析結果に基づいて騒音の原因となる振動をさらに推定してもよい。例えば、図8に示す解析画像D7において、第1固有振動数 f_{1b} の振動位置は、騒音の音源位置と略一致しており、且つ、第1固有振動数 f_{1b} および第1固有振動数 f_{1c} の相関が、予め設定した値

よりも大きいとする。この場合、推定部 114 は、この解析画像 D7 と、相関分析の分析結果とに基づいて、第 1 固有振動数 f_{1b} および第 1 固有振動数 f_{1c} で表される 2 つの振動が、騒音の原因の候補であると推定してもよい。これにより、振動位置から離れた位置で騒音が生じる場合に、この振動位置を騒音の原因の候補から除外してしまうことを抑制することができる。

[0051] 推定部 114 は、推定結果とともに、騒音の原因であると推定した振動を示す解析画像 D7 を表示装置 15 に表示する。

[0052] なお、推定部 114 は、複数の解析画像 D7 について、音源位置と振動位置との間の距離が閾値以下であると判断した場合、これら解析画像 D7 で示される複数の振動を、騒音の原因候補として推定してもよい。この場合、推定部 114 は、複数の推定結果および解析画像 D7 を表示装置 15 に表示して、ユーザに確認を促すようにしてもよい。このように候補を絞り込んで表示することにより、ユーザは全ての解析画像 D7 を確認する手間を低減することができる。

[0053] (作用、効果)

以上のように、本実施形態に係る解析装置 10 は、検査対象 9 の領域毎の振動レベルを可視化した振動画像 D4 を生成する振動画像生成部 110 と、検査対象 9 の領域毎の音圧レベルを可視化した音源画像 D6 を生成する音源画像生成部 111 と、振動レベルおよび音圧レベルのピークが共通して現れる第 1 固有振動数を抽出する抽出部 112 と、抽出した第 1 固有振動数に対応する振動画像 D4 と、音源画像 D6 とを重ねた解析画像を生成する解析画像生成部 113 と、を備える。

[0054] このような構成を有していることにより、解析装置 10 は、振動および騒音の強さの相関や、振動位置および騒音の音源位置の相関などを視認可能な解析画像 D7 をユーザに提供することができる。また、ユーザは、解析画像 D7 を参照して騒音の原因となる振動を容易に推定することができるので、騒音に対する適切な対応を早期に行うことができる。

[0055] また、抽出部 112 は、第 2 固有振動数から所定範囲内に含まれる複数の

第1固有振動数を抽出し、解析画像生成部113は、複数の第1固有振動数それぞれに対応する複数の解析画像D7を生成する。

[0056] このようにすることで、解析装置10は、騒音の第2固有振動数に近い振動モード（第1固有振動数）が複数ある場合に、各振動モードの解析画像D7を生成することができる。また、ユーザは、固有振動数から騒音の原因となる振動を一つに絞り込めない場合であっても、解析画像D7で振動位置と騒音の音源位置との相関を確認することにより、騒音の原因となる振動を精度よく推定することができる。

[0057] また、解析装置10は、解析画像D7に基づいて、騒音の原因となる振動を自動的に推定する推定部114をさらに備えている。

[0058] このようにすることで、解析装置10は、騒音の原因と推定される振動をユーザに認識させることができる。また、解析装置10は、解析画像D7が複数生成された場合であっても、原因として推定した振動に対応する解析画像D7をユーザに提示することにより、ユーザが全ての解析画像D7を確認する手間を低減することができる。

[0059] また、推定部114は、解析画像D7における振動位置と音源位置との距離が閾値以下である場合、この解析画像D7で示される第1固有振動数の振動が騒音の原因であると推定する。さらに、推定部114は、解析画像D7における振動位置と音源位置との距離が閾値を超える場合、この解析画像D7で示される第1固有振動数の振動が騒音の原因ではないと推定する。

[0060] このようにすることで、解析装置10は、解析画像で示される振動位置と音源位置の相関から、各解析画像D7の振動が騒音の原因であるか否かを精度よく推定することができる。

[0061] <第2の実施形態>

次に、本開示の第2の実施形態に係る解析システム1および解析装置10について、図9～図10を参照しながら説明する。

第1の実施形態と共通の構成要素には同一の符号を付して詳細説明を省略する。

[0062] 第1の実施形態では、抽出部112が騒音の第2固有振動数から所定範囲内に含まれる第1固有振動数を抽出する態様について説明した。これに対し、本実施形態に係る抽出部112は、第1固有振動数の所定倍（ n 倍）の振動数が第2固有振動数から所定範囲内に含まれる場合、この第1固有振動数をさらに抽出する。

[0063] 図9は、本開示の第2の実施形態に係る解析装置の機能を説明するための第1の図である。

図9に示すように、検査対象9は、振動により両側の構造物に衝突して騒音を発生する場合がある。このとき、振動の1周期（第1固有振動数の1周期）の間に、騒音が2回発生する。つまり、振動の第1固有振動数に対して、2倍の振動数で騒音が発生する。

[0064] 図10は、本開示の第2の実施形態に係る解析装置の機能を説明するための第2の図である。

図10には、図9に例示した振動および騒音を周波数スペクトルSP1、SP2が示されている。図10の例では、振動レベルの複数のピークのうち、ピークP1cが現れる第1固有振動数 f_{1c} の2倍の振動数 f_{1c}' が、騒音の第2固有振動数 f_{2b} の所定範囲R内に含まれるとする。また、他の第1固有振動数 f_{1a} 、 f_{1b} 、 f_{1d} は、 n 倍しても第2固有振動数の所定範囲R内に含まれないとする。この場合、抽出部112は、第1固有振動数 f_{1c} のみを騒音の第2固有振動数 f_{2b} に相関がある固有振動数として抽出する。

[0065] このようにすることで、解析装置10は、騒音の原因となる振動の候補を表す解析画像D7を生成することができる。

[0066] <第3の実施形態>

次に、本開示の第3の実施形態に係る解析システム1および解析装置10について、図11～図12を参照しながら説明する。

第1の実施形態と共通の構成要素には同一の符号を付して詳細説明を省略する。

[0067] 第1の実施形態では、第1固有振動数に対応する振動画像D4に音源画像D6を重ねた解析画像D7を1つ生成することを説明した。また、第1固有振動数が複数ある場合、解析画像生成部113は第1固有振動数に対応する振動画像D4それぞれに音源画像D6を重ねた複数の解析画像D7を生成することを説明した。

第2の実施形態に係る解析装置10は、振動の n 倍の周期で騒音が発生する可能性を考慮して、騒音の原因となる振動の候補を表す解析画像D7を生成することができることを説明した。

これらに対し、本実施形態に係る解析画像生成部113は、解析画像を作成する際に用いた振動および騒音の周波数スペクトルを重ねて表示し、ユーザが指定した周波数スペクトルのピークに関連した解析画像を表示する。

[0068] 図11は、本開示の第3の実施形態に係る解析装置の機能を説明するための第1の図である。

解析画像生成部113は、図11に示すように、横軸を振動数とし、第一縦軸を振動レベル、第二縦軸を音圧レベルとして画像D1から取得した振動情報D3に含まれる振動の周波数スペクトルSP3、録音データD2から取得した騒音情報D5に含まれる騒音の周波数スペクトルSP4を重ねた周波数スペクトルを表示する。なお、図11の表示レイアウトは一例であり、これに限定するものではない。

[0069] 2つの周波数スペクトルを重ね、周波数レンジを広くした周波数スペクトルを表示することには下記2点の理由が考えうる。

振動に関しては、低い周波数の場合には検査対象の変位量が大きく、振動の判断を行いやすい。高い周波数の場合、検査対象の変位量が小さいため、振動の判断がしにくいことがある。

音圧に関しては、低い周波数の場合には波長が長くなるにつれ、騒音の発生箇所が特定しにくいことがある。高い周波数の場合、波長が短いため騒音の発生箇所が特定しやすい。

すなわち、検査対象は低い周波数であるほど振動の判断をしやすく、高い

周波数であるほど騒音の発生箇所を特定しやすい。

このように、振動と音圧との検出可能な範囲が異なるため、図 11 に示す範囲 Y1、Y2 のように、各周波数スペクトルの各領域によっては、振動の周波数スペクトルあるいは騒音の周波数スペクトルどちらかの情報が不足している場合も考えうる。

例えば、Y1 は振動の周波数スペクトル SP3 が存在し、騒音の周波数スペクトル SP4 の情報が不足している。

例えば、Y2 は騒音の周波数スペクトル SP4 が存在し、振動の周波数スペクトル SP3 の情報が不足している。

これにより、振動の周波数スペクトル SP3、騒音の周波数スペクトル SP4 の周波数スペクトルが重複した範囲 Z より外の周波数レンジ（範囲 Y1、Y2 と示す）であっても、振動または騒音の発生箇所の特定ができることが好ましい。

[0070] 検査対象 9 は、範囲 Y1、Y2 に振動レベルあるいは音圧レベルのピークを持つ可能性がある。図 11 に示すように、本実施形態に係る一例では、高い周波数側（範囲 Y2）に音圧レベルのピーク、低い周波数側（範囲 Y1）に振動レベルのピークが見られる。

[0071] 本実施形態に係る解析画像生成部 113 は、解析画像 D7（図 8 参照）を生成する際、範囲 Y1、Y2 に振動レベルあるいは音圧レベルのピークが存在しうることを考慮し、SP3 と SP4 とを含む周波数レンジで周波数スペクトルを表示する。

[0072] 図 12 は、本開示の第 3 の実施形態に係る解析装置の機能を説明するための第 2 の図である。

[0073] ユーザは、解析画像生成部 113 が表示した周波数スペクトルから、振動レベルもしくは音圧レベルのピークを指定する。解析画像生成部 113 は、指定された周波数スペクトルのピークに関連した画像を周波数スペクトルと併せて追加表示する。

[0074] 例えば、SP3、SP4 の周波数スペクトルが重複した範囲 Z にて、SP

4のピークP4bを指定した場合、第2固有振動数 f_{4b} を中心とした所定範囲Sに、振動レベルのピークP3eが現れる第1固有振動数 f_{3e} が1つのみ含まれている。この場合、ステップS14で抽出した第1固有振動数が1つのみであるため、解析画像生成部113はこの第1固有振動数に対応する振動画像D4に f_{4b} での音源画像D6を重ねた解析画像D7を1つ追加で表示する。

S P3のピークP3eを指定した場合、解析画像生成部113はこの第1固有振動数 f_{3e} に対応する振動画像D4に関連した解析画像D7があれば、解析画像D7を1つ追加で表示する。

[0075] 同様に、S P1、S P2の周波数スペクトルが重複した範囲Zにて、S P4のピークP4dを指定した場合、第2固有振動数 f_{4d} を中心とした所定範囲Tに、振動レベルのピーク(P3h、P3i、P3j)が現れる第1固有振動数 f_{3h} 、 f_{3i} 、 f_{3j} が存在する。この場合、ステップS14で抽出した第1固有振動数が複数あるため、解析画像生成部113は第1固有振動数に対応する振動画像D4それぞれに f_{4d} での音源画像D6を重ねた複数の解析画像D7を追加で表示する。

S P3のピークP3h、P3iあるいはP3jを指定した場合、解析画像生成部113は第1固有振動数(f_{3h} 、 f_{3i} 、 f_{3j})に対応する振動画像D4それぞれに関連した複数の解析画像D7があれば、それら解析画像D7を追加で表示する。

[0076] また、S P3、S P4の周波数スペクトルが重複した範囲Zにて、S P3のピークP3cを指定した場合、第1固有振動数 f_{3c} に対応する振動画像D4に関連した解析画像D7がなければ、解析画像生成部113は振動画像D4を追加で表示する。

P3d、P3f、P3gを指定した場合も同様である。

[0077] また、S P3、S P4の周波数スペクトルが重複した範囲Zにて、S P4のピークP4aを指定した場合、第2固有振動数 f_{4a} を中心とした所定範囲内に、振動レベルのピークがなければ、解析画像D7は追加で表示されな

い。解析画像生成部 113 は音源画像 D6 を追加で表示する。

P4c、P4e、P4f、P4g を指定した場合も同様である。

また、解析装置 10 は、とある第 1 固有振動数を n 倍し、第 2 固有振動数 $f4a$ の所定範囲内に含まれた場合、とある第 1 固有振動数と第 2 固有振動数 $f4a$ とに関連した騒音の原因となる振動の候補を表す解析画像 D7 を追加で表示することができる。その場合、候補を表す解析画像 D7 を表示するかはユーザが設定してもよい。

[0078] SP3、SP4 の周波数スペクトルが重複しない範囲 Y1、Y2 にて、任意の固有振動数を指定した場合、解析画像生成部 113 は、次の画像を周波数スペクトルと併せて追加表示する。

SP3 のピーク P3a もしくは P3b を指定した場合、SP4 のピークが範囲 Y1 に存在しなければ、解析画像生成部 113 は振動画像 D4 を追加で表示する。

SP4 のピーク P4e、P4f、あるいは P4g を指定した場合、SP1 のピークが範囲 Y2 に存在しなければ、解析画像生成部 113 は音源画像 D6 を追加で表示する。

[0079] また、本実施形態に係る一例では、周波数レンジを広く表示することで、SP3 のピークが範囲 Y1 に存在する第 1 固有振動数を n 倍した結果、第 2 固有振動数いずれかの所定範囲内に含まれた場合、第 1 固有振動数と第 2 固有振動数とに関連した、騒音の原因となる振動の候補を表す解析画像 D7 を生成することもできる。

[0080] このようにすることで、解析装置 10 は、周波数レンジを広くした周波数スペクトルと、周波数スペクトルのピークに関連した画像をユーザに提供することができる。ユーザは振動および騒音の周波数スペクトルが重複しない範囲で、振動レベルあるいは音圧レベルのピークが見られた際に、そのピークに関連した画像を参照し、騒音または振動の原因を推定することができる。

[0081] 以上のとおり、本開示に係るいくつかの実施形態を説明したが、これら全

ての実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することを意図していない。これらの実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これらの実施形態及びその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

[0082] <付記>

上述の実施形態に記載の解析装置、解析方法、およびプログラムは、例えば以下のように把握される。

[0083] (1) 本開示の第1の態様によれば、解析装置(10)は、検査対象(9)を撮影した画像に基づいて検査対象(9)の振動レベルの時系列、および振動数毎の振動レベルの分布を含む振動情報を取得して、振動レベルのピークが現れる第1固有振動数における、画像上の検査対象(9)の領域毎の振動レベルを可視化した振動画像を生成する振動画像生成部(110)と、画像と同時に録音した検査対象(9)の録音データに基づいて検査対象(9)から生じる騒音の音圧レベルの時系列、および振動数毎の音圧レベルの分布を含む騒音情報を取得して、画像上の領域毎の音圧レベルを可視化した音源画像を生成する音源画像生成部(111)と、振動情報および騒音情報に基づいて、騒音の音圧レベルのピークが現れる第2固有振動数から所定範囲内に含まれる第1固有振動数を抽出する抽出部(112)と、抽出した第1固有振動数に対応する振動画像と、音源画像とを重ねた解析画像を生成する解析画像生成部(113)と、を備える。

[0084] このような構成を有していることにより、解析装置は、振動および騒音の強さの相関や、振動位置および騒音の音源位置の相関などを視認可能な解析画像をユーザに提供することができる。また、ユーザは、解析画像を参照して騒音の原因となる振動を容易に推定することができるので、騒音に対する適切な対応を早期に行うことができる。

[0085] (2) 本開示の第2の態様によれば、第1の態様に係る解析装置(10)に

において、抽出部（１１２）は、第２固有振動数から所定範囲内に含まれる複数の第１固有振動数を抽出し、解析画像生成部は、複数の第１固有振動数それぞれに対応する複数の解析画像を生成する。

[0086] このようにすることで、解析装置は、騒音の第２固有振動数に近い振動モード（第１固有振動数）が複数ある場合に、各振動モードの解析画像を生成することができる。また、ユーザは、固有振動数から騒音の原因となる振動を一つに絞り込めない場合であっても、解析画像で振動位置と騒音の音源位置との相関を確認することにより、騒音の原因となる振動を精度よく推定することができる。

[0087] （３）本開示の第３の態様によれば、第１または第２の態様に係る解析装置（１０）において、抽出部（１１２）は、第１固有振動数を所定倍した振動数が、第２固有振動数から所定範囲内に含まれる場合、当該第１固有振動数を抽出する。

[0088] このようにすることで、解析装置は、振動の所定倍の周期で騒音が発生する可能性を考慮して、騒音の原因となる振動の候補を表す解析画像を生成することができる。

[0089] （４）本開示の第４の態様によれば、第１から第３の何れか一の態様に係る解析装置（１０）は、解析画像に基づいて、騒音の原因となる振動を推定する推定部（１１４）をさらに備える。

[0090] このようにすることで、解析装置は、騒音の原因と推定される振動をユーザに認識させることができる。また、解析装置は、解析画像が複数生成された場合であっても、原因として推定した振動に対応する解析画像をユーザに提示することにより、ユーザが全ての解析画像を確認する手間を低減することができる。

[0091] （５）本開示の第５の態様によれば、第４の態様に係る解析装置（１０）において、推定部（１１４）は、解析画像において音圧レベルが最大となる領域と、振動レベルが最大となる領域との間の距離が閾値以下である場合、当該解析画像で示される第１固有振動数の振動が騒音の原因であると推定する

。

[0092] このようにすることで、解析装置は、解析画像で示される振動位置と音源位置の相関から、この解析画像の振動が騒音の原因であることを精度よく推定することができる。

[0093] (6) 本開示の第6の態様によれば、第4または第5の態様に係る解析装置(10)において、推定部(114)は、解析画像において音圧レベルが最大となる領域と、振動レベルが最大となる領域との間の距離が閾値を超える場合、当該解析画像で示される第1固有振動数の振動が騒音の原因ではないと推定する。

[0094] このようにすることで、解析装置は、解析画像で示される振動位置と音源位置の相関から、この解析画像の振動が騒音の原因ではないことを精度よく推定することができる。

[0095] (7) 本開示の第7の態様によれば、第1または第6の様態に係る解析装置(10)において、解析画像生成部(113)は、振動および騒音の周波数スペクトルを同一軸上で重ねて表示し、指定した周波数スペクトルのピークに関連した画像を表示する。

[0096] このようにすることで、解析装置は、周波数レンジを広くした周波数スペクトルと、周波数スペクトルのピークに関連した画像をユーザに提供することができる。また、検査対象は振動および騒音の周波数スペクトルが重複しない範囲で、振動レベルあるいは音圧レベルのピークを持つ可能性がある。ユーザは、振動および騒音の周波数スペクトルが重複しない範囲でも周波数スペクトルとその周波数スペクトルのピークに関連した画像を参照し、騒音または振動の原因を推定することができる。

[0097] (8) 本開示の第8の態様によれば、解析方法は、検査対象(9)を撮影した画像に基づいて検査対象(9)の振動レベルの時系列、および振動数毎の振動レベルの分布を含む振動情報を取得して、振動レベルのピークが現れる第1固有振動数における、画像上の検査対象(9)の領域毎の振動レベルを可視化した振動画像を生成するステップと、画像と同時に録音した検査対象

(9) の録音データに基づいて検査対象 (9) から生じる騒音の音圧レベルの時系列、および振動数毎の音圧レベルの分布を含む騒音情報を取得して、画像上の領域毎の音圧レベルを可視化した音源画像を生成するステップと、振動情報および騒音情報に基づいて、騒音の音圧レベルのピークが現れる第2固有振動数から所定範囲内に含まれる第1固有振動数を抽出するステップと、抽出した第1固有振動数に対応する振動画像と、音源画像とを重ねた解析画像を生成するステップと、を有する。

[0098] (9) 本開示の第9の態様によれば、プログラムは、検査対象 (9) を撮影した画像に基づいて検査対象 (9) の振動レベルの時系列、および振動数毎の振動レベルの分布を含む振動情報を取得して、振動レベルのピークが現れる第1固有振動数における、画像上の検査対象 (9) の領域毎の振動レベルを可視化した振動画像を生成するステップと、画像と同時に録音した検査対象 (9) の録音データに基づいて検査対象 (9) から生じる騒音の音圧レベルの時系列、および振動数毎の音圧レベルの分布を含む騒音情報を取得して、画像上の領域毎の音圧レベルを可視化した音源画像を生成するステップと、振動情報および騒音情報に基づいて、騒音の音圧レベルのピークが現れる第2固有振動数から所定範囲内に含まれる第1固有振動数を抽出するステップと、抽出した第1固有振動数に対応する振動画像と、音源画像とを重ねた解析画像を生成するステップと、を解析装置に実行させる。

産業上の利用可能性

[0099] 上述の一様態によれば、検査対象の騒音の音源および振動の相関を可視化することができる。

符号の説明

- [0100]
- 1 解析システム
 - 2 カメラ
 - 3 マイクロホン
 - 9 検査対象
 - 10 解析装置

- 1 1 プロセッサ
- 1 1 0 振動画像生成部
- 1 1 1 音源画像生成部
- 1 1 2 抽出部
- 1 1 3 解析画像生成部
- 1 1 4 推定部
- 1 2 メモリ
- 1 3 ストレージ
- 1 4 通信インタフェース
- 1 5 表示装置
- 1 6 入力装置

請求の範囲

- [請求項1] 検査対象を撮影した画像に基づいて前記検査対象の振動レベルの時系列、および振動数毎の振動レベルの分布を含む振動情報を取得して、前記振動レベルのピークが現れる第1固有振動数における、前記画像上の前記検査対象の領域毎の振動レベルを可視化した振動画像を生成する振動画像生成部と、
- 前記画像と同時に録音した前記検査対象の録音データに基づいて前記検査対象から生じる騒音の音圧レベルの時系列、および振動数毎の音圧レベルの分布を含む騒音情報を取得して、前記画像上の前記領域毎の音圧レベルを可視化した音源画像を生成する音源画像生成部と、
- 前記振動情報および前記騒音情報に基づいて、前記騒音の音圧レベルのピークが現れる第2固有振動数から所定範囲内に含まれる第1固有振動数を抽出する抽出部と、
- 抽出した前記第1固有振動数に対応する前記振動画像と、前記音源画像とを重ねた解析画像を生成する解析画像生成部と、
- を備える解析装置。
- [請求項2] 前記抽出部は、前記第2固有振動数から所定範囲内に含まれる複数の前記第1固有振動数を抽出し、
- 前記解析画像生成部は、複数の前記第1固有振動数それぞれに対応する複数の前記解析画像を生成する、
- 請求項1に記載の解析装置。
- [請求項3] 前記抽出部は、前記第1固有振動数を所定倍した振動数が、前記第2固有振動数から所定範囲内に含まれる場合、当該第1固有振動数を抽出する、
- 請求項1または2に記載の解析装置。
- [請求項4] 前記解析画像に基づいて、前記騒音の原因となる振動を推定する推定部をさらに備える、
- 請求項1から3の何れか一項に記載の解析装置。

[請求項5] 前記推定部は、前記解析画像において前記音圧レベルが最大となる領域と、前記振動レベルが最大となる領域との間の距離が閾値以下である場合、当該解析画像で示される第1固有振動数の振動が前記騒音の原因であると推定する、

請求項4に記載の解析装置。

[請求項6] 前記推定部は、前記解析画像において前記音圧レベルが最大となる領域と、前記振動レベルが最大となる領域との間の距離が閾値を超える場合、当該解析画像で示される第1固有振動数の振動が前記騒音の原因ではないと推定する、

請求項4または5に記載の解析装置。

[請求項7] 前記解析画像生成部は、振動および騒音の周波数スペクトルを同一軸上で重ねて表示し、指定した前記周波数スペクトルのピークに関連した画像を表示する、

請求項1または6に記載の解析装置。

[請求項8] 検査対象を撮影した画像に基づいて前記検査対象の振動レベルの時系列、および振動数毎の振動レベルの分布を含む振動情報を取得して、前記振動レベルのピークが現れる第1固有振動数における、前記画像上の前記検査対象の領域毎の振動レベルを可視化した振動画像を生成するステップと、

前記画像と同時に録音した前記検査対象の録音データに基づいて前記検査対象から生じる騒音の音圧レベルの時系列、および振動数毎の音圧レベルの分布を含む騒音情報を取得して、前記画像上の前記領域毎の音圧レベルを可視化した音源画像を生成するステップと、

前記振動情報および前記騒音情報に基づいて、前記騒音の音圧レベルのピークが現れる第2固有振動数から所定範囲内に含まれる第1固有振動数を抽出するステップと、

抽出した前記第1固有振動数に対応する前記振動画像と、前記音源画像とを重ねた解析画像を生成するステップと、

を有する解析方法。

[請求項9]

検査対象を撮影した画像に基づいて前記検査対象の振動レベルの時系列、および振動数毎の振動レベルの分布を含む振動情報を取得して、前記振動レベルのピークが現れる第1固有振動数における、前記画像上の前記検査対象の領域毎の振動レベルを可視化した振動画像を生成するステップと、

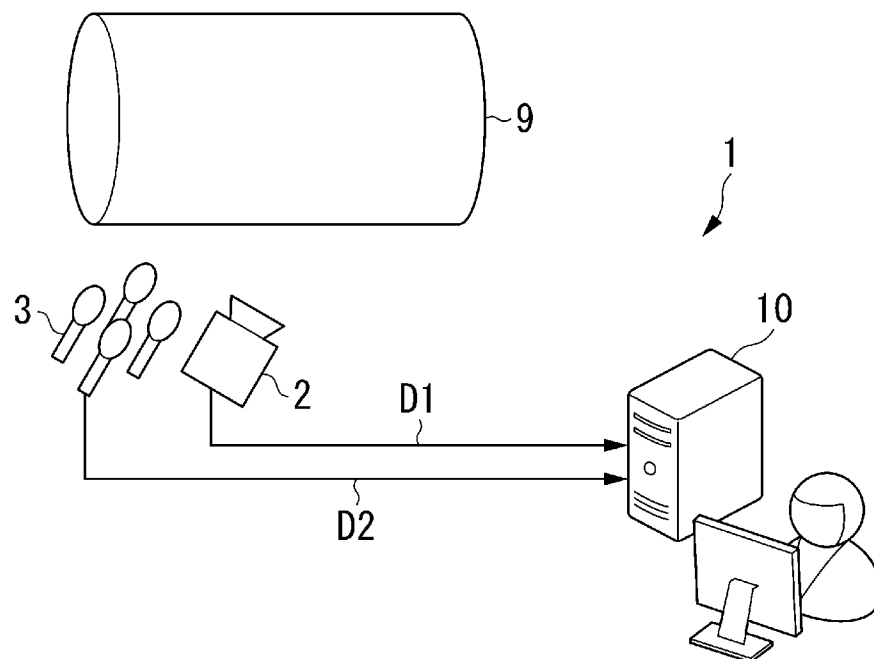
前記画像と同時に録音した前記検査対象の録音データに基づいて前記検査対象から生じる騒音の音圧レベルの時系列、および振動数毎の音圧レベルの分布を含む騒音情報を取得して、前記画像上の前記領域毎の音圧レベルを可視化した音源画像を生成するステップと、

前記振動情報および前記騒音情報に基づいて、前記騒音の音圧レベルのピークが現れる第2固有振動数から所定範囲内に含まれる第1固有振動数を抽出するステップと、

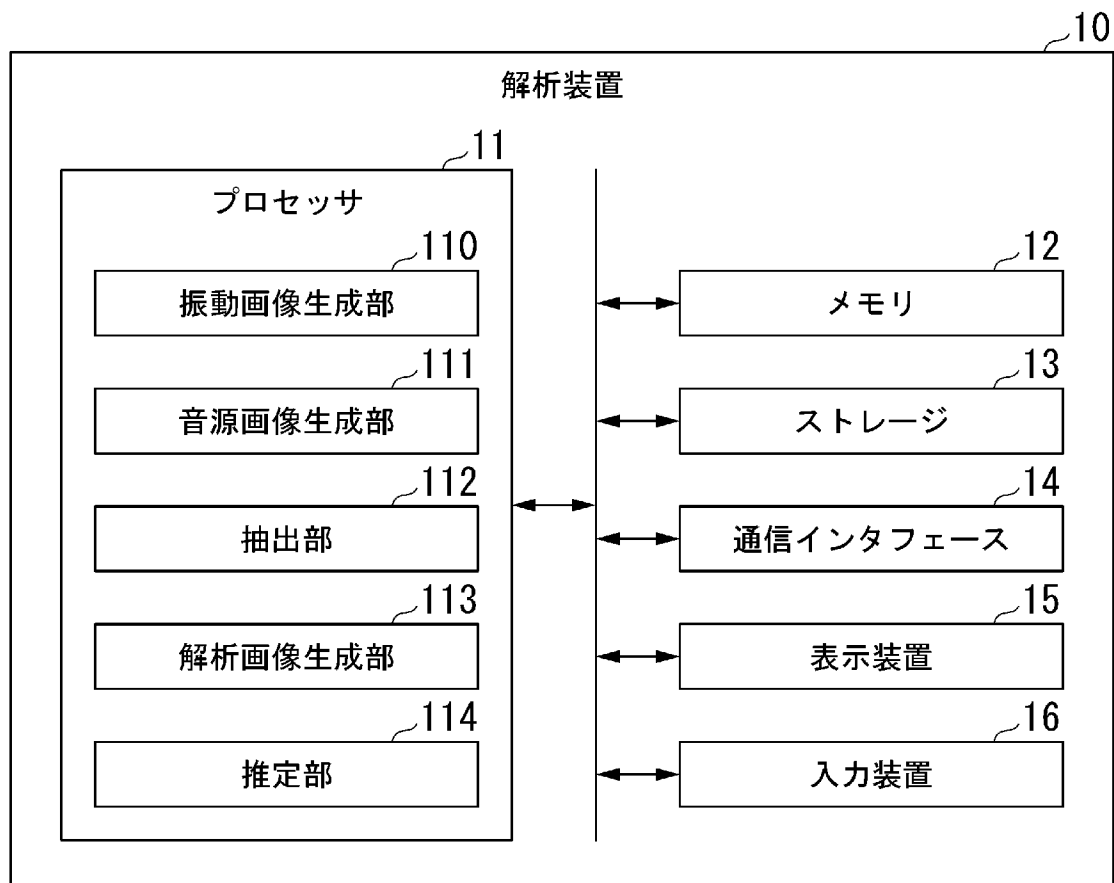
抽出した前記第1固有振動数に対応する前記振動画像と、前記音源画像とを重ねた解析画像を生成するステップと、

を解析装置に実行させるプログラム。

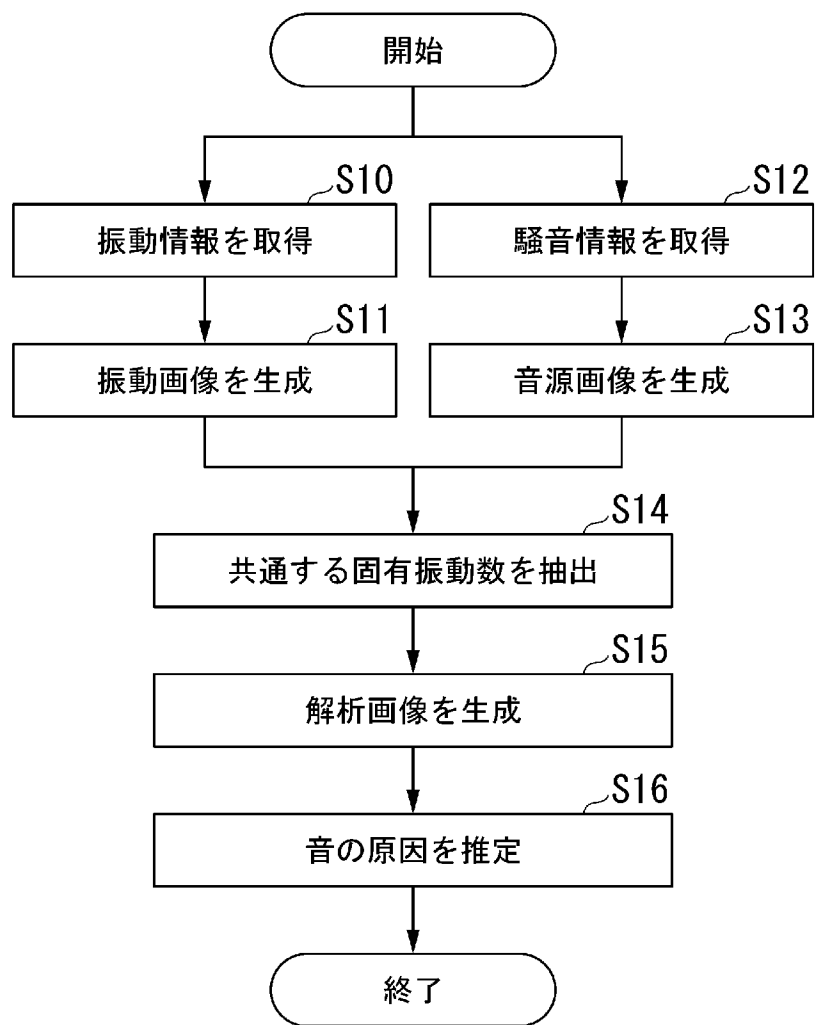
[図1]



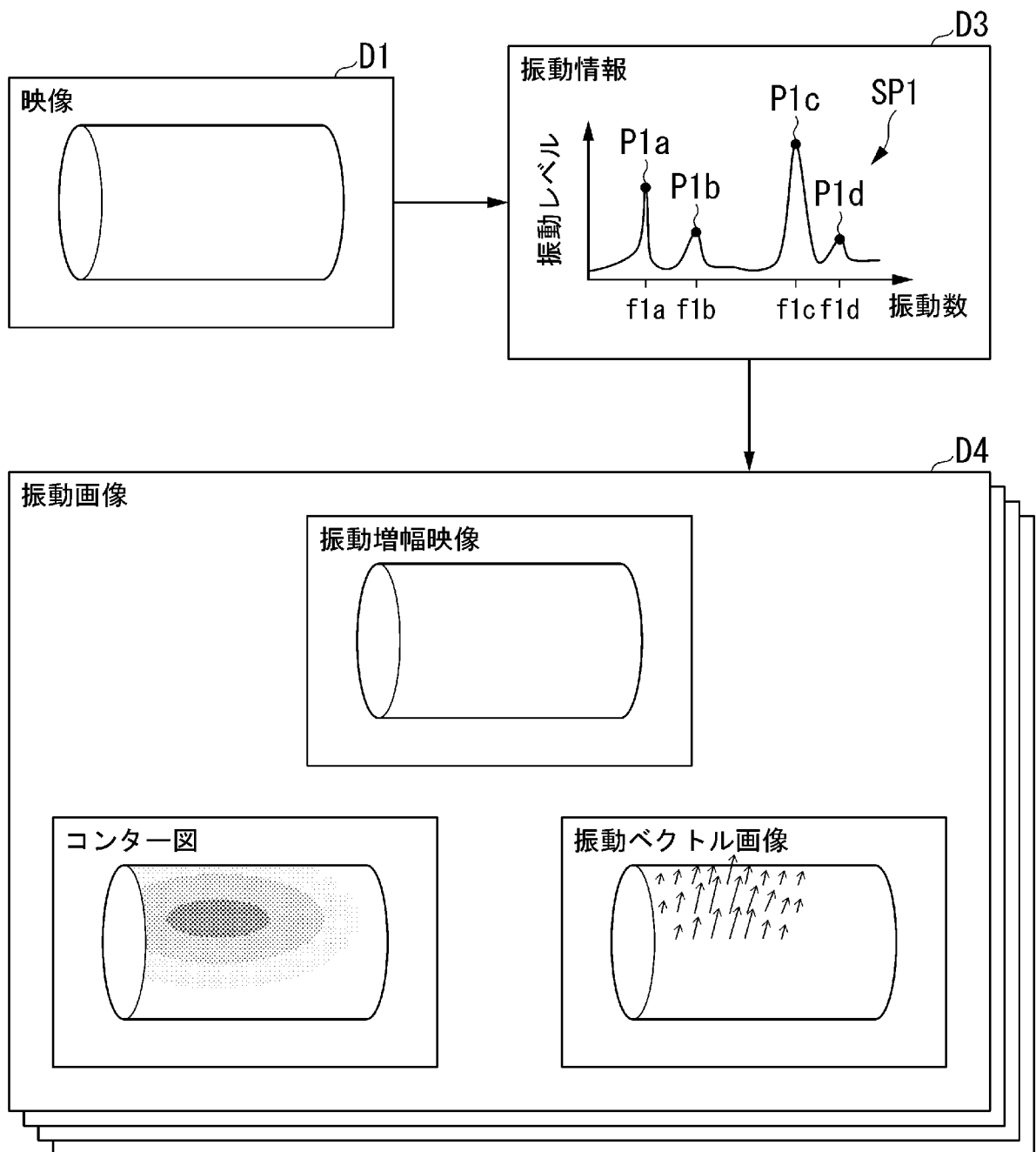
[図2]



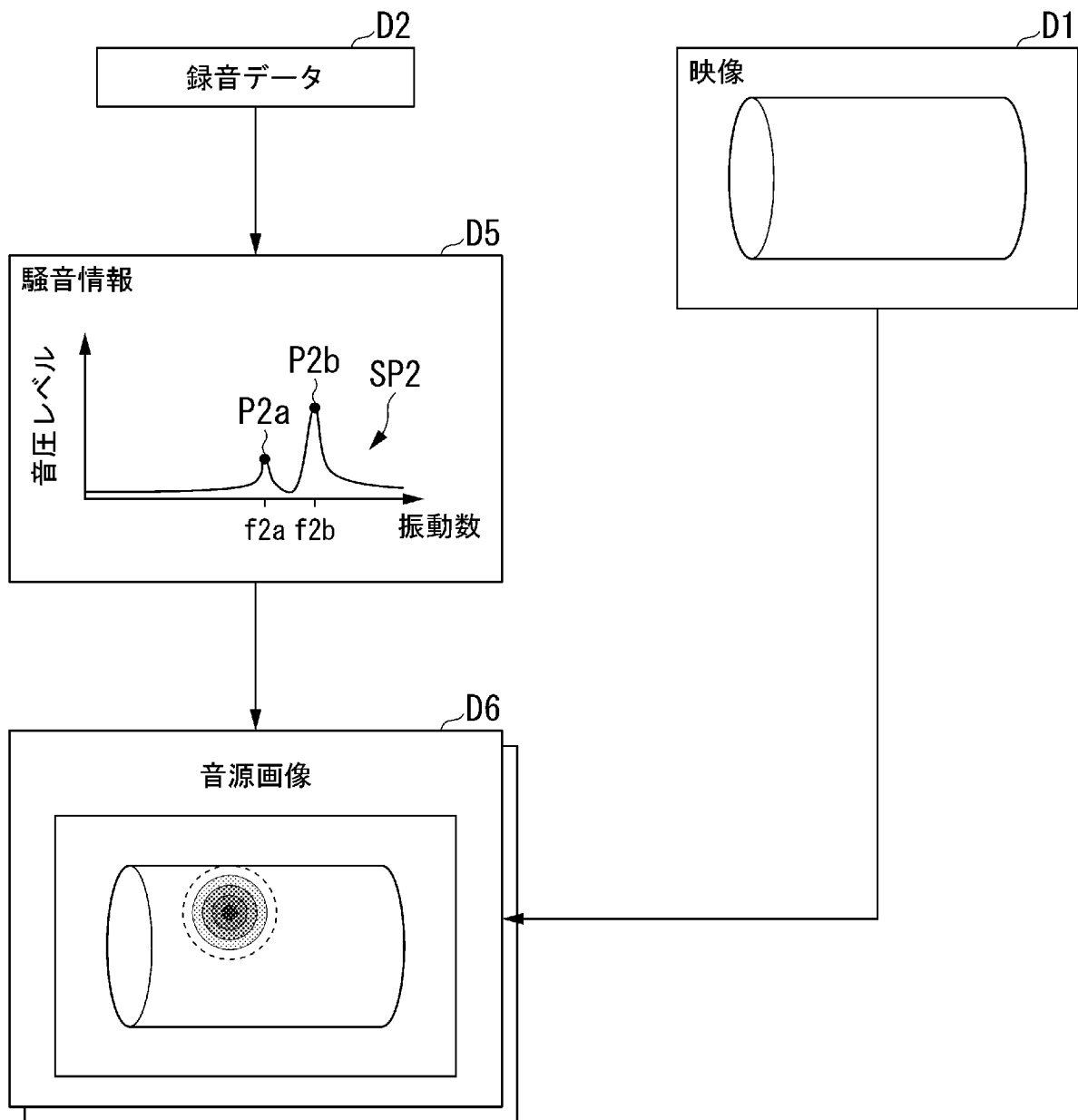
[図3]



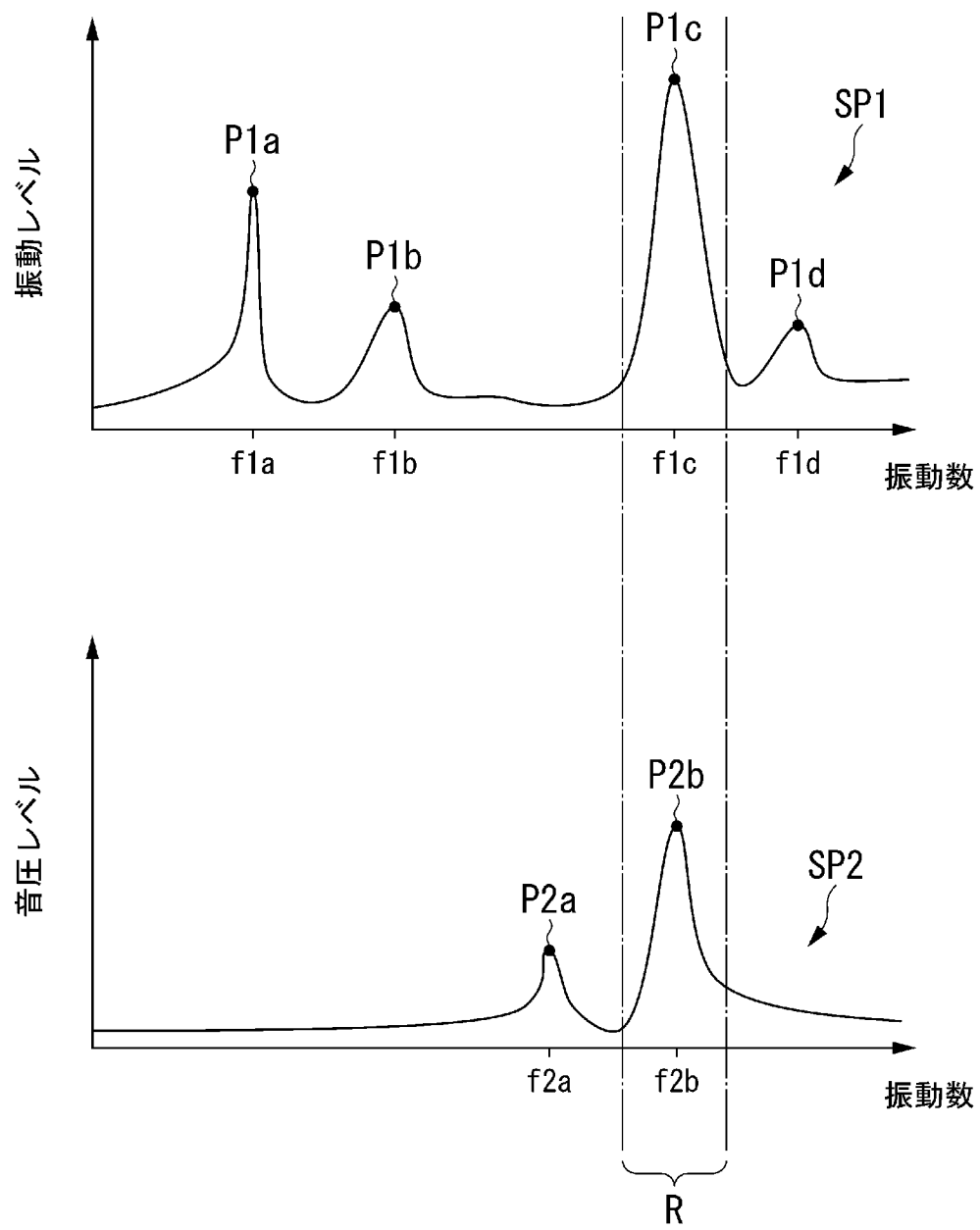
[図4]



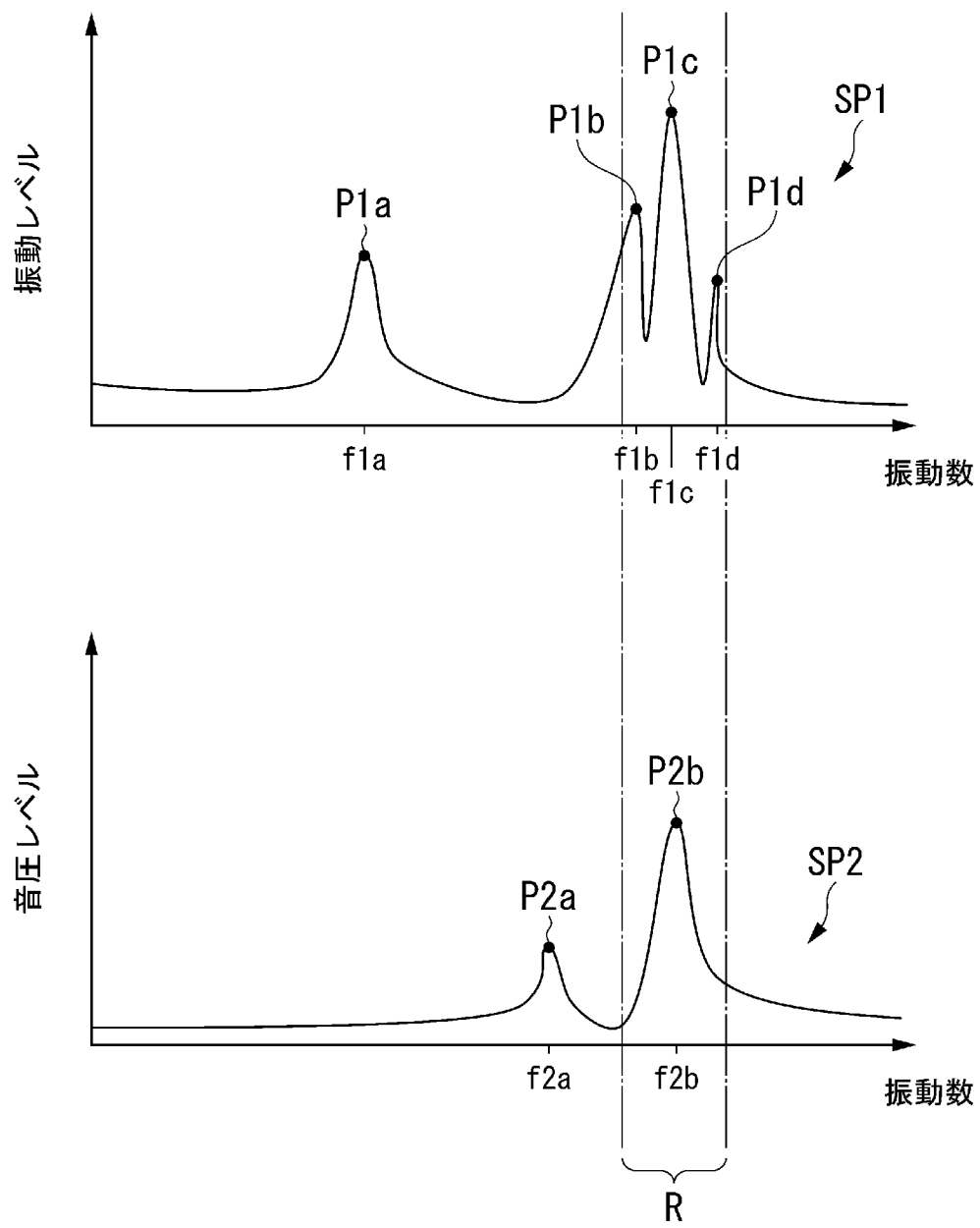
[図5]



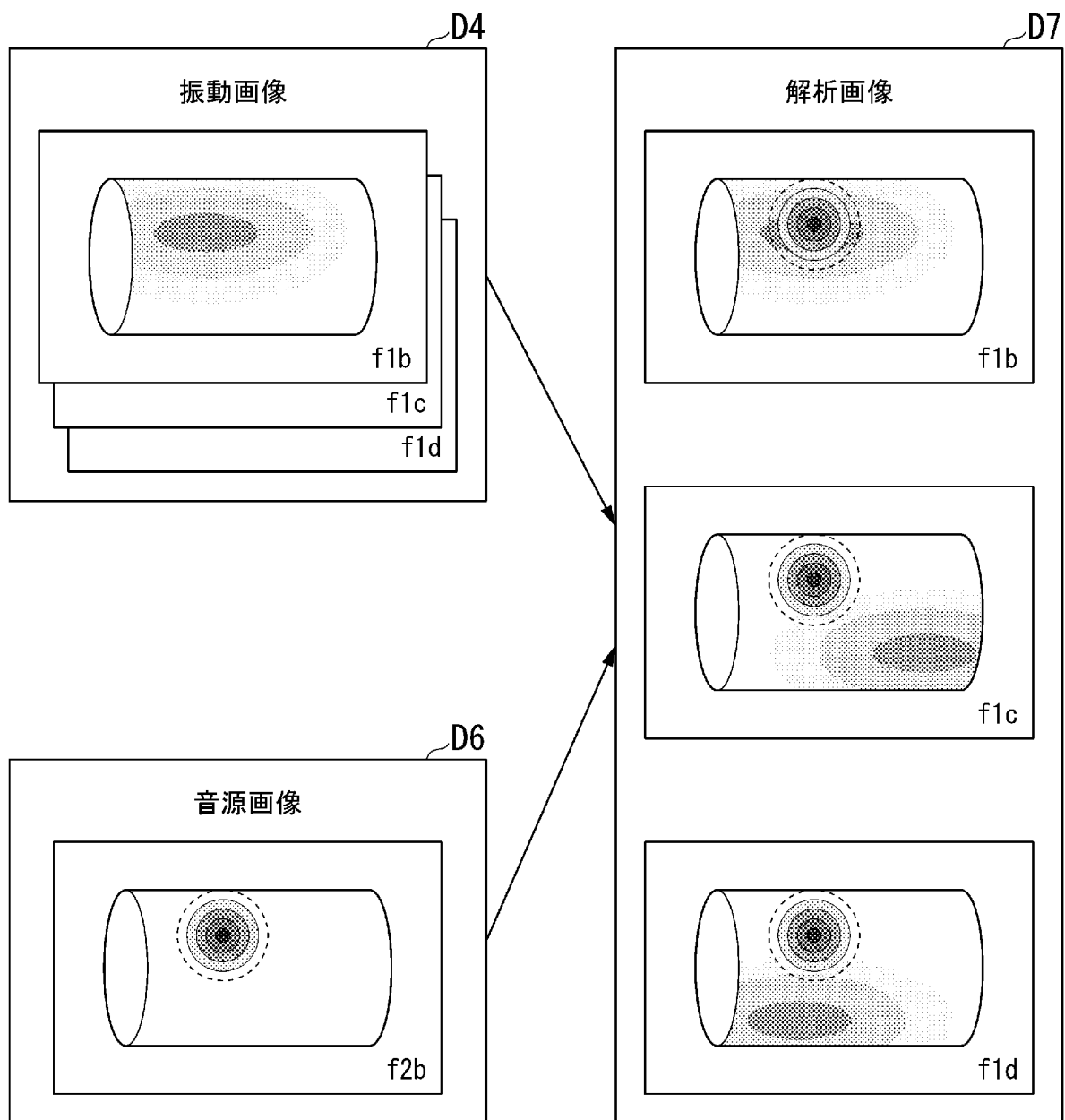
[図6]



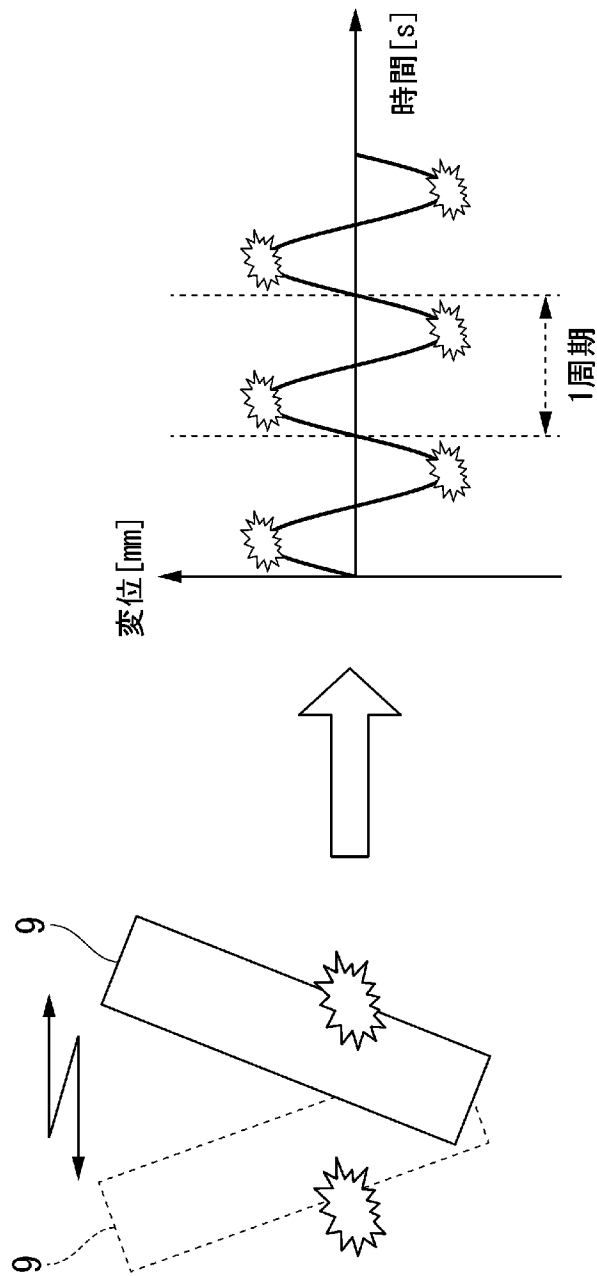
[図7]



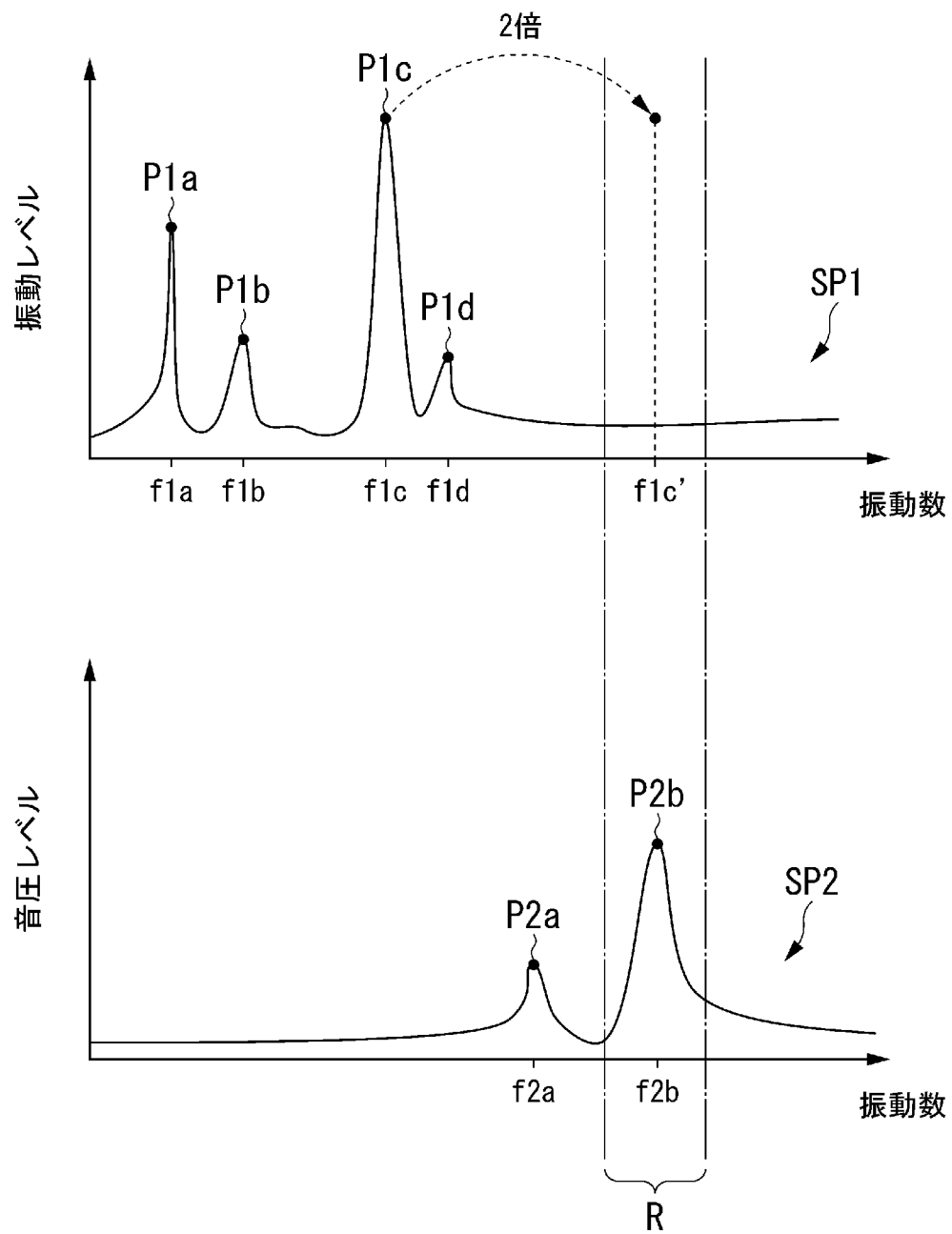
[図8]



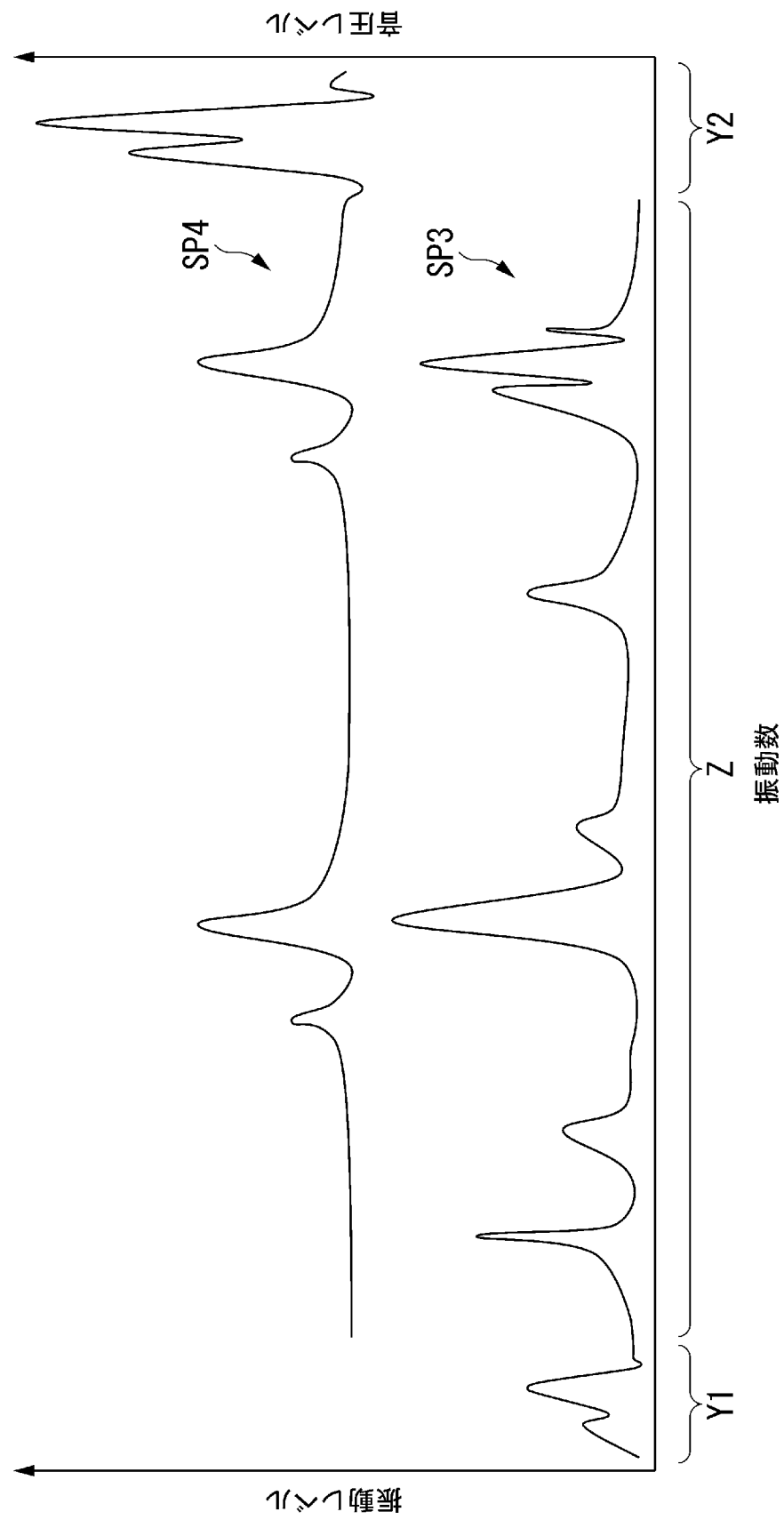
[図9]



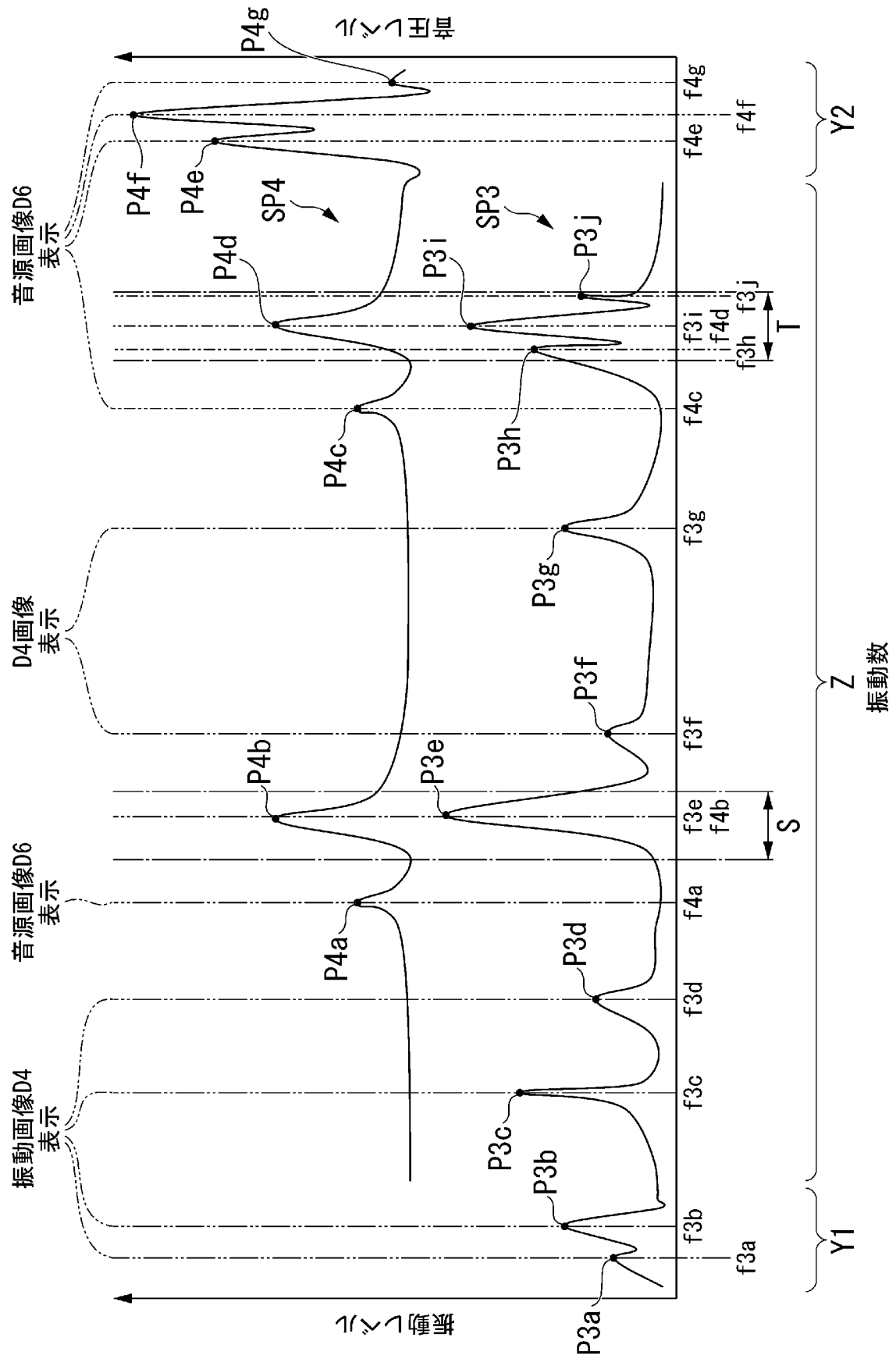
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/008558

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01H 3/00**(2006.01)i; **G01H 9/00**(2006.01)i

FI: G01H3/00 A; G01H9/00 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)

G01H3/00; G01H9/00

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-54378 A (ONO SOKKI CO LTD) 05 April 2018 (2018-04-05) paragraphs [0021]-[0086]	1-9
A	JP 2021-179321 A (PANASONIC IP MAN CORP) 18 November 2021 (2021-11-18) paragraphs [0014]-[0017]	1-9
A	JP 2013-167556 A (ONO SOKKI CO LTD) 29 August 2013 (2013-08-29)	1-9
A	JP 2010-91282 A (NISSAN MOTOR CO LTD) 22 April 2010 (2010-04-22)	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 May 2023

Date of mailing of the international search report

23 May 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/008558

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2018-54378	A	05 April 2018	(Family: none)	
JP	2021-179321	A	18 November 2021	(Family: none)	
JP	2013-167556	A	29 August 2013	(Family: none)	
JP	2010-91282	A	22 April 2010	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01H 3/00(2006.01)i; G01H 9/00(2006.01)i FI: G01H3/00 A; G01H9/00 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）） G01H3/00; G01H9/00										
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 border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023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 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
A	JP 2018-54378 A（株式会社小野測器）05.04.2018（2018 - 04 - 05） [0021]-[0086]	1-9								
A	JP 2021-179321 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）18.11.2021（2021 - 11 - 18） [0014]-[0017]	1-9								
A	JP 2013-167556 A（株式会社小野測器）29.08.2013（2013 - 08 - 29）	1-9								
A	JP 2010-91282 A（日産自動車株式会社）22.04.2010（2010 - 04 - 22）	1-9								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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> “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 </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、一般的技术水準を示すもの “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、一般的技术水準を示すもの “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 11.05.2023	国際調査報告の発送日 23.05.2023									
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 岡村 典子 2J 5557 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/JP2023/008558

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-54378	A	05.04.2018	(ファミリーなし)	
JP	2021-179321	A	18.11.2021	(ファミリーなし)	
JP	2013-167556	A	29.08.2013	(ファミリーなし)	
JP	2010-91282	A	22.04.2010	(ファミリーなし)	